

Комп'ютерна логіка (частина 1)

Національний університет «Львівська
політехніка»

Слайдів 281

Лекція 1

- Вступ - мета та задачі курсу
- Організаційні питання

консультації –
після закінчення
аудиторних занять за
розкладом викладача 503-V
(каф. ЕОМ)
або за домовленістю

www.lp.edu.ua/rozklad-dlya-vykladachiv

Про Політехніку | Інститути | **Освіта** | Наука

Освіта / Розклад для викладачів

Розклад для в

2016/2017 навчальний рік

Кафедра: Електронні обчислювальні системи

Викладач: Глухов Валерій

Семестр: осінній | Половина семестру: перша

- Каталог освітніх програм
- Відділ докторантури та аспірантури
- Розклад занять для студентів
- Розклад занять для викладачів**
- Розклад занять для студентів-заочників
- Розклад екзаменів викладачам
- Розклад екзаменів студентам
- Графік навчального процесу

Кабедра	Викладач
Електронні обчислювальні системи	Глухов Валерій Сергійович
Пн-2	Комп'ютерна логіка, частина 1 №-15, №-16, №-17, №-18, 302 Інж., лекція
4	Комп'ютерна логіка, частина 1 №-11, 31 ВУч., практична
Ср-3	Комп'ютерна логіка, частина 1 №-11, №-12, №-13, №-14, 302 Інж., лекція
5	Тестування і діагностика програмних і апаратних засобів №-31, №-32, 302 Інж., лекція
Чт-2	Кібербезпека систем №-11, лекція
Пт-3	Комп'ютерна логіка, частина 1 №-12, 30 ВУч., практична
4	Тестування і діагностика програмних і апаратних засобів 302 Інж., лекція

Комп'ютерна логіка

- ЛОГІКА - наука про закони і різновиди мислення, способи пізнання та умови істинності знань і суджень
- КОМП'ЮТЕР – пристрій для передавання, зберігання та оброблення інформації
- КОМП'ЮТЕРНА ЛОГІКА - умовна назва області досліджень, що ставиться до прикладної логіки, у якій логічні методи застосовуються для обробки даних і знань у комп'ютерних системах, при створенні системних програм, що забезпечують функціонування ЕОМ, при автоматизації програмування й при створенні ЕОМ нових поколінь. К. л. може виступати як сукупність засобів для імітації пізнавальних процесів у комп'ютерних системах з підвищеним рівнем інтелектуальних можливостей, забезпечуючи пошук необхідних знань для досягнення обраної мети й процес виводу результату, що відповідає цієї мети.
- КОМП'ЮТЕРНА ЛОГІКА – наука про закони і різновиди мислення, якими користуються люди, коли описують роботу комп'ютерів та працюють з ними (проектують, ремонтують, обслуговують, користуються)

Національний університет “Львівська політехніка”

- ІАРХ [Архітектури](#)
- ІБІД [Будівництва та інженерії докiлля](#)
- ІГДГ [Геодезії](#)
- ІГСН [Гуманітарних та соціальних наук](#)
- ІДН [Дистанційного навчання](#)
- ІЕПТ [Екології, природоохоронної діяльності та туризму ім. В'ячеслава Чорновола](#)
- ІНЕМ [Економіки і менеджменту](#)
- ІЕСК [Енергетики та систем керування](#)
- ІМТ [Інженерної механіки та транспорту](#)
- ІКНІ [Комп'ютерних наук та інформаційних технологій](#)
- **ІКТА** [Комп'ютерних технологій, автоматики та метрології](#)
- ІМОК [Міжнародний інститут освіти, культури та зв'язків з діаспорою](#)
- ІПТ [Підприємництва та перспективних технологій](#)
- ІШДО [Післядипломної освіти](#)
- ІНПП [Права та психології](#)
- ІМФН [Прикладної математики та фундаментальних наук](#)
- ІТРЕ [Телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки](#)
- ІХХТ [Хімії та хімічних технологій](#)

Комп'ютерних технологій, автоматики та метрології

- **БІТ** Кафедра безпеки інформаційних технологій
- **ЕОМ** Кафедра електронних обчислювальних машин
- **ЗІ** Кафедра захисту інформації
- **ІВТ** Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій
- **КСА** Кафедра комп'ютеризованих систем автоматики
- **МСС** Кафедра метрології, стандартизації та сертифікації
- **ПТМ** Кафедра приладів точної механіки
- **СКС** Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

Комп'ютерна інженерія і комп'ютерні науки

- material science – матеріалознавство
- natural science – природознавство
- computer science – комп'ютерознавство

- engineering – машинобудування
- material engineering – створення нових матеріалів
- computer engineering – створення нових комп'ютерів
- program engineering – створення нових програм

Кафедри ЕОМ та СКС

- Бакалаврат (каф. ЕОМ та СКС) - Комп'ютерна інженерія
- Магістри (спеціалізації каф. ЕОМ)
 - Комп'ютерні системи та мережі
 - Кіберфізичні системи
 - Системне програмування
- Магістри (спеціалізація каф. СКС)
 - Спеціалізовані комп'ютерні системи

Структура семестру

- 15 навчальних тижнів (15 лекцій, 7-8 практичних)
- Заліковий тиждень
- Сесія (2 тижні)

Державна оцінка (залік)

- 1. За результатами семестрової контрольної роботи
- 2а. Оцінка на комісії
– або
- 2б. Оцінка за результатами повторного вивчення курсу

Стандартні вимоги до відповідей на заліках та іспитах – **цього року немає**

- Повинна бути дана відповідь на усі питання білету
- Під час підготовки до відповіді нічим не можна користуватися
- Під час підготовки до відповіді ні с ким не можна перемовлятися та обмінюватися інформацією
- Для допуску до сесії потрібно виконати навчальний план

Виконання навчального плану

- Студент погоджується самостійно опрацювати деякі питання учбового плану
- Здана розрахункова робота (є оцінка)
- Виконано програму практичних занять
- Написано усі 15 лекційних контрольних робіт
- Дано відповідь на усі 10 питань семестрової контрольної роботи
- Є конспект лекцій (приблизно 5 сторінок на лекцію)
- Правильно дано відповіді на усі питання тестів до 1-ої частини Комп'ютерної логіки (1-ий курс) у ВНС

Полегшені умови отримання семестрової оцінки

- Білет семестрової контрольної роботи видається достроково до початку 15-го навчального тижня за умови:
 - Виконано розрахункову роботу
 - За практичні заняття отримано більше 20 балів (з 30)
 - Написано усі лекційні контрольні роботи на дану дату
 - Правильно дано відповіді на усі питання тестів до 1-ої частини Комп'ютерної логіки (1-ий курс) у ВНС
 - Є конспект лекцій (приблизно 5 сторінок на лекцію)
- Під час підготовки до відповіді дозволяється користуватися чим завгодно
- Повинна бути дана відповідь на всі питання білету

Оцінювання відповідей

на заліку:

$$Oцінка = Oцінка_{поточний контроль} + \frac{\text{Сума балів}_{\text{Лекційні КР}} * \text{Сума балів за тести}}{N * 100} * Oцінка_{білет}$$

$$Oцінка \leq 100; Oцінка_{поточний контроль} \leq 30; \text{Сума балів}_{\text{Лекційні КР}} \leq N; Oцінка_{білет} \leq 70;$$

$$\text{Сума балів за тести} \leq 100; N = L * 5, L - \text{кількість лекцій}$$

Оцінювання відповідей

на комісії

(якщо сума балів за лекційні контрольні роботи більше $N/2$) і
при повторному вивченні:

$$Oцінка = \frac{\text{Сума балів}_{\text{Лекційні КР}} * \text{Сума балів за тести}}{N * 100} * \text{Сума оцінок за бітети}$$

$$Oцінка \leq 100; \text{Сума балів}_{\text{Лекційні КР}} \leq N; Oцінка_{білет} \leq 100;$$

$$\text{Сума балів за тести} \leq 100; N = L * 5, L - \text{кількість лекцій}$$

Покращення оцінок

- Було 51 бал – 51% від 100 балів
(поточний контроль – 1 з 30, іспит - 50 з 70,
3% з 30 за поточку і 71% з 70 за іспит)
- Хоче “добре” (71 бал – 71% від 100 балів)
- Тоді треба набрати **спочатку** за поточний контроль 71% від 30 = 21 бал,
а після того -71% від 70 =50 балів за іспит.

Вихід з особливих ситуацій

- Оформлення академвідпустки в деканаті (до початку сесії)
- Оформлення індивідуального графіку навчання в деканаті
- Продовження сесії в деканаті
- Довідка викладачу про роботу за спеціальністю — поважна причина відсутності на парах

Методичні вказівки до курсової роботи “Арифметичні та логічні основи комп’ютерних технологій” з дисципліни “Комп’ютерна логіка”

- **ВСТУП**
- **ЗАВДАННЯ НА РОБОТУ, ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИБОРУ ВАРІАНТА РОБОТИ**
- **1 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ КОДІВ**
- **1.1 W1**
- *1.1.1. Переведення чисел до десяткової системи числення з іншої однорідної позиційної системи числення з основою k , коли дії виконуються в десятковій системі*
- *1.1.2. Переведення чисел із десяткової системи числення до іншої однорідної позиційної системи числення з основою k , коли дії виконуються в десятковій системі*
- *1.1.3. Переведення цілої частини числа*
- *1.1.4. Переведення дробової частини числа*
- *1.1.5. Переведення чисел з шістнадцяткової й вісімкової систем до двійкової і зворотне переведення чисел*
- **1.2 W2 Ефективне кодування. Система залишкових класів**
- *1.2.1. Алгоритм ефективного кодування Шеннона – Фано*
- *1.2.2. Ентропія.*
- *1.2.3. Система залишкових класів*
- **1.3 Код Геммінга**
- **1.4 Визначення помилкових станів при зміні двійкових кодів**

Методичні вказівки до курсової роботи “Арифметичні та логічні основи комп’ютерних технологій” з дисципліни
"Комп’ютерна логіка"

- **2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІЙ АЛГЕБРИ ЛОГІКИ ТА МІНІМІЗАЦІЇ ЦИХ ФУНКЦІЙ У БАЗИСІ БУЛЯ**
- **2.1 Функціональна повнота системи функцій алгебри логіки і наборів логічних елементів**
- **2.2 Мінімізація функцій методом Квайна-МакКласкі-Петрика**
- **2.3 Мінімізація функцій за допомогою карт Карно**
- **2.4 Визначення сполучного терма**

Розрахункова робота

№ п.п.	Частина роботи	Задачі даної частини	Граничний термін здачі – практичне заняття на навчальному тижні семестру	Максимальна кількість балів
1	Отримання завдання.		1, 2	
2	1	1, 2	3, 4	2
3	1	3, 4	5, 6	2
4	1	5, 6	7, 8	2
5	2	1	9,10	1
6	2	2	11,12	1
7	2	3	13,14	1
8	2	4	15,16	1
			Усього	10

Робочий журнал

Комп'ютерна логіка. Лекції 2014/2015 н.р. **KI-26**

Модуль 1
k = Вис 40

Вис 40

				16 23 30 07 14 18 21 28								04 11 18 25 02 07 16 23								ТРА				100							
				09 09 09 10 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10	09 09 09 10 10 10				
1	Бачинський	Андрій	Богданович	0	0	3	3	3	0	0	15	14	03	18	1	5	1	1	2	2	78	81	17	23	08	15	24	42			
2	Беновський	Богдан	Олегович	2	1	4	4	5	4	0	21	11	13	09	10	2	5	2	1	3	4	3	1	100	34	21	15	09	15	24	44
3	Бомчик	Олександр	Степанович	0	0	2	5	3	2	1	14	11	16	07	18	1	5	3	1	4	2	1	2	100	36	19	25	14	15	29	47
4	Вишинський	Павло	Степанович	4	3	4	4	3	3	4	27	09	21	17	26	4	5	3	1	4	2	1	1	100	29	21	25	15	15	30	56
5	Гаврилук	Іван	Миколайович	0	0	0	0	0	0	0	46	03	01	20	03	0	4	1	4	1	1	2	-	-	13	04	-	-	-	-	
6	Галічінський	Андрій	Осипович	0	1	4	3	2	4	0	15	15	17	07	22	2	5	2	4	4	1	0	1	100	30	19	09	14	15	32	54
7	Гнідець	Олег	Олексанович	4	2	1	4	4	3	4	22	15	15	17	32	3	5	1	4	4	4	1	2	100	32	24	20	14	08	22	54
8	Дяків	Василь	Олексійович	0	3	0	2	1	2	4	13	13	14	14	24	2	4	2	1	4	1	1	1	100	25	16	19	09	15	24	48
9	Завалень	Роман	Володимирович	0	0	2	4	1	5	0	12	14	17	06	20	2	5	3	1	4	2	0	1	100	-	18	21	11	08	19	39
10	Іваницький	Тарас	Тарасович	1	1	5	1	3	3	2	16	15	13	06	21	2	3	1	2	4	3	1	2	100	26	18	29	13	15	28	49
11	Козловський	Максим	Вадимович	1	0	4	3	5	1	2	48	04	15	17	03	18	1	3	2	1	4	2	0	-	-	73	08	-	-	-	-
12	Крайкін	Юрій	Андрійович	0	1	3	4	5	1	2	16	15	22	10	25	0	5	3	2	1	3	0	100	55	74	23	08	15	24	49	
13	Куштан	Владислав	Сергійович	1	0	1	0	2	2	1	07	15	12	02	17	1	4	3	1	4	4	3	1	100	27	21	15	08	15	24	41
14	Левицький	Віталій-Андрій	Петрович	0	2	1	3	3	0	0	09	06	14	04	10	0	5	3	2	4	1	1	2	72	88	18	17	06	08	14	24
15	Матійчук	Василь	Васильович	0	0	0	0	3	0	0	47	03	01	09	01	02	0	4	0	4	4	4	-	-	04	03	-	-	-	-	
16	Мельник	Ростислав	Ігорович	0	1	4	2	2	0	0	28	15	13	03	18	1	4	1	1	4	3	1	0	100	72	15	21	09	15	24	42
17	Москович	Тарас	Русланович	3	3	5	5	3	2	0	24	11	19	13	24	3	5	2	1	4	2	5	1	100	28	23	26	17	15	32	56
18	Панасюк	Леонід	Борисович	0	1	4	3	2	4	2	16	10	08	04	14	1	4	1	1	5	2	0	2	100	27	16	22	10	13	23	37
19	Перун	Володимир	Андрійович	0	1	4	3	4	1	2	16	10	19	09	19	1	2	1	1	4	1	1	2	50	47	13	20	04	13	17	36
20	Пилипенко	Володимир	Романович	0	1	1	3	4	2	2	13	09	21	08	17	0	5	1	1	3	4	1	1	100	22	16	49	09	13	22	39
21	Покурбанич	Роман	Миколайович	1	0	4	4	2	4	2	17	06	19	10	16	0	5	2	1	3	1	0	100	-	12	23	08	15	-	-	
22	Рабчун	Олександр	Ігорович	0	1	5	3	3	1	1	14	15	17	07	22	0	3	1	1	4	1	2	-	-	12	19	08	-	-	-	
23	Репак	Назарій	Васильович	0	2	1	3	2	2	0	10	15	25	07	22	0	4	2	2	4	1	3	0	100	23	16	18	08	15	23	45
24	Романко	Остап	Андрійович	0	2	2	4	3	3	4	18	10	19	10	20	0	5	1	1	4	4	4	0	100	24	19	21	12	15	27	47
25	Савран	Ярослав	Іванович	3	1	5	3	3	5	2	22	15	22	08	23	3	5	1	1	5	4	1	2	100	17	22	25	16	15	31	54
26	Скубайло	Микола	Степанович	3	0	1	4	4	1	0	07	15	11	02	17	0	4	3	2	3	0	3	0	100	18	15	23	10	15	25	42
27	Тужанський	Ярослав	Романович	0	1	3	2	1	5	0	14	10	16	11	21	2	5	3	1	3	1	1	2	100	20	18	23	12	15	27	48
28	Турчинський	Станіслав	Вікторович	3	2	1	5	4	3	4	22	12	14	16	28	3	5	2	1	3	4	3	2	100	19	23	23	15	15	30	58
29	Шевчик	Роман	Миколайович	3		1	3	0			07	00											-	-							
30																															

МІ-24р/22

Відробка пропущених лекційних контрольних робіт

- Копія конспекту за пропущену лекцію
(якщо у журналі є порожня клітинка або Н)



Комп'ютерна логіка, частина 1

Вы зашли под именем Глухов Валерій (Выход)

Русский (ru)



[Домой](#) ► [Мои курсы](#) ► [ННІ](#) ► [ІКТА](#) ► [Комп'ютерна інженерія](#) ► [Бакалавр 1-й курс](#) ► [КЛ-1](#)

[Редактировать](#)

Administration

- Управление курсом
 - [Редактировать](#)
 - [Установки](#)
 - Пользователи
 - [Исключить из КЛ-1](#)
 - [Filters](#)
 - Отчеты
 - [Оценки](#)
 - [Резервное копирование](#)
 - [Восстановить](#)
 - [Импорт](#)
 - [Чистка](#)
 - [Банк вопросов](#)
 - [Legacy course files](#)
- Переключиться к роли...
- My profile settings
- Администрирование

Загальний

- [Загальні новини та анонси](#)
- [Відомості про викладача - Глухов В.С.](#)
- [Робоча програма 2013/2014 н.р.](#)
- [Перелік питань, які підлягають вивченню та виносяться на семестровий контроль.](#)
- [Список рекомендованої навчальної літератури](#)
- [Система оцінювання знань студентів з дисципліни](#)
- [Перелік індивідуальних завдань](#)
- [Перелік практичних робіт, передбачених робочою програмою дисципліни](#)
- [Електронні підручники, навчальні посібники та електронні варіанти навчально-методичних матеріалів](#)
- [Глосарій](#)
- [Перекладач Google](#)
- [Матеріали лекцій](#)
- [Білети та результати семестрового контролю](#)

[Search forums](#)

[Новостной форум](#)

[Наступаючіє
события](#)

[Последние
действия](#)







Тема у ВНС

[Системний адміністратор ІКТА](#)

ikta_adm@lpnu.ua

Тема 1

Вступ. Місце курсу в системі наук інформаційної сфери.

-  [Матеріали лекцій](#)
-  [Інструкції до лабораторних робіт](#)
-  [Теми семінарських занять](#)
-  [Активні ресурси змістового модуля](#)
-  [Тести для самоконтролю](#)
-  [Тести для контролю за виконанням \(захист\) практичних робіт](#)
-  [Завдання для індивідуальної роботи.](#)
-  [Інформаційні ресурси змістового модуля](#)
-  [Лекція 1](#)
-  [Тест 1](#)
-  [Методичні вказівки до практичних робіт](#)

Білет семестрової контрольної роботи

Національний університет "Львівська політехніка", ІКТА, кафедра ЕОМ
 Напрямок "Комп'ютерна інженерія"
 Навчальний предмет "Комп'ютерна логіка"

Форма № 3
 Семестр 2

Контрольна робота

Білет №

2014001

№	Питання. Якщо немає відповіді на всі питання - оцінка дорівнює 0 балів. Навести усі розрахунки. Забороняється користуватися конспектами.	Варіант відповіді	Бали (макс)
1	Кодова відстань Хеммінга	Навести рисунки і дати розгорнуту відповідь	6
2	Американські умовні позначення елементів, що реалізують функції алгебри логіки	Навести рисунки і дати розгорнуту відповідь	6
3	Латинська абетка	Навести рисунки і дати розгорнуту відповідь	6
4	Скільки біт інформації містить запис десяткового числа 86	Дати розгорнуту відповідь	10
5	Створити ефективний код для абетки з 6 літер, якщо літери зустрічаються у тексті 36, 22, 92, 96, 74 та 88 разів	Дати розгорнуту відповідь	10
6	Скільки біт (без врахування перших нулів) потрібно для запису шістнадцяткового числа 36СК	Дати розгорнуту відповідь	10
7	Мінімізувати за "1" (результат записати у вигляді ДНФ) за допомогою карти Карно ФАЛ4 f(a,b,c,d), яка у таблиці істинності на наборах з 15-го до 0-го має значення, які відповідають 16-м молодшим бітам (з 15-го до 0-го) 16-кового числа 1BC4. Значення функції на 1-, 4-, А- та D-му наборах замінити на невизначені (x).	Намалювати таблицю істинності та рисунок (рисунки) і дати пояснення	10
8	Мінімізовану у попередньому питанні ФАЛ реалізувати на елементах І, АБО, НЕ з довільною кількістю входу. Написати назви задіяних у схемі елементів та навести їхні таблиці істинності.	Намалювати таблицю істинності та рисунок (рисунки) і дати пояснення	10
9	Визначити і підкреслити, яким буде результат обчислення функції АБО-НЕ, якщо її аргументами є 4 молодших біти двійкового еквіваленту десяткового числа 9	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,А,В,С,D,E,F,10 - дати пояснення	1
10	Визначити і підкреслити, яким буде результат обчислення функції AND, якщо її аргументами є 2 молодших біти двійкового еквіваленту десяткового числа 15	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,А,В,С,D,E,F,10 - дати пояснення	1

Затверджено на засіданні кафедри ЕОМ протокол № 1 від 29.08.2013 р.

Зав.каф. ЕОМ

Мельник А.О.

Викладач

Глухов В.С.

Разом балів

70

Конспект

- Поле – для важливих приміток (дата, № лекції, № питання, NB, ...)
- Основна частина – для скороченого запису помилок, які робить викладач
 - Графічна частина
 - Текстові пояснення
- Знизу - № сторінки, Прізвище І.П.

Основні компетенції

- Досвід планування власного часу
- Досвід дотримання встановлених правил
- Вміння не заважати при цьому іншим

Внаслідок вивчення навчальної дисципліни студент повинен бути здатним продемонструвати такі **результати навчання, а саме знати та використовувати** :

- інформаційні основи комп'ютерної логіки;
- методи представлення чисел в ЦА;
- правила переведення чисел з однієї системи числення до іншої;
- алгоритми виконання основних арифметичних і логічних операцій в ЦА;
- правила виконання арифметичних і логічних операцій у різних системах числення;
- основи формальної логіки;
- форми запису логічних виразів;
- основи синтезу і мінімізації функцій алгебри логіки у різних базисах;
- правила створення схем електричних функціональних логічних вузлів цифрових схем;
- базові комбінаційні логічні вузли цифрової техніки;
- методи і засоби контролю і діагностики логічних схем.

Підготовлений фахівець повинен вміти:

- записувати, читати і розуміти логічні вирази;
- аналізувати і синтезувати ЦА в різних логічних базисах;
- володіти методами мінімізації логічних виразів;
- застосовувати набуті знання в практичній діяльності.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей (досвіду): загальних:

- З письмової комунікації (на рівні передавання складної інформації);
- З усної комунікації (на рівні передавання складних повідомлень);
- Здатність спілкуватися першою (рідною) мовою, вміння правильно, логічно, ясно будувати своє усне й писемне мовлення;
- Володіння необхідними навичками професійного спілкування другою (іноземною) мовою;

- Здатність до безперервного та активного навчання, самоосвіти, постійного підвищення кваліфікації;
- Аналітичного мислення (на рівні застосування загального аналізу);
- абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- міжособистісного спілкування; вміння працювати в команді, мотивувати людей та досягати спільної мети; розуміння та повага до різноманітності та мультикультурності;
- дій з урахуванням соціальної відповідальності та громадянських зобов'язань, з повагою ставитися до права й закону;
- визначення, формулювати та розв'язувати задачі, аналізу соціально-значущі процеси та приймати обґрунтовані рішення;
- Розв'язання проблем (на рівні розв'язання складних проблем);
- Планування та організації (на рівні планування та організація багатокomпонентної складної діяльності);
- Критичного мислення (на рівні формулювання загальних стратегій з багатовимірних стратегічних питань);
- розуміння значення інформації в сучасному суспільстві, відповідально ставитися до питань інформаційної безпеки;
- Уміння знаходити, обробляти та аналізувати інформацію з різноманітних джерел; здатність використовувати інформаційно-комунікативні технології.

Фахових компетенцій (фаховий досвід):

- Знання дискретних структур і вміння застосовувати сучасні методи дискретної математики для аналізу і синтезу складних систем виконання кодування інформаційних повідомлень, у тому числі користуючись методами побудови заводозахисних кодів та кодами Хеммінга;
- застосування теоретичних (логічних та арифметичних) основ побудови сучасних комп'ютерів та їх архітектури при рішенні професійних завдань.
- Складання логічних виразів;
- Читання і розуміння логічних виразів;
- Спрощення логічних виразів;
- Розроблення комбінаційних схем для реалізації системи перемикальних функцій у заданому елементному базисі, сформулювавши задачу її побудови у термінах теорії перемикальних функцій, виконавши мінімізацію функцій та отримавши необхідні операторні форми з урахуванням засобів уникнення збою в схемах;
- Виконання абстрактний синтезу цифрового автомата, зробивши формальний опис алгоритму його функціонування у термінах теорії цифрових автоматів та виконавши процедуру мінімізації числа станів автомата;
- Виконання структурного синтезу синхронних та асинхронних автоматів, застосовуючи способи мінімізації функцій збудження та виходів, а також уникнення збоїв в умовах використання для побудови схеми автомата заданого елементного базису, в тому числі інтегральних схем, що програмуються;
- Розроблення алгоритмів функціонування арифметичного пристрою на підставі форми представлення інформації, алгоритмів виконання арифметичних операцій в різних системах числення в умовах застосування методів контролю роботи пристрою з використанням систем автоматизованого проектування комп'ютерних засобів.

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі програмні результати навчання:

- Уміння застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Уміння адаптуватись до нових ситуацій
- Уміння ефективно працювати як автономно, так і у складі команди.
- Уміння відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягти поставленої мети
- Уміння застосовувати знання і розуміння для розв'язання задач синтезу та аналізу цифрових вузлів.
- Уміння спілкуватись включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, французькою, німецькою).
- Уміння використовувати інформаційні і комунікаційні технології для вирішення різних дослідницьких і професійних завдань.
- Уміння здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач спеціальності.
- Уміння приймати обґрунтовані рішення та оцінювати їх наслідки.
- Уміння використовувати базові знання основ філософії, психології, педагогіки в професійній і соціальній діяльності.
- Уміння сприймати критику, критикувати особистість, самокритично відноситись до своїх поступків та критикувати результати роботи.
- Уміння дотримуватися кодексу професійної етики, керуватись в поведінці моральними нормами та цінностями, дотримуватися правил етикету.
- Уміння застосовувати сучасні методи дискретної математики для аналізу, синтезу та проектування цифрових вузлів.
- Уміння застосовувати базові знання стандартів в області інформаційних технологій під час розробки цифрових вузлів.
- Уміння обробляти отримані результати, аналізувати та осмислювати їх, представляти результати роботи і обґрунтовувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному і професійному рівні
- Уміння застосовувати комп'ютерні засоби при проектуванні та створенні цифрових вузлів.
- Уміння опановувати та розробляти документацію на системи, продукти і сервіси інформаційних технологій, спілкуватись рідною мовою, професійно спілкуватись англійською мовою.
- Підготовленість до використання існуючих та розроблення нових математичних методів для вирішення задач, пов'язаних з проектуванням цифрових вузлів.

Досвід (компетенції) випускників

- конвертувати академічні знання і навички в результати практичного вирішення технічних задач;
- вирішувати складні задачі в галузі комп'ютерної техніки та ефективно **адаптуватися** у швидко мінливому середовищі;
- використовувати систематичний і методичний стиль роботи;
- застосовувати правильну **термінологію** і позначення як у **письмовій** формі так і в **усній**;
- обговорювати основні теорії та методи аналізу і обробки аналогових і цифрових сигналів з використанням правильної **термінології**;
- застосувати знання **математики** та **фізики** (у тому числі теорії ймовірності, статистики та дискретної математики, диференціального та інтегрального числення), інші досягнення науки і техніки;

Досвід (компетенції) випускників

- визначити, формулювати та проводити дослідження, направлені на вирішення інженерної задачі за допомогою відповідного огляду літератури, робити обґрунтовані висновки;
- планувати і проводити експерименти та тести, а також аналізувати та інтерпретувати отримані експериментальні дані та робити обґрунтовані висновки;
- критично мислити, аналізувати і приймати рішення, які належним чином враховують глобальні проблеми в
 - бізнесі,
 - етиці,
 - моралі,
 - суспільстві і
 - навколишньому середовищі;

Досвід (компетенції) випускників

- **проектувати** комп'ютерні системи, компоненти або процеси для задоволення бажаних потреб в рамках реалістичних обмежень:
 - економічних,
 - екологічних,
 - соціальних,
 - політичних,
 - етичних,
 - здоров'я та безпеки,
 - технологічності і
 - стійкості;

Досвід (компетенції) випускників

- розробляти та реалізовувати апаратні засоби або програмне забезпечення системи вбудованих компонентів для задоволення бажаних потреб та вимог, у тому числі:
 - продуктивності,
 - економічної ефективності,
 - безпеки,
 - маса-габаритних характеристик,
 - часу,
 - споживання,
 - ефективності і
 - ергономічності та ефективності користувальницьких інтерфейсів;

Досвід (компетенції) випускників

- розуміти **вплив** технічних рішень в **соціальному** контексті і бути в змозі ефективно реагувати на потреби сталого розвитку суспільства;
- бути в змозі оцінити **можливості** та **обмеження** теорій та методів, застосовуваних на практиці;
- працювати в **команді**;
- ефективно працювати в рамках **міждисциплінарних команд**, у тому числі вміння працювати з колегами для того, щоб розробити і побудувати комплексну комп'ютерну систему;

Досвід (компетенції) випускників

- розуміти фундаментальні засади ефективного **управління** проектами;
- **визначити, формулювати і вирішувати** технічні задачі;
- **обговорювати** концепції створення комп'ютерних системи та мереж, особливостей використання **Інтернет-технологій**;
- визначати необхідність, проектувати, впроваджувати та оцінювати життєздатність рішень для **вбудованих** комп'ютерних систем, що працюють у реальному часі;
- виявляти, формулювати, аналізувати і створювати інженерні рішення з використанням відповідних **сучасних технологій**, методів та інструментів, в тому числі і з **міжперсональним** спілкуванням;
- **доводи доцільність** та правильність обраних теорій, методів, дизайну та реалізацій;
- пояснювати та **відстоювати** методичний та системний підхід до проектування;
- **аргументувати** вибрані рішення та пояснювати їхні обмеження;
- **оцінювати** сильні і слабкі сторони різних рішень і тестів;

Досвід (компетенції) випускників

- підтримувати проектування для забезпеченням заданої функціональності за допомогою **розрахунків, моделювання** та імплементації результатів моделювання;
- **комбінувати варіанти** об'єднання **апаратного і програмного** забезпечення для отримання бажаної функціональності комп'ютерної системи;
- **комбінувати загальнотехнічні та специфічні** рішення при роботі з комп'ютерними системами;
- представляти результати досліджень у вигляді **презентацій, публікації та / або доповідях** на конференціях та семінарах;

Досвід (компетенції) випускників

- демонструвати розуміння та дотримуватися професійних та етичних обов'язків;
- мати уявлення, розуміти необхідність та дотримуватися особистої чесності, професійної етики та культурної свідомості;
- розуміти і нести професійну, етичну і моральну відповідальність;
- ефективно спілкуватися та обмінюватися технічною інформацією в різних форматах і різними способами (усно, письмово, електронними засобами) як із спеціалістами так і з неспеціалістами в галузі Комп'ютерної інженерії;

Досвід (компетенції) випускників

- визначити власні потреби в навчанні і планувати та здійснювати **своє власне навчання** в **різних** середовищах навчання;
- самостійно **набувати** ширшої освіти, необхідної для розуміння впливу інженерних рішень в
 - глобальному,
 - економічному,
 - екологічному та
 - соціальному значеннях;
- визнавати необхідність і здатність займатися **самоосвітою** протягом **усього життя**;
- **розвиватися** і підтримувати на належному сучасному рівні необхідні знання, а також відповідний рівень компетентності в сучасних наукових технологіях так, щоб бути в змозі формулювати і вирішувати нові технічні задачі і далі розвивати і підтримувати свої професійні навички **впродовж усієї кар'єри**;
- розуміти необхідність, прагнути до **безперервного навчання**, бути винахідливим і здатним **прийняти глобальні виклики** та використати всі можливості, щоб зробити позитивний вплив на суспільство;

Досвід (компетенції) випускників

- демонструвати знання **сучасних проблем**;
- розуміти і використовувати методи, навички та сучасні інженерні інструменти необхідні для інженерної практики з відповідними міркуваннями щодо **забезпечення**:
 - громадського здоров'я та безпеки,
 - культурних,
 - соціальних,
 - моральних,
 - екологічних обмежень.

Спеціальний досвід (компетенції) випускників

- Проектування вбудованих комп'ютерні систем для
 - споживчих товарах
 - медичних пристроях
 - системи керування для автомобілів, літаків і поїздів
 - телекомунікацій,
 - фінансових операцій,
 - інформаційних систем

Спеціальний досвід (компетенції) випускників

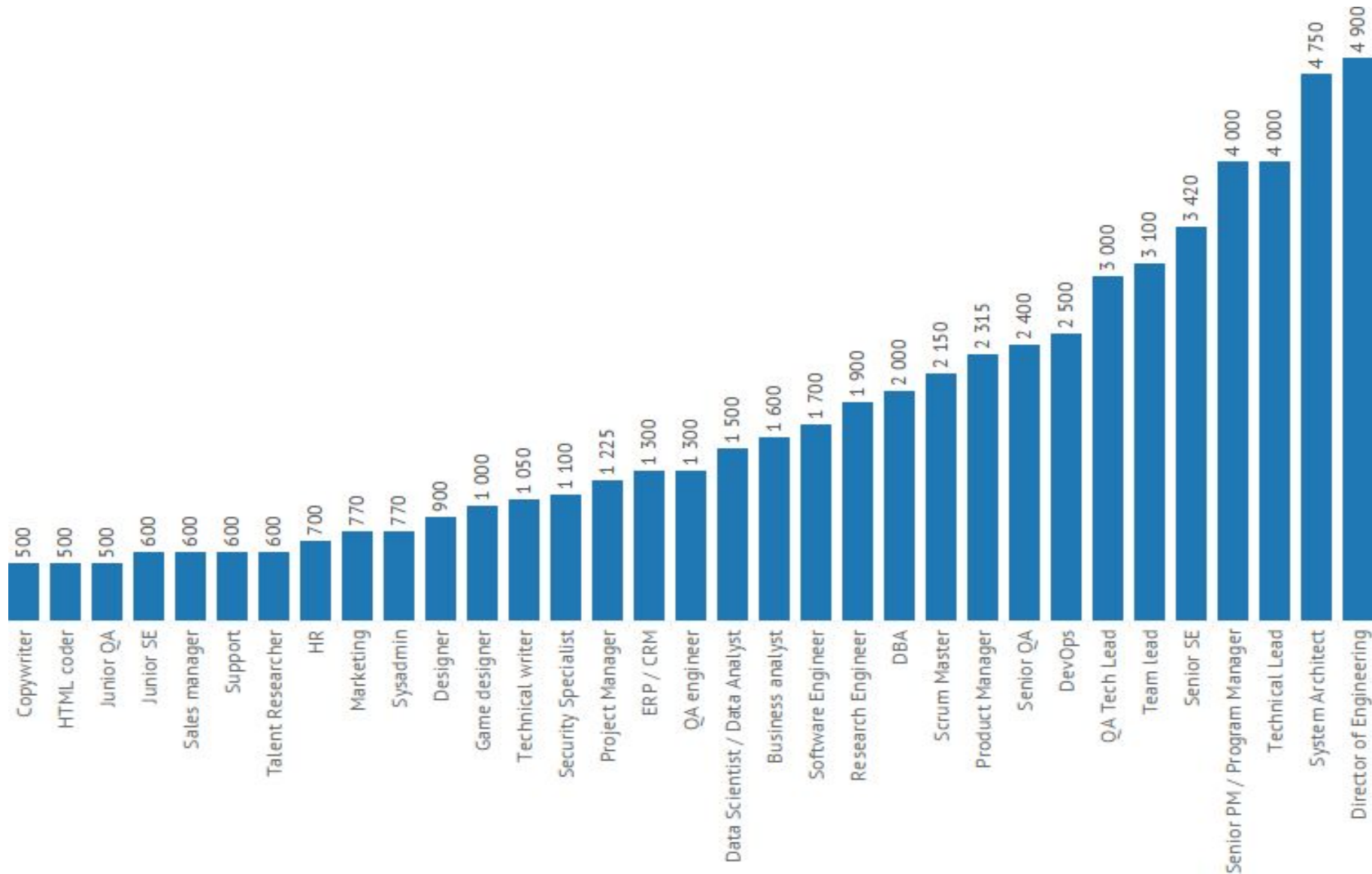
- апаратно-програмні інтерфейси;
- проектування НВІС;
- проектування цифрових, аналогових та змішаних схем;
- автоматизація проектування;
- тестування та діагностика;
- комп'ютерні мережі;
- вбудовані комп'ютерні системи;
- розробка програмного забезпечення для широкого кола задач;
- кібер-фізичні системи;
- мови програмування: JAVA, C++, C, Assembly, VHDL, Matlab, Python;
- операційні системи Android, iOS, UNIX, Linux, Windows.

Придбані в ВНЗ навички, що стали в нагоді в найбільшій мірі у професійній діяльності (Head Hunter Україна, 2017)

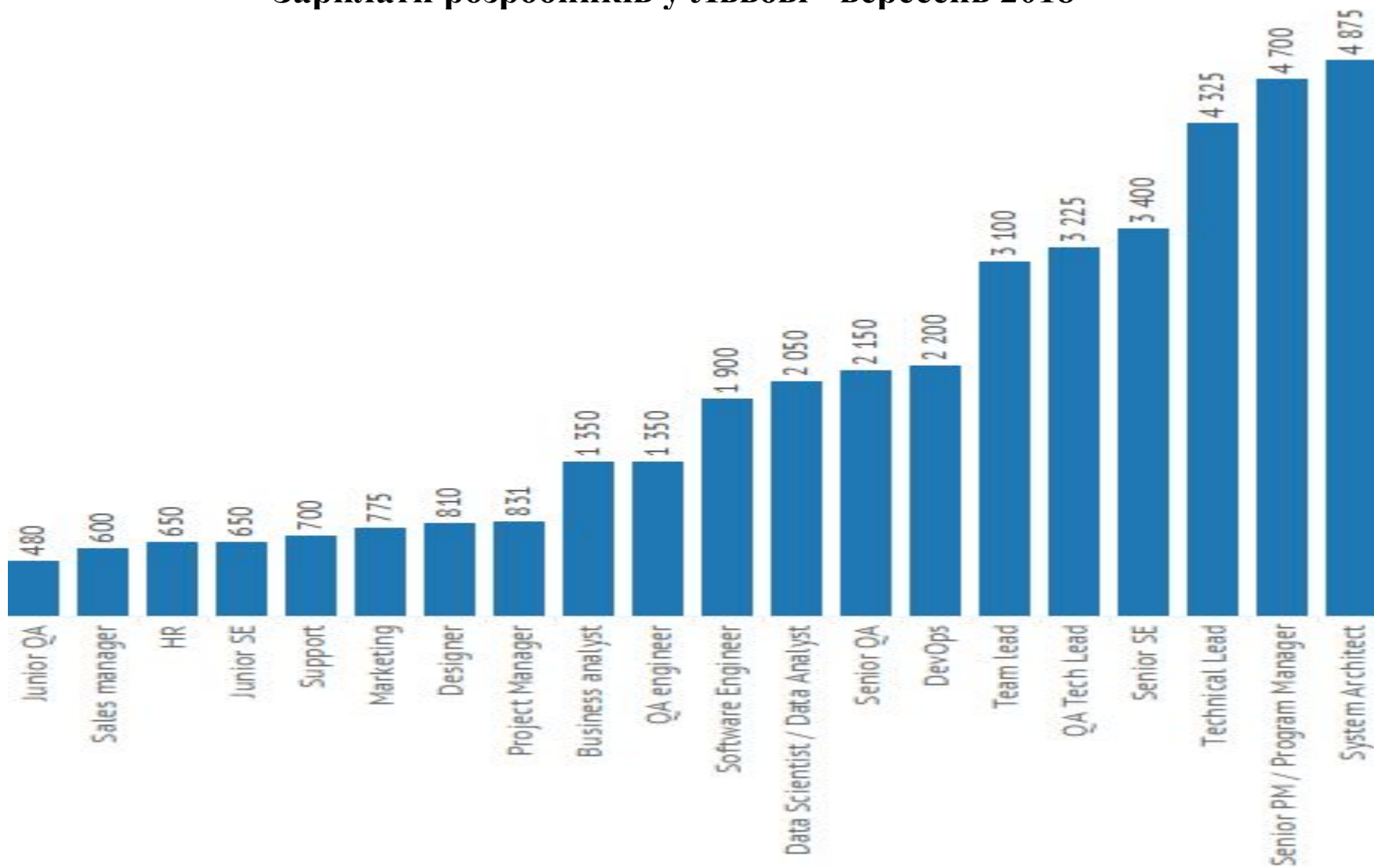
- 49% респондентів відзначили вміння знаходити вихід з будь-якої ситуації
- 46% відзначили корисним навиком критичне мислення
- 41% - вміння знаходити підхід до різних людей
- 39% заявили про важливість теоретичних знань
- 25% - практичних навичок
- 22% - робота в команді,
- 18% - навички самопрезентації
- 15% - правильного управління часом
- 13% - університетські контакти

Зарплати розробників України - вересень 2018

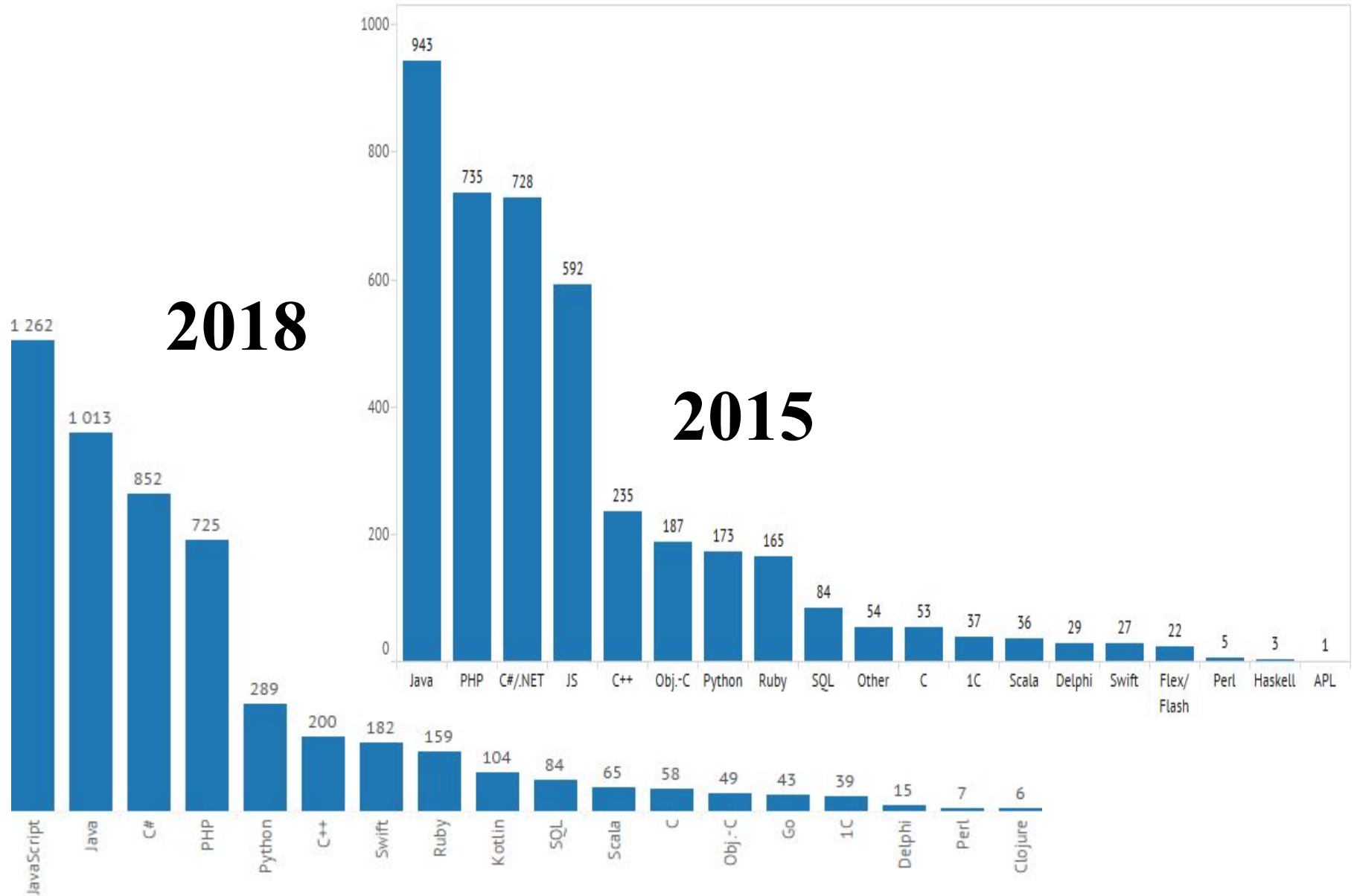
<https://dou.ua/lenta/articles/salary-report-june-july-2018/?from=special>



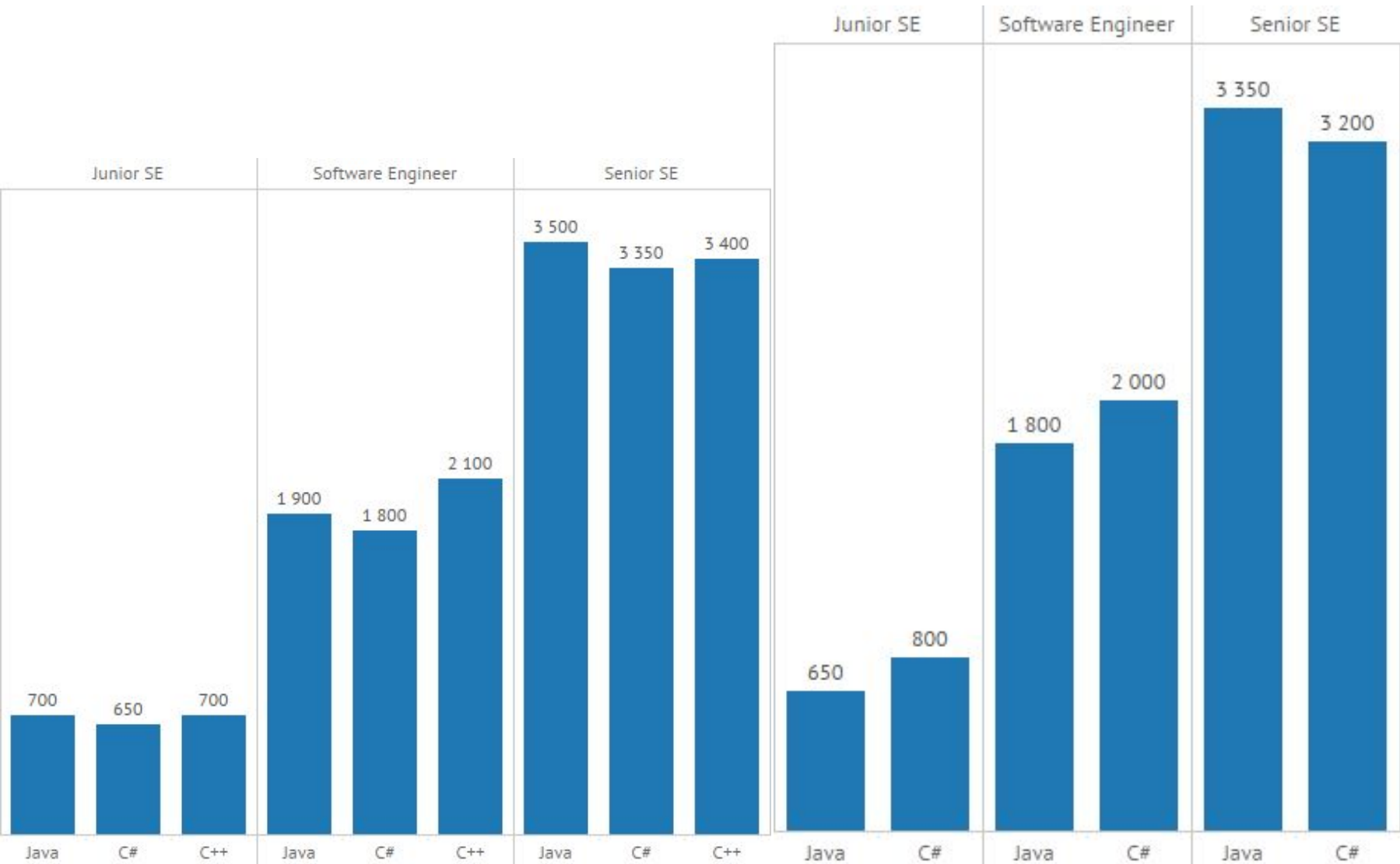
Зарплати розробників у Львові - вересень 2018



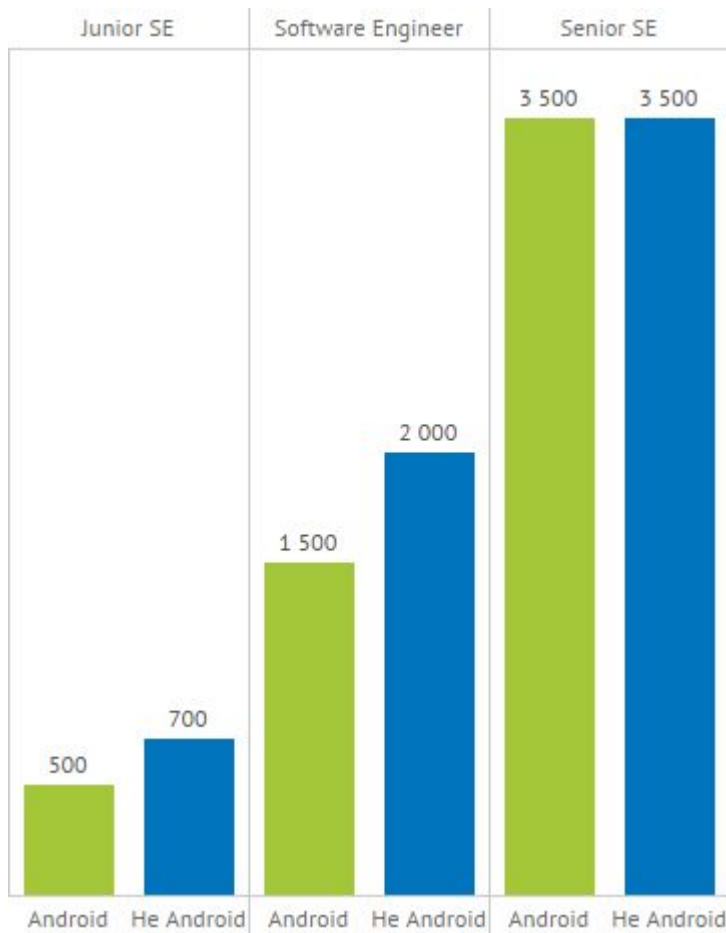
Популярність мов програмування



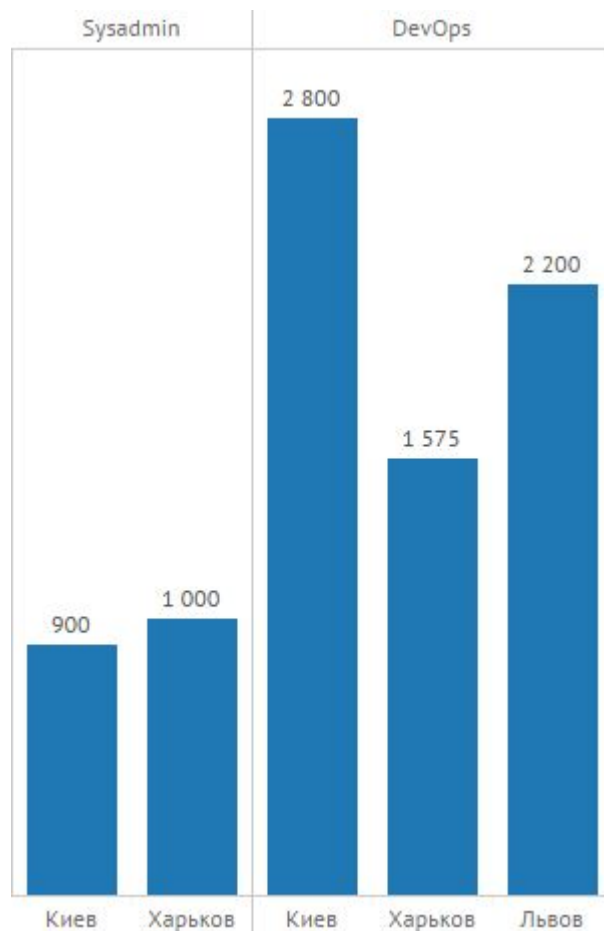
Зарплати Java, C# и C++ разработчиков (Украина, Львов, 2018 г.)



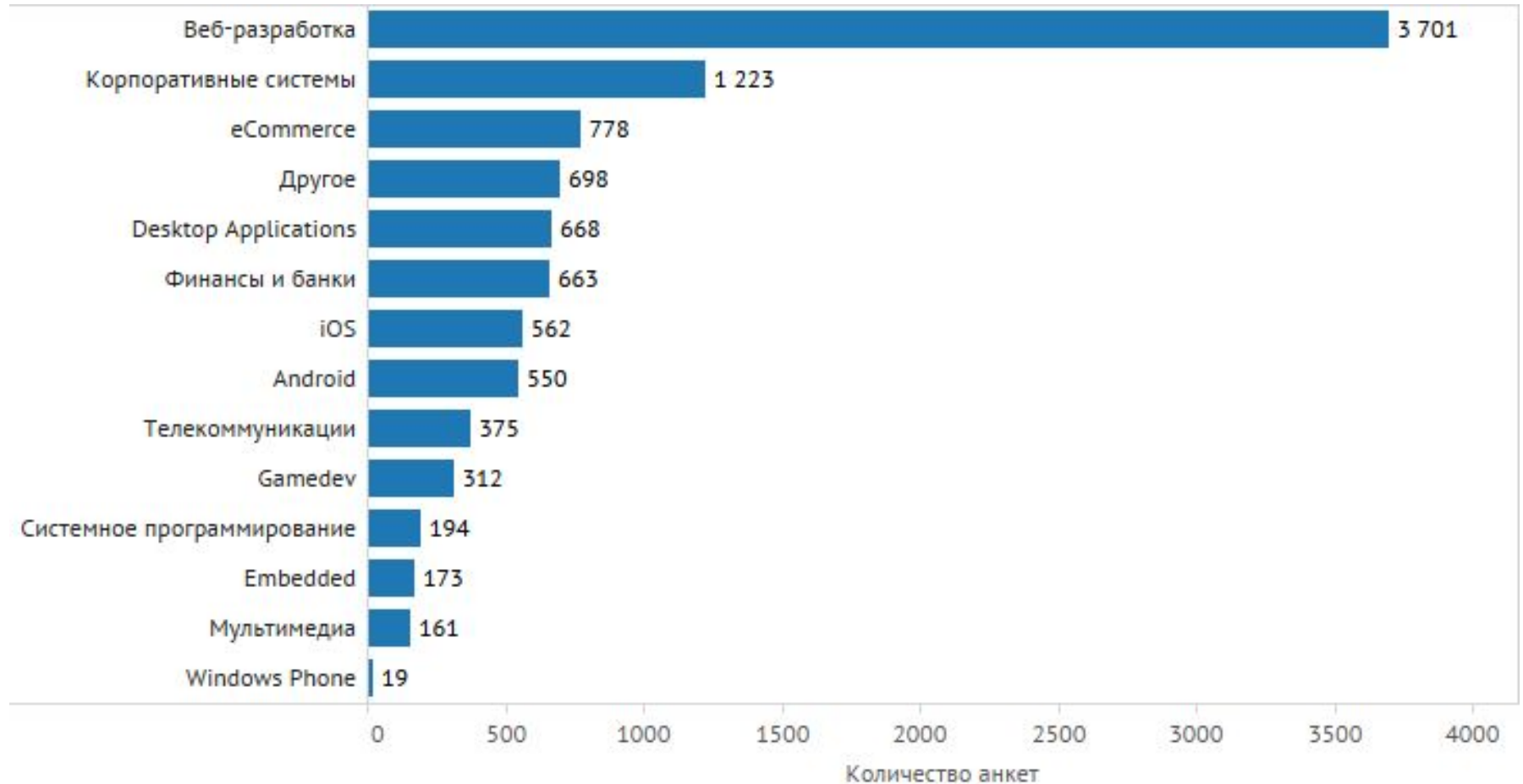
Зарплати Java Android и Java не-Android разработчиков (Украина, 2018 г.)



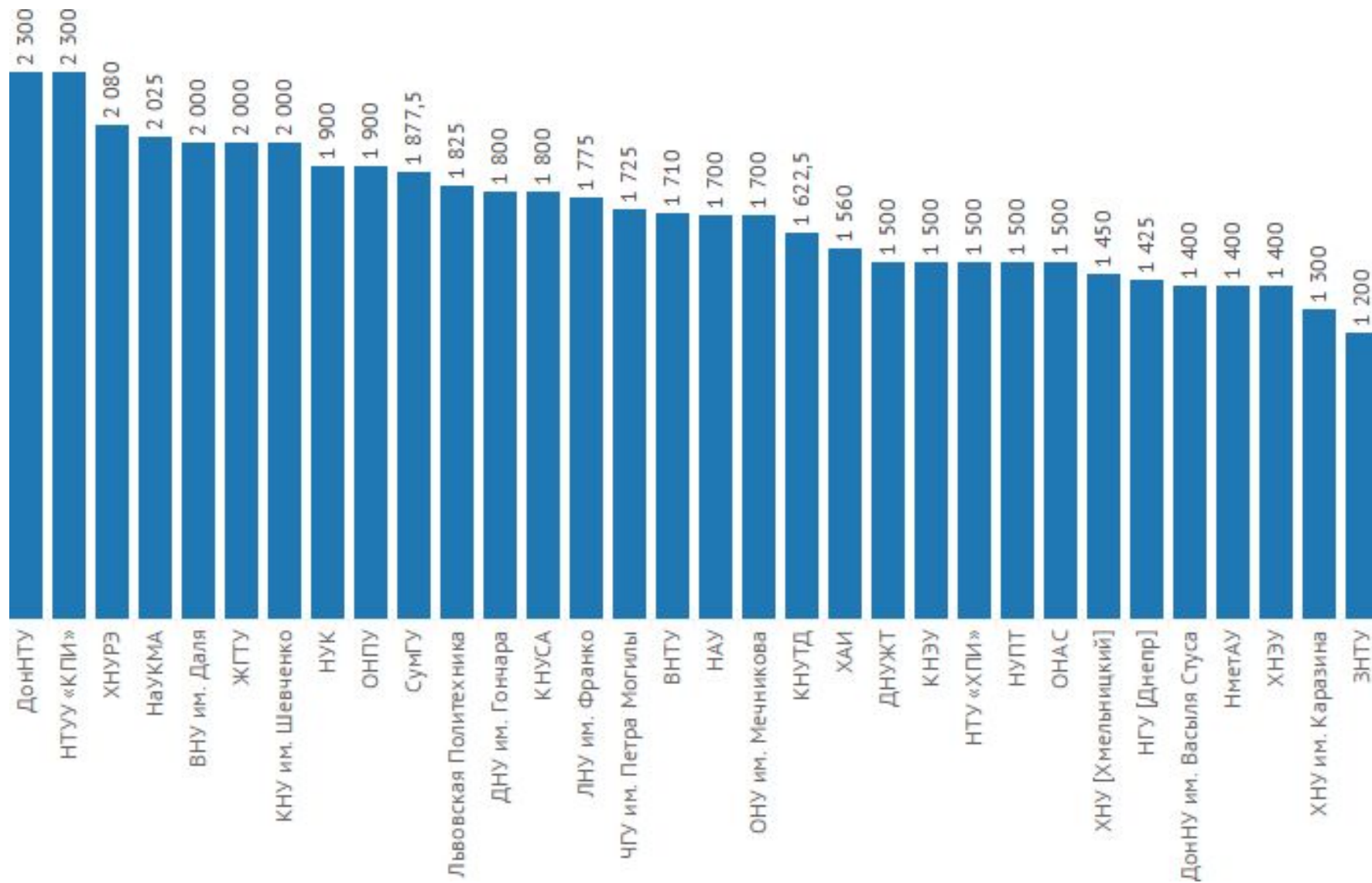
Зарплати сисадминов и DevOps-инженеров (2018 р)



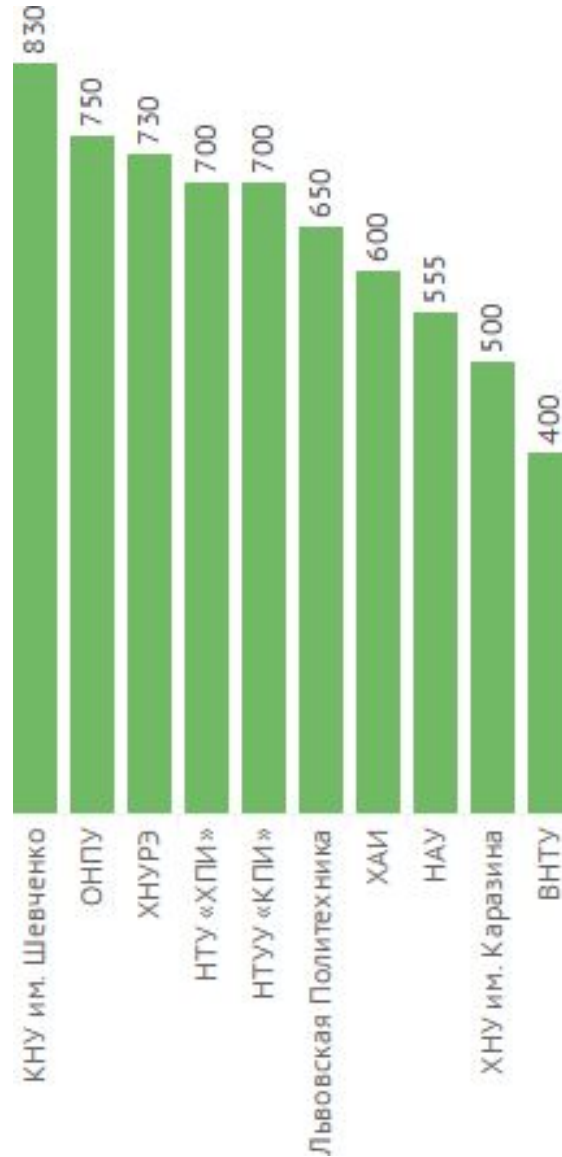
Розподіл по предметних областях



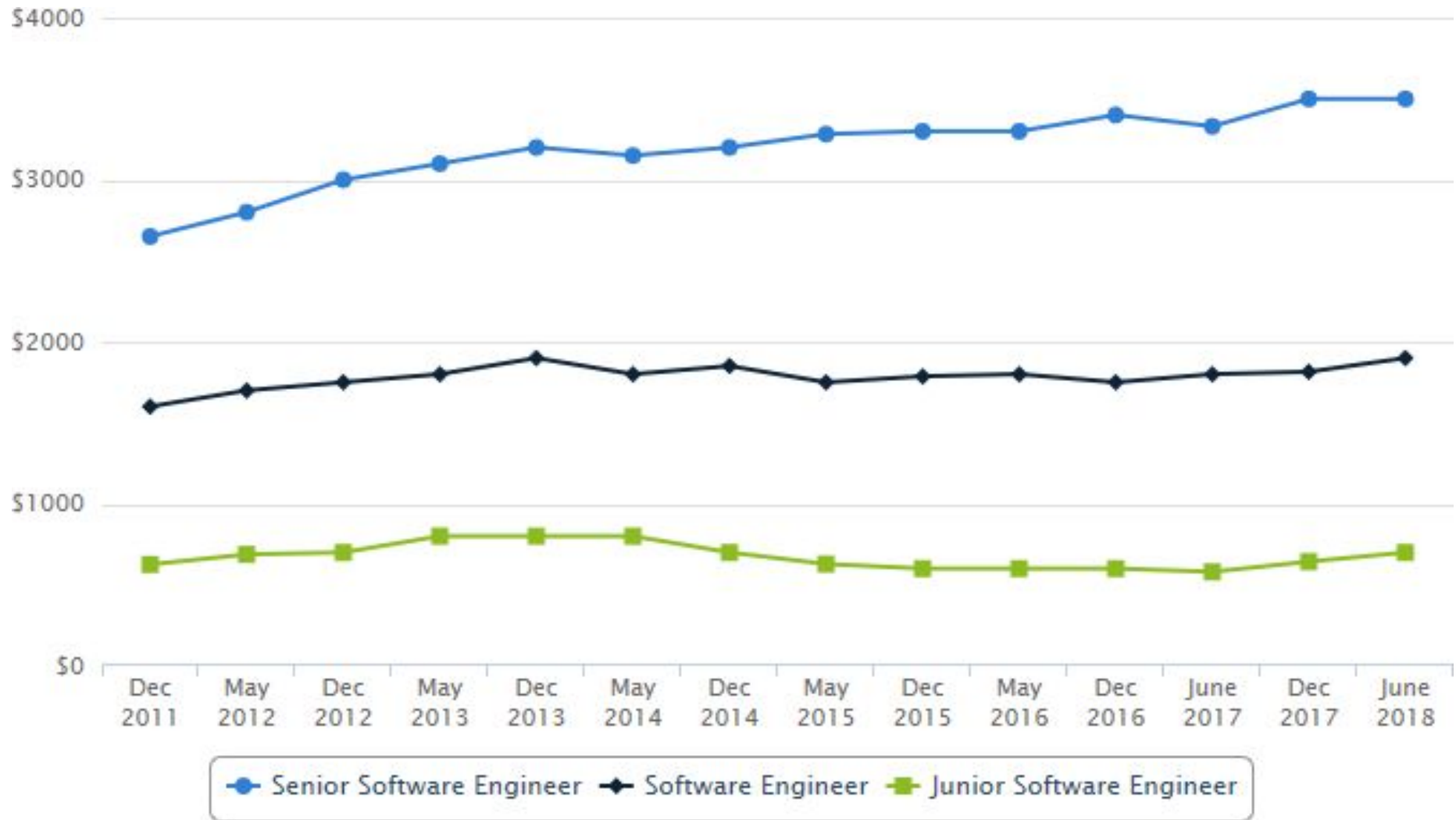
Зарплати випускників вузів (2018 р)



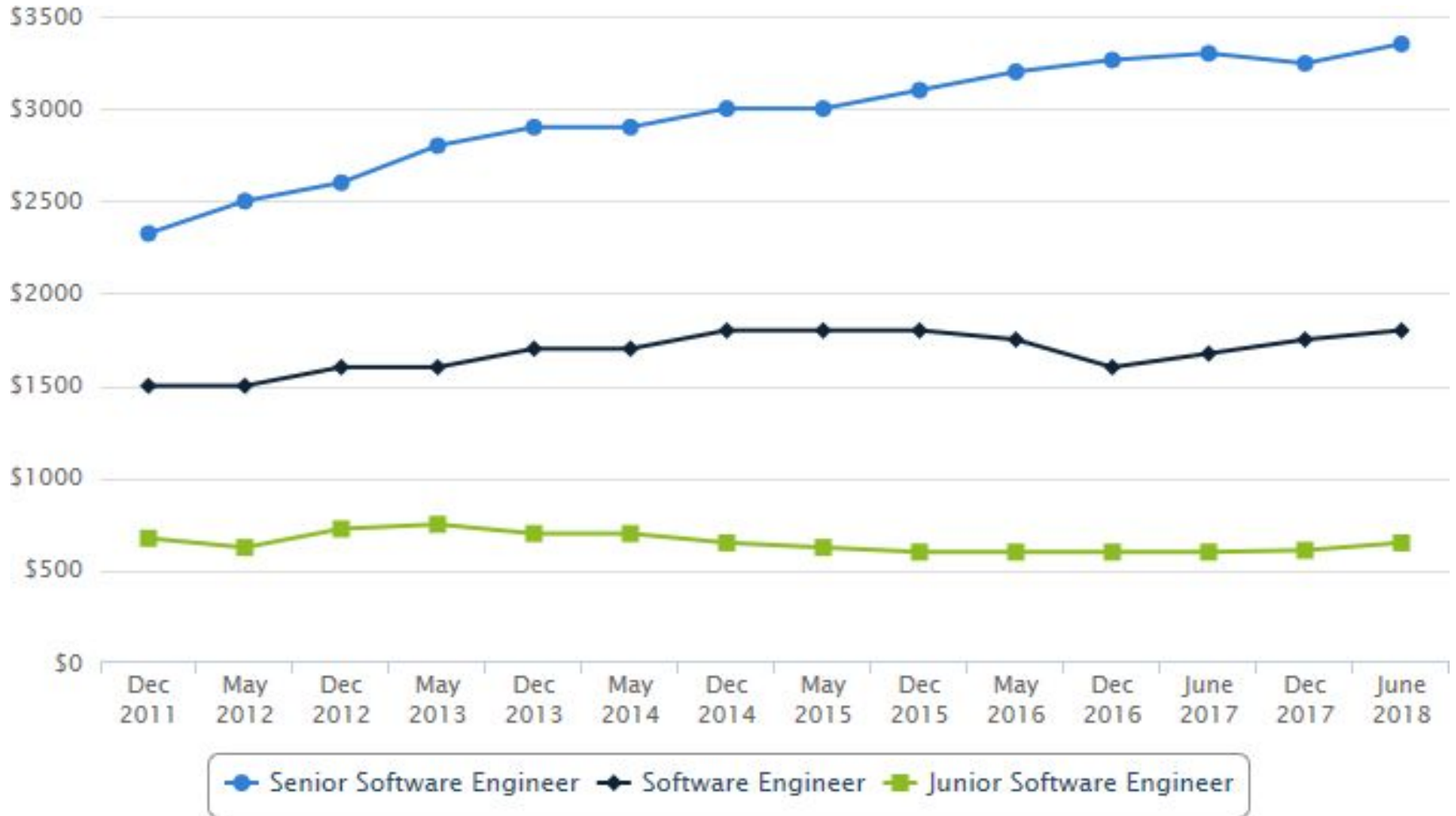
Зарплаты студентов вузов, 2018 г.



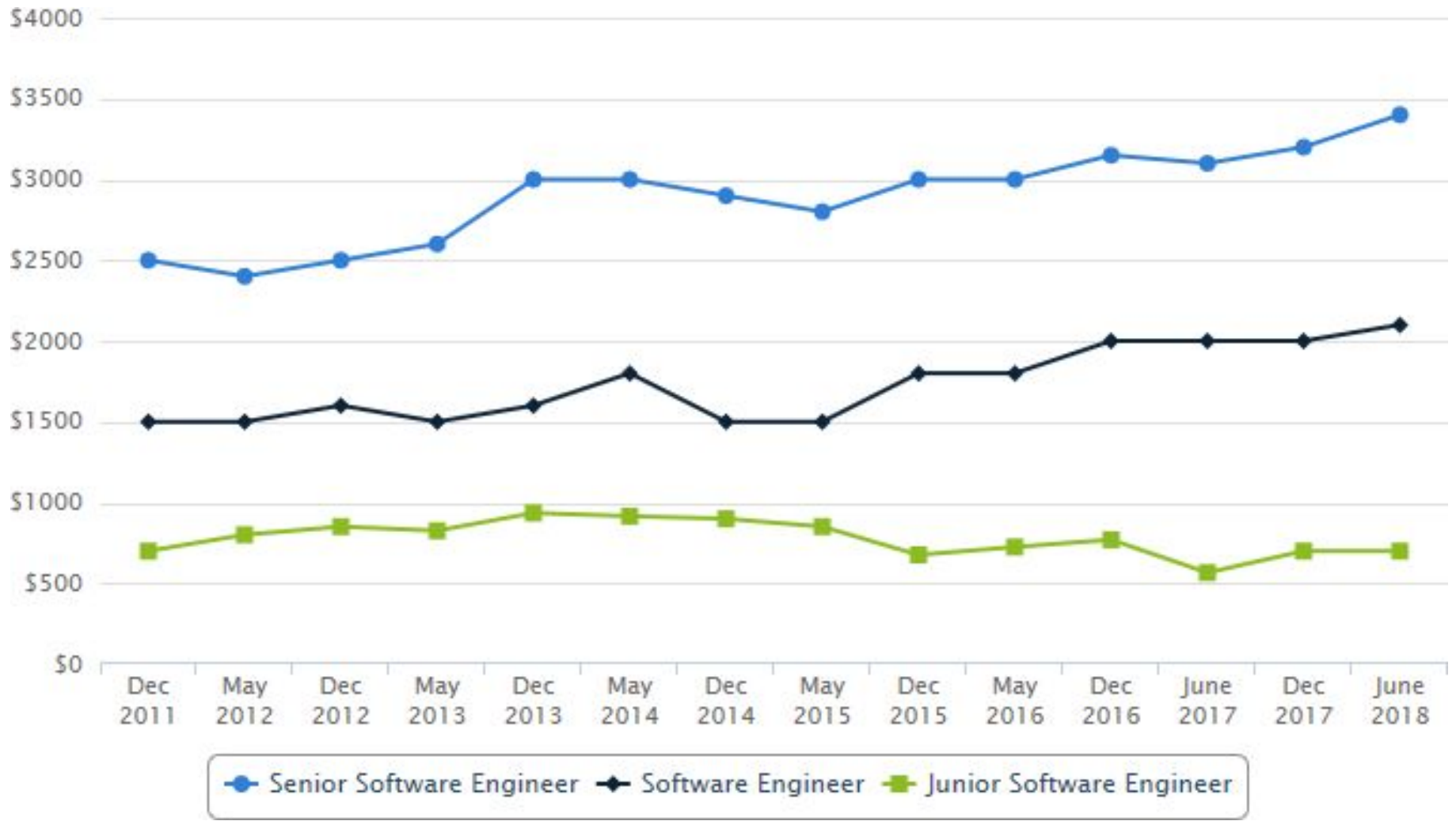
Динамика зарплат, Java



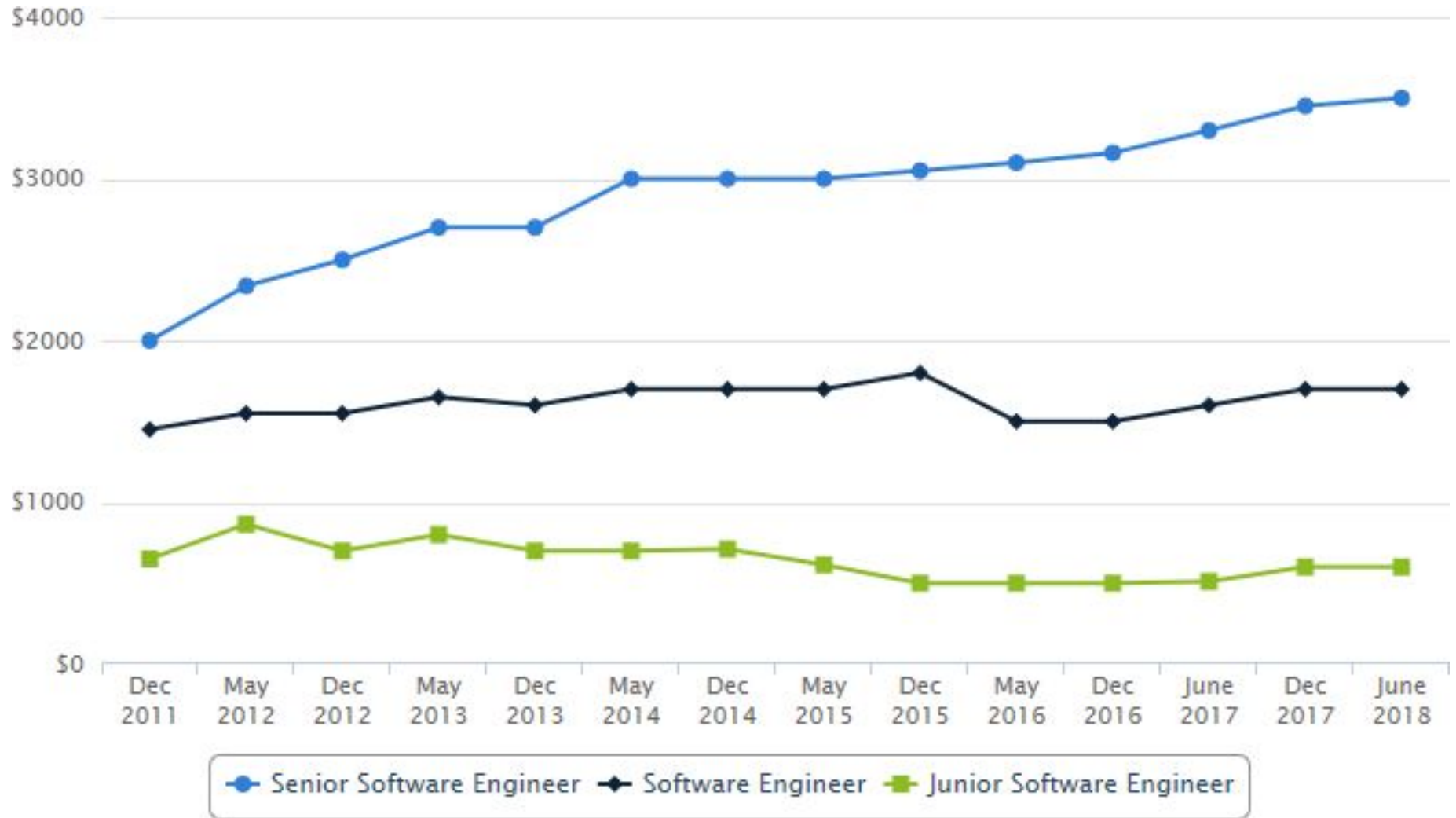
Динамика зарплат, C#/.NET



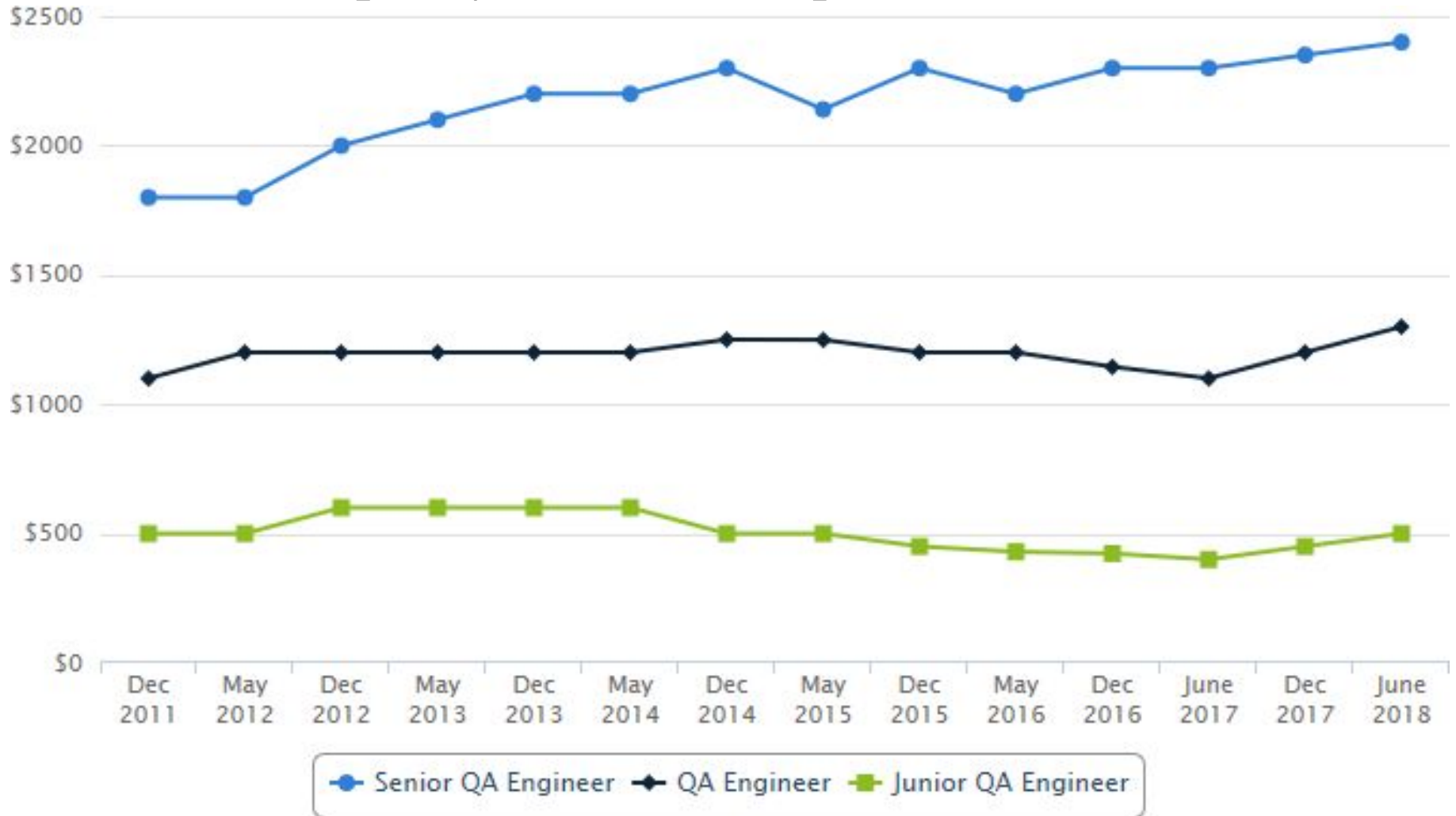
Динамика зарплат, C++



Динамика зарплат, JavaScript



Динамика зарплат, QA (quality assurance - гарантія якості)



У Львові приблизно 150 ІТ-компаній (Інформаційні Технології)
50 найбільших ІТ-компаній України (що працюють у Львові, 2018 р.)

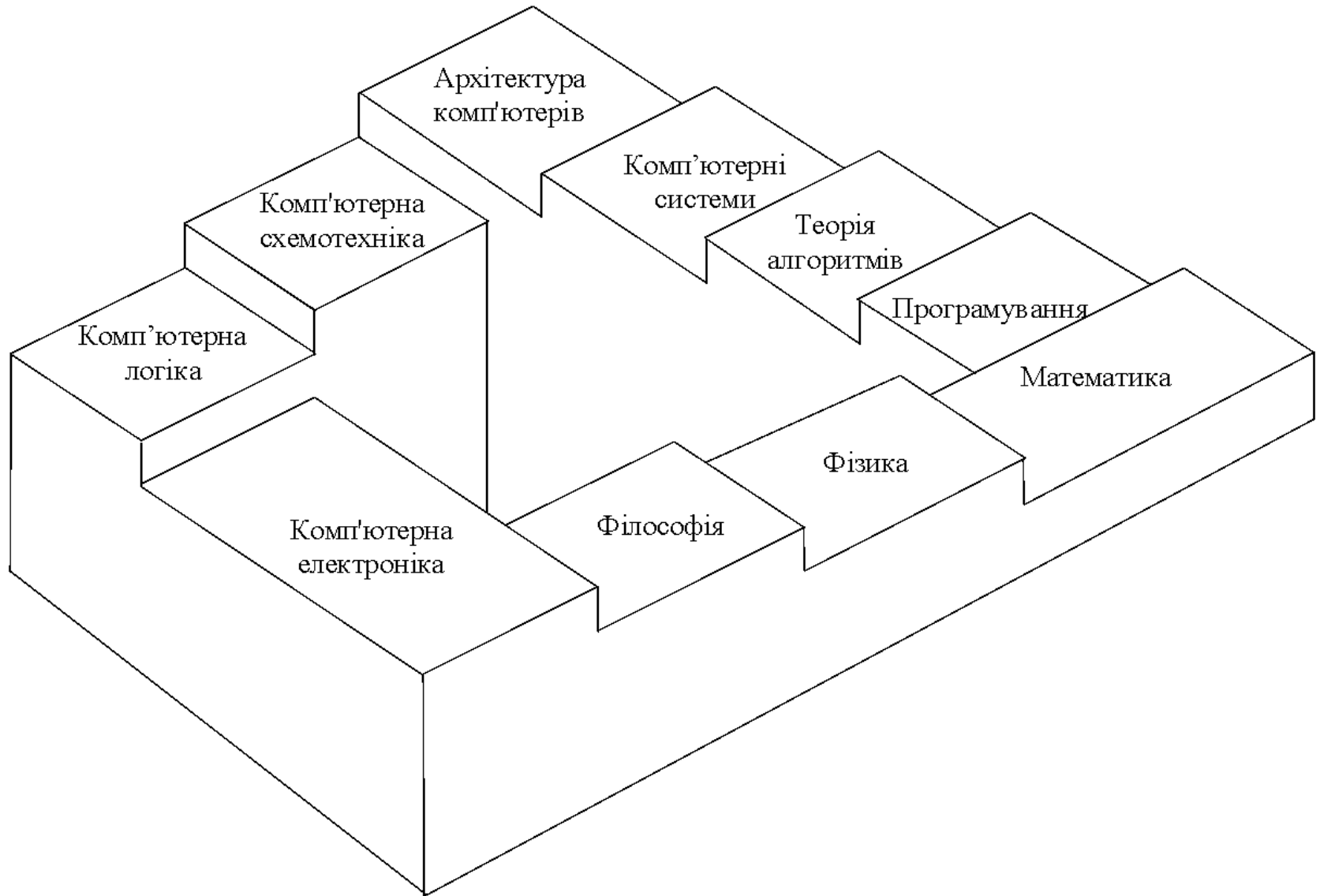
№	Компанія	Спеціалісти в Україні	Δ 01.01/07.31	Технічні спеціалісти	Вакансії в Україні
1	EPAM	5500	+700	4900	128
2	SoftServe	4863	+258	3896	200
4	GlobalLogic	3367	+362	3107	355
5	Ciklumzz	2456	-37	2124	238
6	Infopulse	1614	+153	1301	115
8	DataArt	1230	+84	1097	143
9	ELEKS	1192	+37	952	54
11	ZONE3000	1000	+100	250	49
15	Sigma/Software	847	+67	667	104
16	Intellias	820	+160	720	80
18	N-iX	745	+75	670	71
19	Plarium	723	+3	297	9
20	Lohika	718	+48	573	31
22	ISD	700		650	10
24	GeeksForLess/Inc.	646	+15	593	15
29	Gameloft	600	-50		26
32	Oracle	505	+2	455	14
34	Svitla/Systems. Inc.	500		400	50
39	TemplateMonster	420	+20	210	15
46	CoreValue	376	+20	314	19
50	Intetics/Inc.	320	+20	263	58

GlobalLogic

Список вимог, на які в компанії GlobalLogic звертається особлива увага при відборі:

- Профільна технічна освіта
- Математичний склад розуму
- Англійська на рівні Pre-intermediate - Intermediate+
- Базові знання мов програмування - C та C++
- Знання алгоритмів
- Розуміння особливостей структур даних
- Навички роботи з “залізом”
- Знання теорії операційних систем - основні компоненти ОС
- Розуміння стандартної системи роботи з проектами і досвід роботи з класичним тулсетом девелопера (Git, Jira)
- Практичний досвід (лабораторні роботи, курсові, виконані практичні заняття на базі STM, власні проекти з посиланням на Git, де їх можна переглянути) буде великим плюсом
- Вміння швидко вчитись

Комп'ютерна логіка і „Комп'ютерна інженерія”



Лінгвістичні основи – грецька абетка

Α α — альфа	Β β — бета
Γ γ — гамма	Δ δ — дельта
Ε ε — епсилон	Ζ ζ — дзета
Η η — ета	Θ θ — тета
Ι ι — йота	Κ κ — каппа
Λ λ — лямбда	Μ μ — мю
Ν ν — ню	Ξ ξ — ксі
Ο ο — омікрон	Π π — пі
Ρ ρ — ро	Σ σ ς — сигма
Τ τ — тау	Υ υ — іпсилон
Φ φ — фі	Χ χ — хі
Ψ ψ — псі	Ω ω — омега

Лінгвістичні основи – латинська абетка

Літера	Назва	Літера	Назва
A a	а	N n	ен
B b	бе	O o	о
C c	це	P p	пе
D d	де	Q q	ку
E e	е	R r	ер
F f	еф	S s	ес
G g	ге, же	T t	те
H h	га, аш	U u	у
I i	і	V v	ве
J j	йот, жі	W w	дубль ве
K k	ка	X x	ікс
L l	ель	Y y	іпсилон, ігрек
M m	ем	Z z	зет (зета)

Математичні основи

Просте число — це натуральне число, яке має рівно два різних натуральних дільники (лише 1 і саме число).

- 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103, 107, 109, 113, 127, 131, 137, 139, 149, 151, 157, 163, 167, 173, 179, 181, 191, 193, 197, 199, 211, 223, 227, 229, 233, 239, 241, 251, 257, 263, 269, 271, 277, 281, 283, 293, 307, 311, 313, 317, 331, 337, 347, 349, 353, 359, 367, 373, 379, 383, 389, 397, 401, 409, 419, 421, 431, 433, 439, 443, 449, 457, 461, 463, 467, 479, 487, 491, 499, 503, 509, 521, 523, 541, 547, 557, 563, 569, 571, 577, 587, 593, 599, 601, 607, 613, 617, 619, 631, 641, 643, 647, 653, 659, 661, 673, 677, 683, 691, 701, 709, 719, 727, 733, 739, 743, 751, 757, 761, 769, 773, 787, 797, 809, 811, 821, 823, 827, 829, 839, 853, 857, 859, 863, 877, 881, 883, 887, 907, 911, 919, 929, 937, 941, 947, 953, 967, 971, 977, 983, 991, 997...

Таблиця множення

ТАБЛИЦЯ МНОЖЕННЯ			
2	3	4	5
$2 \times 1 = 2$	$3 \times 1 = 3$	$4 \times 1 = 4$	$5 \times 1 = 5$
$2 \times 2 = 4$	$3 \times 2 = 6$	$4 \times 2 = 8$	$5 \times 2 = 10$
$2 \times 3 = 6$	$3 \times 3 = 9$	$4 \times 3 = 12$	$5 \times 3 = 15$
$2 \times 4 = 8$	$3 \times 4 = 12$	$4 \times 4 = 16$	$5 \times 4 = 20$
$2 \times 5 = 10$	$3 \times 5 = 15$	$4 \times 5 = 20$	$5 \times 5 = 25$
$2 \times 6 = 12$	$3 \times 6 = 18$	$4 \times 6 = 24$	$5 \times 6 = 30$
$2 \times 7 = 14$	$3 \times 7 = 21$	$4 \times 7 = 28$	$5 \times 7 = 35$
$2 \times 8 = 16$	$3 \times 8 = 24$	$4 \times 8 = 32$	$5 \times 8 = 40$
$2 \times 9 = 18$	$3 \times 9 = 27$	$4 \times 9 = 36$	$5 \times 9 = 45$
$2 \times 10 = 20$	$3 \times 10 = 30$	$4 \times 10 = 40$	$5 \times 10 = 50$
6	7	8	9
$6 \times 1 = 6$	$7 \times 1 = 7$	$8 \times 1 = 8$	$9 \times 1 = 9$
$6 \times 2 = 12$	$7 \times 2 = 14$	$8 \times 2 = 16$	$9 \times 2 = 18$
$6 \times 3 = 18$	$7 \times 3 = 21$	$8 \times 3 = 24$	$9 \times 3 = 27$
$6 \times 4 = 24$	$7 \times 4 = 28$	$8 \times 4 = 32$	$9 \times 4 = 36$
$6 \times 5 = 30$	$7 \times 5 = 35$	$8 \times 5 = 40$	$9 \times 5 = 45$
$6 \times 6 = 36$	$7 \times 6 = 42$	$8 \times 6 = 48$	$9 \times 6 = 54$
$6 \times 7 = 42$	$7 \times 7 = 49$	$8 \times 7 = 56$	$9 \times 7 = 63$
$6 \times 8 = 48$	$7 \times 8 = 56$	$8 \times 8 = 64$	$9 \times 8 = 72$
$6 \times 9 = 54$	$7 \times 9 = 63$	$8 \times 9 = 72$	$9 \times 9 = 81$
$6 \times 10 = 60$	$7 \times 10 = 70$	$8 \times 10 = 80$	$9 \times 10 = 90$

Математичні основи

$(m + n) \cdot k = m \cdot k + n \cdot k$ - дистрибутивний закон

$(a + b) + c = a + (b + c)$ – асоціативний закон

$ab = ba$ – комутативний закон

$$a^n = \underbrace{a \cdot a \cdot a \dots a}_n$$

$$\log_a b = x \Leftrightarrow a^x = b$$

$$a^n \cdot a^m = a^{n+m}$$

$$a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$$

$$\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$$

$$\frac{a^x}{a^y} = a^{x-y}$$

$$a^0 = 1$$

$$\log_a(bc) = \log_a b + \log_a c$$

$$\log_a b^m = m \log_a b$$

$$a^{-x} = \frac{1}{a^x}$$

$$a^1 = a$$

Математичні основи

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (n - 1) \cdot n$$

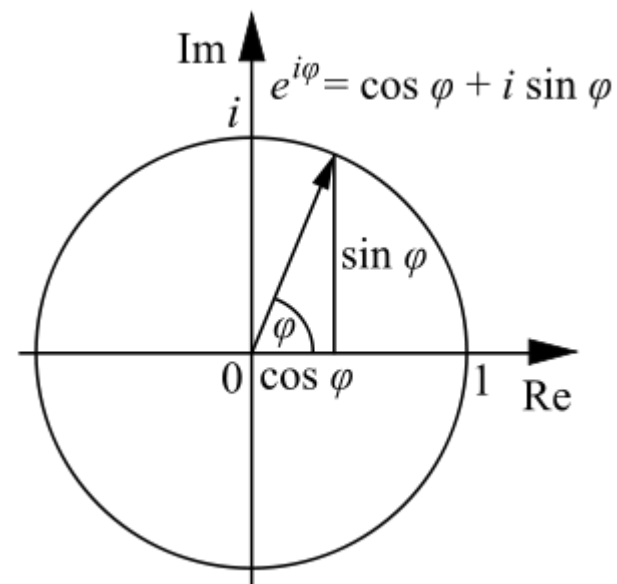
$$0! = 1$$

Σ	Σ	Сума, сума ряду	$\sum_{k=1}^n a_k$ означає «сума a_k , де k приймає значення від 1 до n », а саме $a_1 + a_2 + \dots + a_n$. $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$ означає суму ряду, що складається з a_k .	$\sum_{k=1}^4 k^2 =$ $= 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2$ $= 30$
		«Сума ... по ... від ... до ...»		
		Арифметика, Математичний аналіз		
Π	Π	Добуток	$\prod_{k=1}^n a_k$ означає «добуток a_k для усіх k від 1 до n », а саме $a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n$	$\prod_{k=1}^4 (k + 2) =$ $= 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 360$
		«Добуток ... по ... від ... до ...»		
		Арифметика		

Символ	Наближене значення	Назва
0	0	нуль
1	1	одиниця, Unity
i	$\sqrt{-1}$	уявна одиниця
π	$\approx 3,141\ 592\ 653\ 589\ 793\ 238\ 462\ 643\ 383\ 279\ 502\ 88$	π , константа Архімеда
e	$\approx 2,718\ 281\ 828\ 459\ 045\ 235\ 360\ 287\ 471\ 352\ 662\ 49$	константа Непера, число Ейлера, основа натурального логарифма

Математичні ОСНОВИ – математичні КОНСТАНТИ

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$



Математичні основи – модульна арифметика

Два цілих числа a і b називаються рівними (конгруентними) за модулем n , якщо при цілочисельному діленні на n вони мають однакові залишки. Рівність чисел a і b за модулем n записують так:

$$a \equiv b \pmod{n}$$

Еквівалентні визначення.

Різниця $a-b$ ділиться на n націло. Тобто $a - b = kn$, де k — якесь ціле число.

Число a може бути записано у вигляді $a = b + kn$, де k — якесь ціле число.

$$\mathbb{N} \bmod(\pm M) = \pm \mathbb{R}$$

10	2	8	16
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

Системи
числення
 $8 = 2^3$

$$16 = 2^4$$

Позиційні системи числення

Системы счисления				
Десятичная	Двоичная	Восьмеричная	Шестнадцатеричная	Двоично-десятичная
0	0	0	0	0000
1	1	1	1	0001
2	10	2	2	0010
3	11	3	3	0011
4	100	4	4	0100
5	101	5	5	0101
6	110	6	6	0110
7	111	7	7	0111
8	1000	10	8	1000
9	1001	11	9	1001
10	1010	12	A	00010000
11	1011	13	B	00010001
12	1100	14	C	00010010
13	1101	15	D	00010011
14	1110	16	E	00010100
15	1111	17	F	00010101
16	10000	20	10	00010110

Степені 2

n	2^n			
	10-ва система числення	2-ва система числення	16-ва система числення	8-ва система числення
10	1024	10000000000	400	2000
9	512	1000000000	200	1000
8	256	100000000	100	400
7	128	10000000	80	200
6	64	1000000	40	100
5	32	100000	20	40
4	16	10000	10	20
3	8	1000	8	10
2	4	100	4	4
1	2	10	2	2
0	1	1	1	1
-1	0,5	0,1	0,8	0,4
-2	0,25	0,01	0,4	0,2
-3	0,125	0,001	0,2	0,1
-4	0,0625	0,0001	0,1	0,04
-5	0,03125	0,00001	0,08	0,02
-6	0,015625	0,000001	0,04	0,01
-7	0,007813	0,0000001	0,02	0,004
-8	0,003906	0,00000001	0,01	0,002
-9	0,001953	0,000000001	0,008	0,001
-10	0,000977	0,0000000001	0,004	0,0004

Фізичні основи

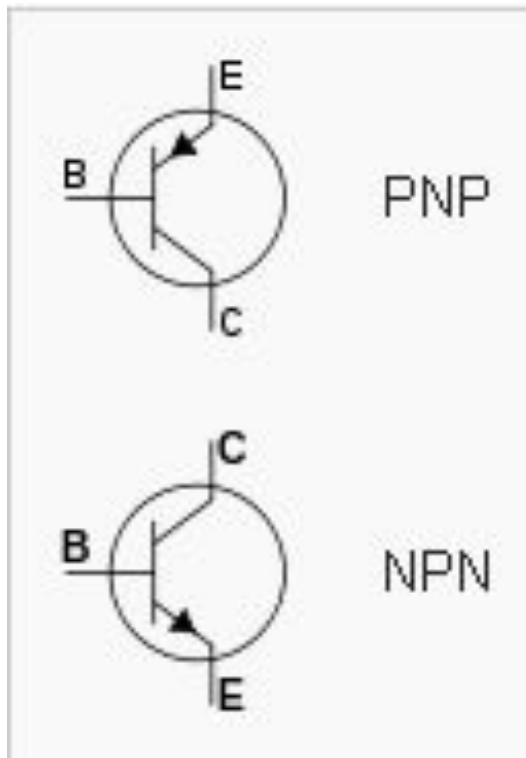
Напруга U (В), струм I (А), потужність P (Вт),
опір R (Ом), ємність C (Ф), індуктивність L
(Гн)

Закон Ома $I = U/R$

Потужність $P = UI$

Основи електроніки

Транзистори – біполярні та польові

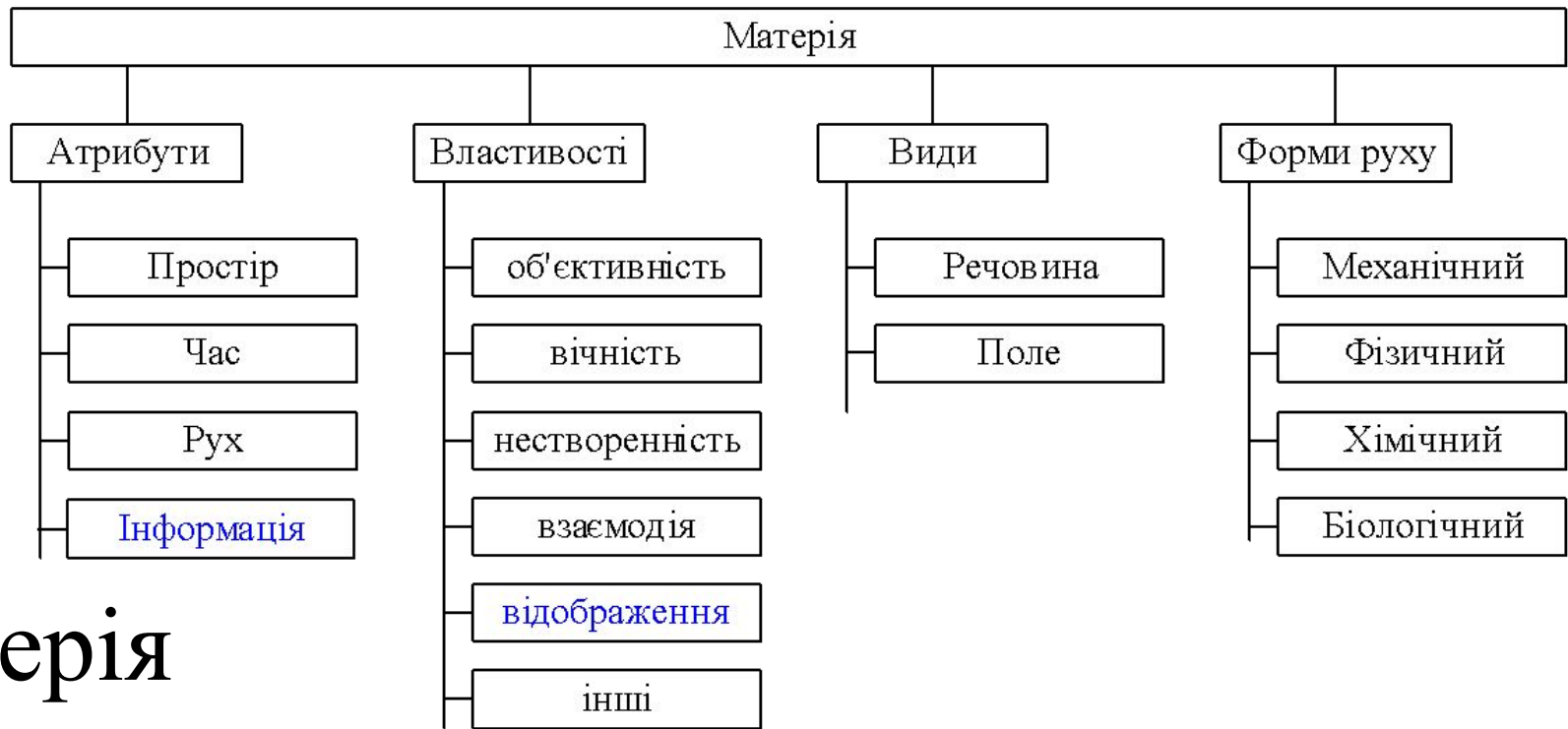


Швидкість, продуктивність

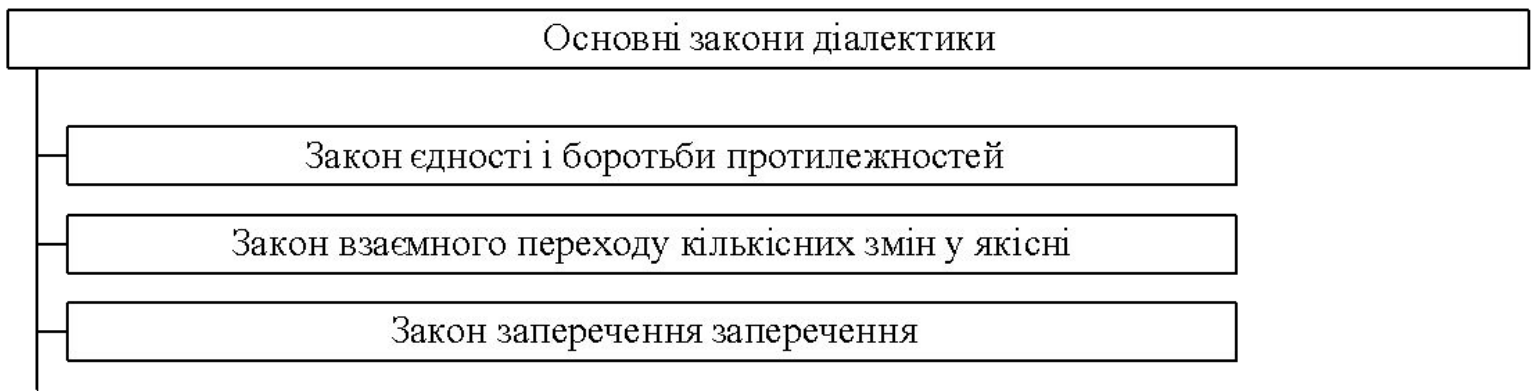
- $v = F/t$ (F – шлях, об'єм води, кількість операцій, кількість інформації, ...)
- $v = (F_k - F_n) / (t_k - t_n) = \Delta F / \Delta t$
- $\Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow dt$
- $v = dF / dt$ – перша похідна

Філософські основи

- **Матерія** - філософська категорія для позначення об'єктивної реальності, яка дана людині у відчуттях її, яка копіюється, фотографується, відображується нашими відчуттями, існуючи незалежно від них
- **Категорія** — загальне філософське поняття, яке відображає універсальні властивості і відношення об'єктивної дійсності, загальні закономірності розвитку всіх матеріальних, природних і духовних явищ.
- **Діалектика** (грец. διαλεκτική — «мистецтво сперечатись», «міркувати») — метод філософії, що досліджує категорії розвитку.
- **Атрибут** – невід'ємна характеристика



Матерія



Відображення

- **Відобра́ження** — загальна властивість, що виявляється в здатності матеріальних систем відтворювати визначеність інших матеріальних систем у формі зміни власної визначеності в процесі взаємодії з ними.
- Приватними і специфічними формами відображення є **інформація**, відчуття і свідомість.
- Загальне поняття **інформації** подано у філософії, де під нею розуміють **відображення реального світу**.

Інформація

- **Інформація** - Відомості про факти, концепції, об'єкти, події та ідеї, які в даному контексті мають цілком певне значення (ДСТУ ISO/IEC 2382-5:2005 Інформаційні технології. Словник термінів. Частина 5. Подання даних)
- **Інформація** – це поняття, що пов'язано з об'єктивною властивістю матеріальних об'єктів і явищ (процесів) породжувати різноманіття станів, які за допомогою взаємодії (фундаментальні взаємодії) передаються до інших об'єктів та відображаються в їх структурі. (В.М. Глушков, М.М. Амосов «Енциклопедія кібернетики», Київ. 1975 р.)
- Концепція (лат. conceptio — розуміння) — система поглядів, те або інше розуміння явищ і процесів; єдиний, визначальний задум.

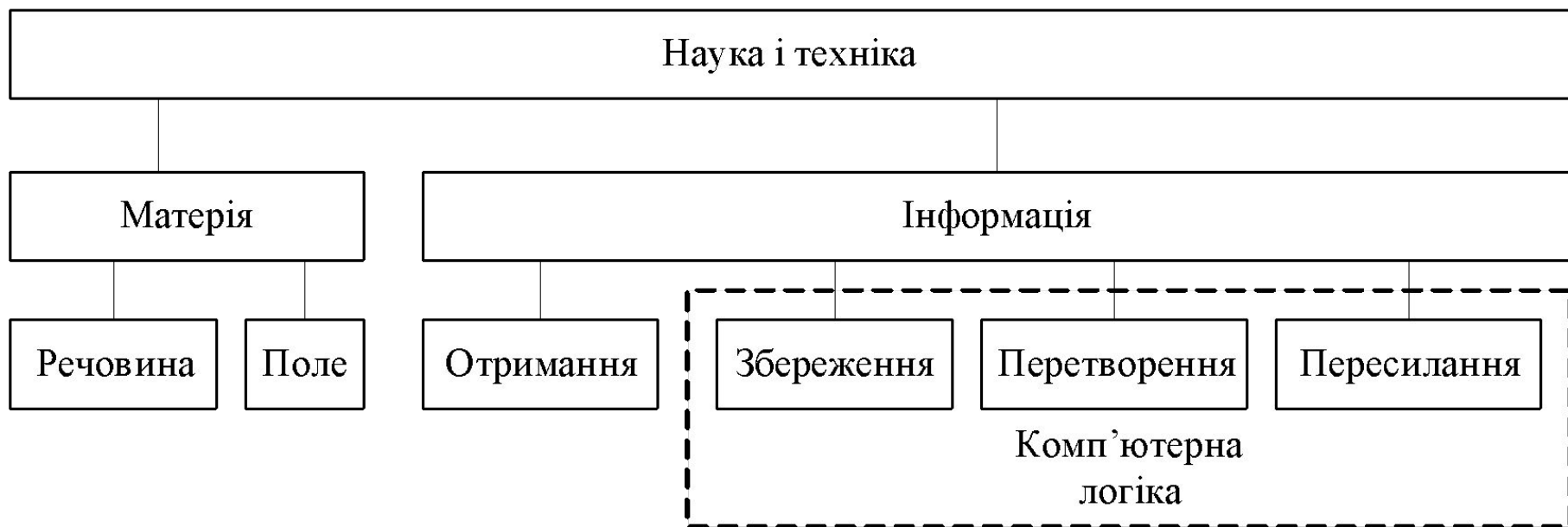
Стандарти АААА NNNN-Ч:УУУУ

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

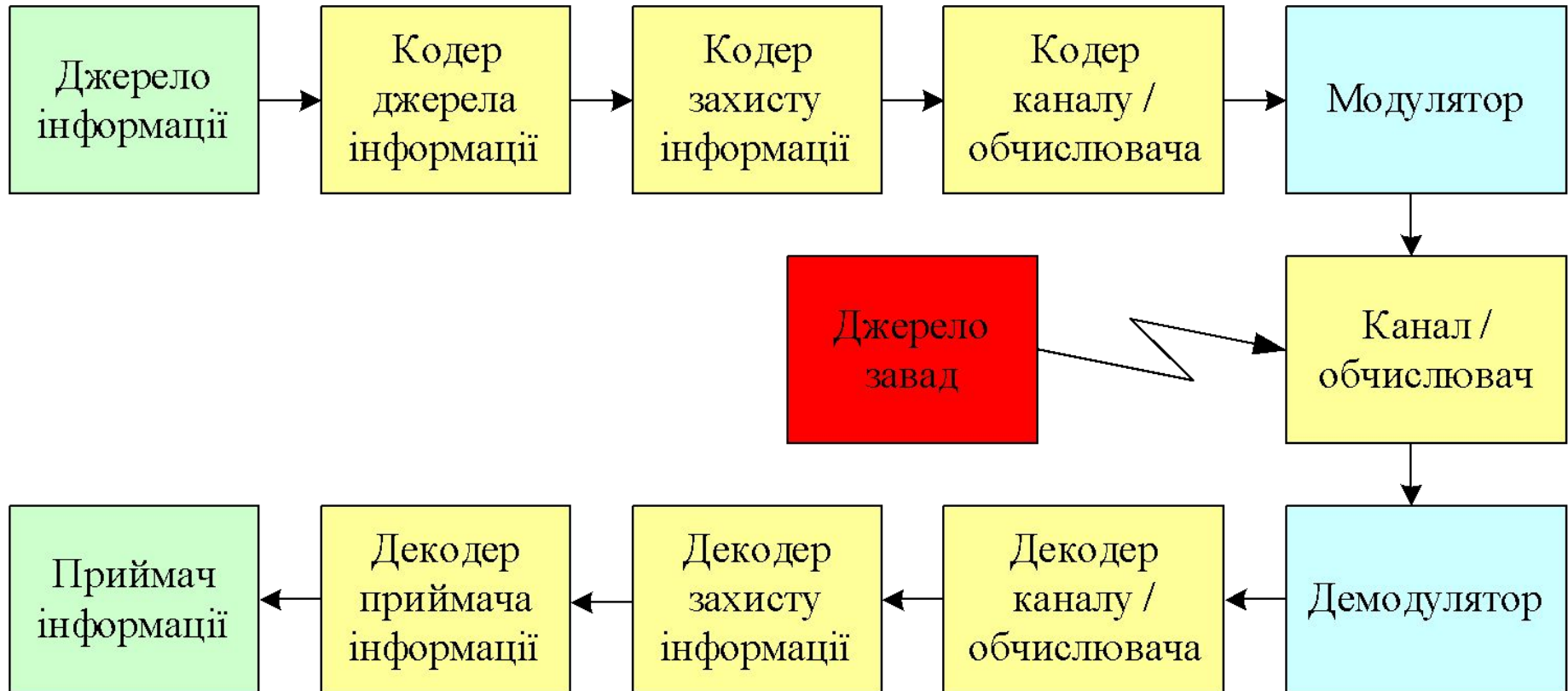
Властивості інформації



Комп'ютерна логіка у системі наук інформаційної сфери



Структурна схема процесу передачі або оброблення інформації



Кодек, Модем

- Кодек = кодер + декодер
- Модем = Модулятор + демодулятор

Баланс швидкостей

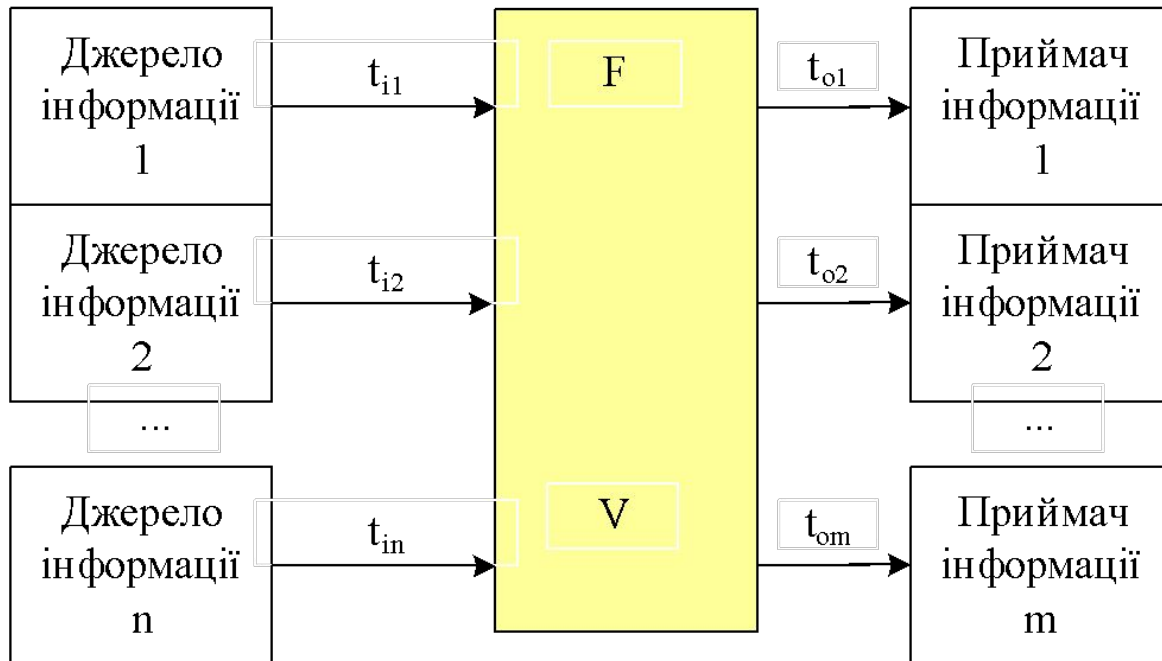
$$v_i = v_{i1} + v_{i2} + \dots + v_{in}$$

$$v_o = v_{o1} + v_{o2} + \dots + v_{om}$$

Повинно бути: $v_i \leq v_o$.

Інакше швидкість заповнення пам'яті буде

$$v = v_i - v_o > 0$$



Функції кодера джерела інформації



1. Перетворення неелектричних величин в електричні
2. Перетворення інформації в дані - аналого-цифрове перетворення інформації
3. Усунення надлишковості інформації

Дані

- **Дані** - Інформація, представлена у вигляді, придатному для обробки автоматичними засобами при можливій участі людини
- **Дискретний** - Визначення, що відноситься до даних, представлених окремими елементами, наприклад, знаками або фізичними величинами, які приймають кінцеве число цілком певних значень
- **Числовий** - Визначення, що відноситься до даних, які складаються з чисел
- **Цифровий** - Визначення, що відноситься до даних, які складаються з цифр
- **Аналоговий** - Визначення, що відноситься до даних, які представлені безперервними значеннями будь-якої фізичної змінної

ДСТУ 3044-95 ПОДАННЯ ДАНИХ Терміни та визначення

[ISO/IEC/IEEE 24765-2010 Systems and software engineering — Vocabulary](#)

[ISO/IEC 2382:2015 Information technology — Vocabulary](#)

ДСТУ ISO/IEC 2382-5:2005 Інформаційні технології. Словник термінів.
Частина 5. Подання даних

Кодування

- Кодування даних Кодування
Процес побудови даних з елементів скінченої множини за встановленими правилами
- кодовий набір
Скінчена множина елементів, з яких будують дані при кодуванні
- алфавіт
Кодовий набір, в якому встановлено відношення порядку
- кодон
Елемент кодового набору
- Код даних Код
Система, утворена кодовим набором і правилами, за якими з елементів цього кодового набору будують дані при кодуванні

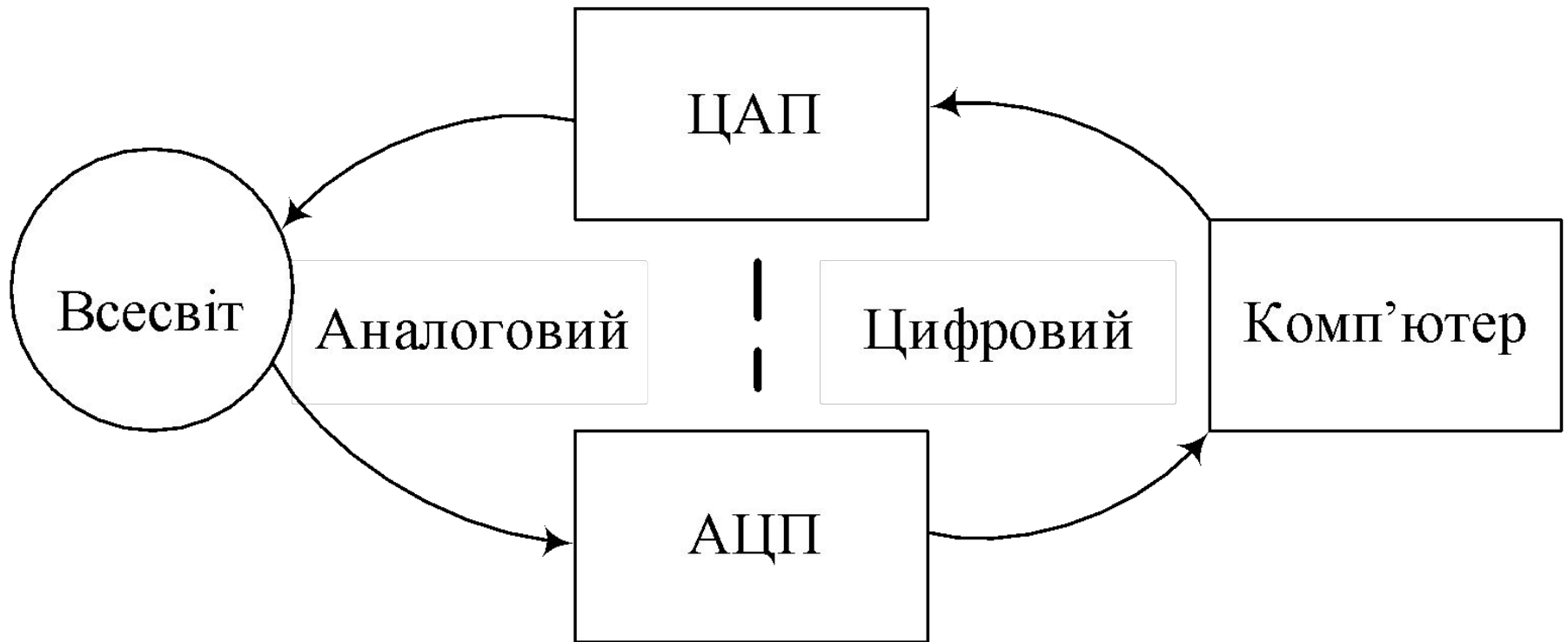
Сигнал та повідомлення

- Фізичне явище, наявність, відсутність або зміна якого представляє Дані.
- Сигнал - матеріальний носій інформації, який використовується для передачі повідомлень в системі зв'язку.
- Сигнал може генеруватися, але його прийом не обов'язковий, на відміну від повідомлення, яке розраховане на прийняття приймаючою стороною, інакше воно не є повідомленням.
- Сигналом може бути будь-який фізичний процес, параметри якого змінюються відповідно до переданого повідомлення.

АЦП та ЦАП (ADC and DAC)

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач



Порівняння аналогових та цифрових методів обробки інформації

Характеристика	Аналогові способи	Цифрові способи
Швидкодія	+	-
Універсальність	-	+
Мікромініатюризація	-	+
Точність	-	+
Масштабування	-	+
Передача у просторі	-	+
Передача у часі (пам'ять)	-	+
Програмування	-	+
Надійність	-	+
Тестування, відлагодження, діагностика	-	+

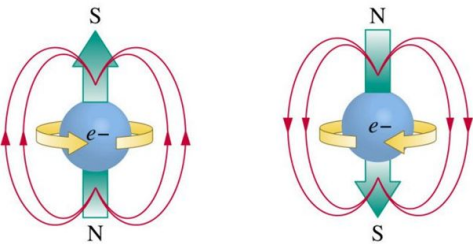
Найпоширеніший аналоговий обчислювач (комп'ютер, помножувач)



$$\text{Кут повороту} = U * I * t * k$$

Найновіший аналоговий обчислювач (квантовий комп'ютер)

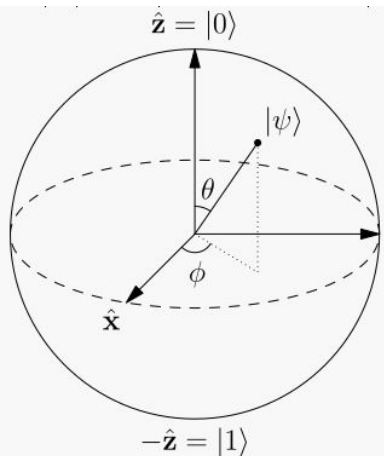
$|0\rangle, |1\rangle, \dots, |N-1\rangle$ - Запис Дірака. $|\psi\rangle = \sum_{j=0}^{N-1} \lambda_j |j\rangle$ - хвильова функція



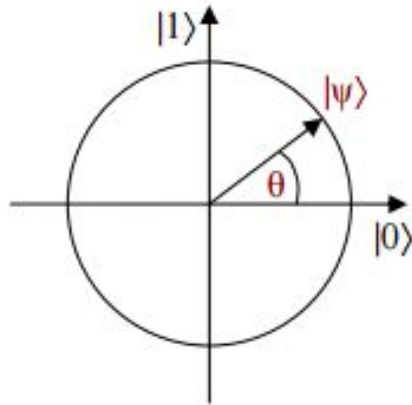
- Спін електрона

$P = \sum_{i=0}^{N-1} \lambda_i^2 = 1$ - Сума імовірностей

Ілюстрація поведінки кубіта



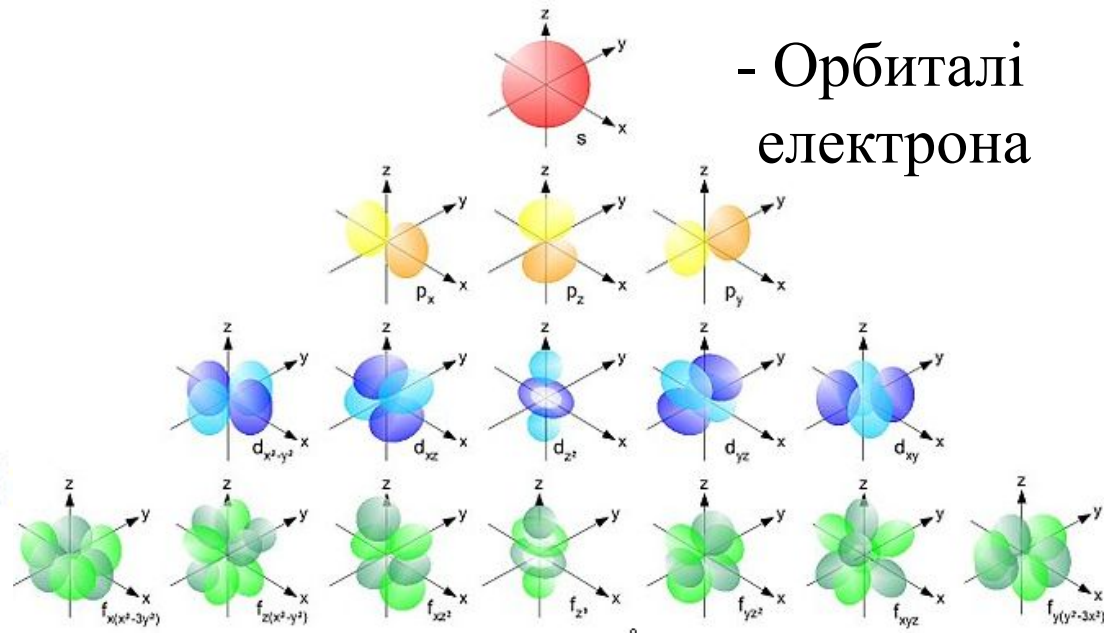
Сфера Блоха



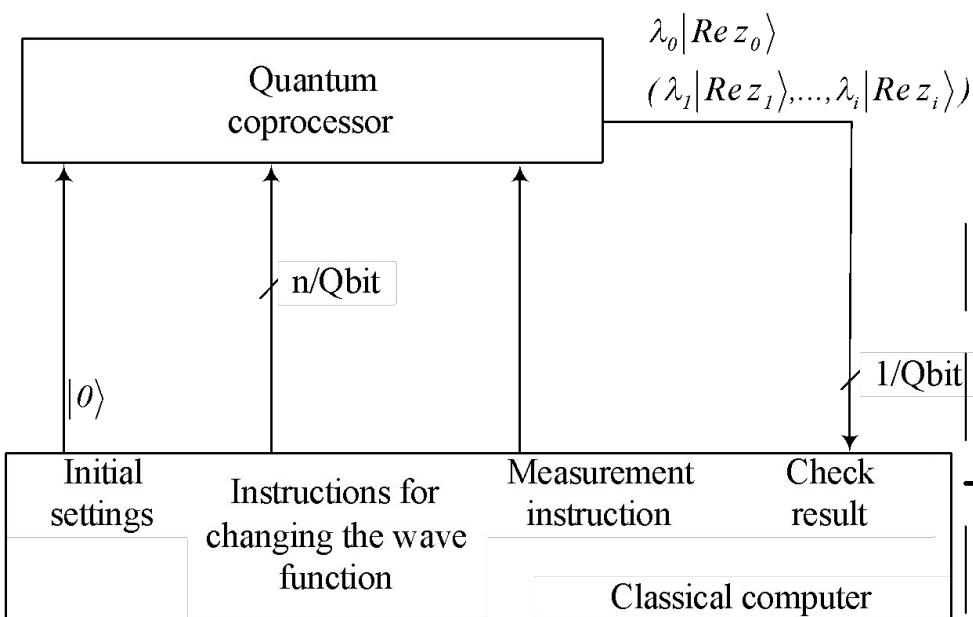
Одиничне коло

$|\Psi\rangle = \cos \theta |0\rangle + \sin \theta |1\rangle$ - хвильова функція для одиничного кола

$P = \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$ - сума імовірностей для одиничного кола



- Орбіталі електрона



цифровий квантовий копроцесор

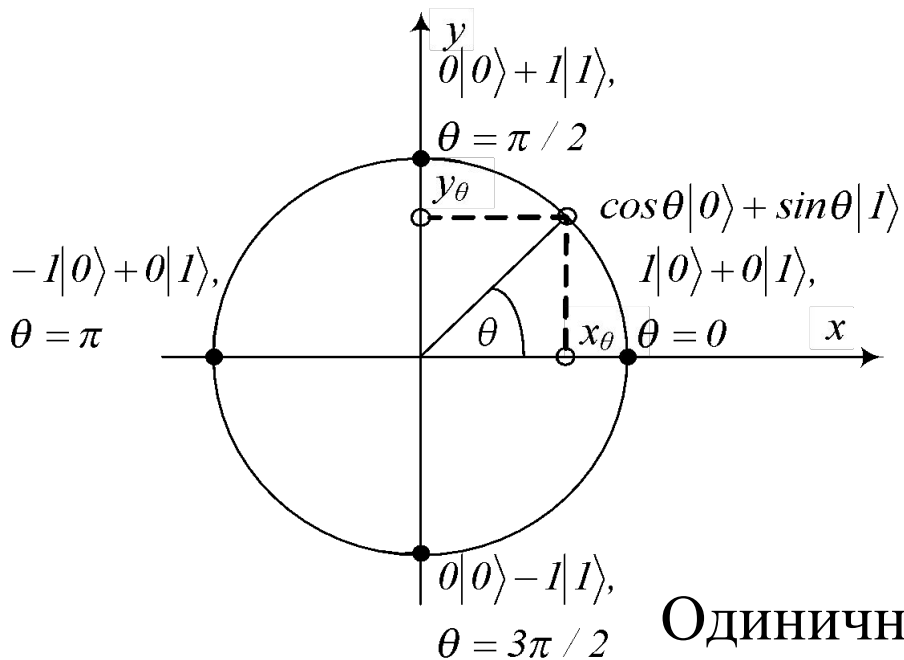
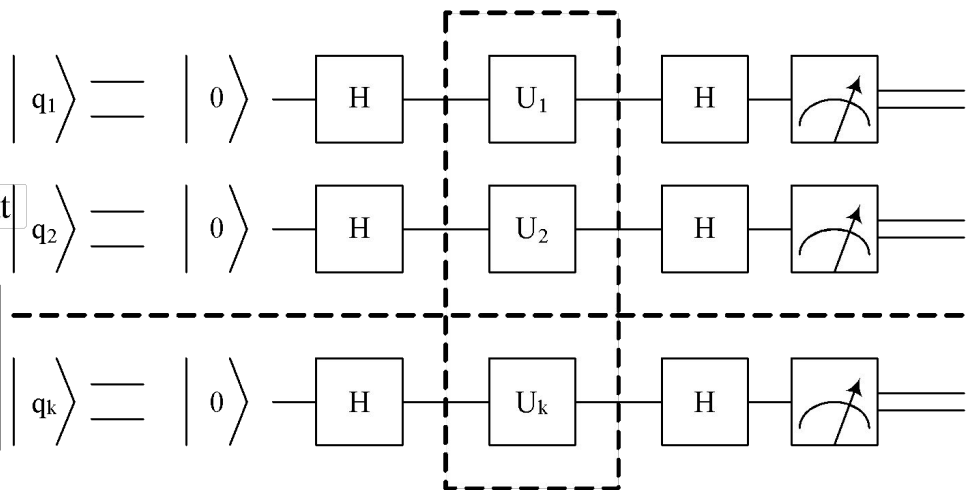


Схема квантового комп'ютера:

кубіти

Початковий скид

Оператор Адамара

– перевід в нестійке положення

Вплив на кубіти

Оператор Адамара

– повернення назад

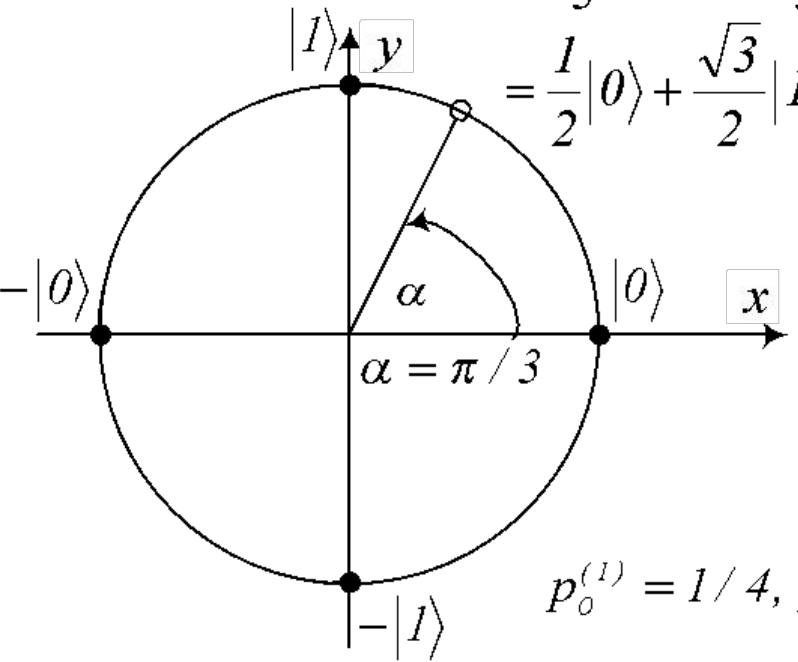
Вимірювання

Одиничне коло цифрового кубіта

Квантовий процесор з 2 кубітів

$$\cos \frac{\pi}{3} |0\rangle + \sin \frac{\pi}{3} |1\rangle =$$

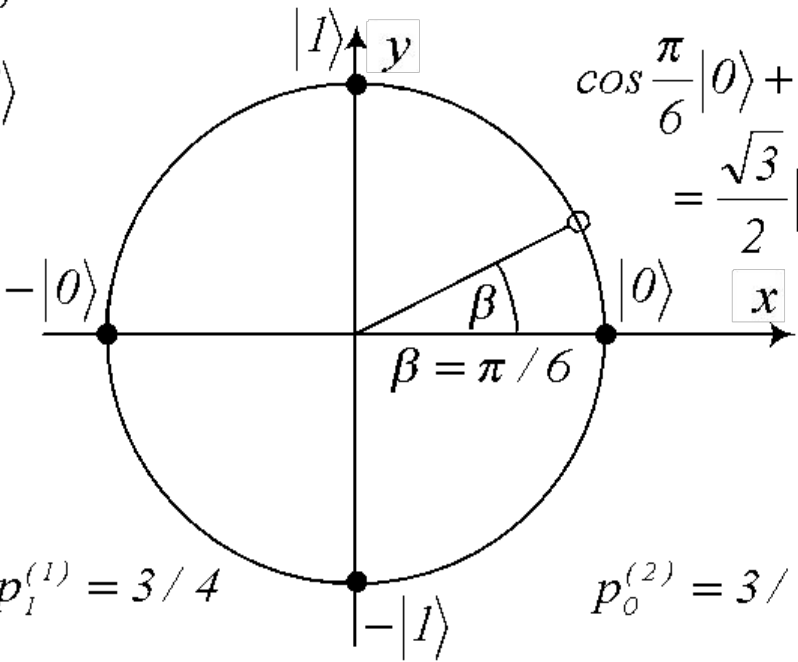
$$= \frac{1}{2} |0\rangle + \frac{\sqrt{3}}{2} |1\rangle$$



$$p_0^{(1)} = 1/4, p_1^{(1)} = 3/4$$

$$\cos \frac{\pi}{6} |0\rangle + \sin \frac{\pi}{6} |1\rangle =$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} |0\rangle + \frac{1}{2} |1\rangle$$



$$p_0^{(2)} = 3/4, p_1^{(2)} = 1/4$$

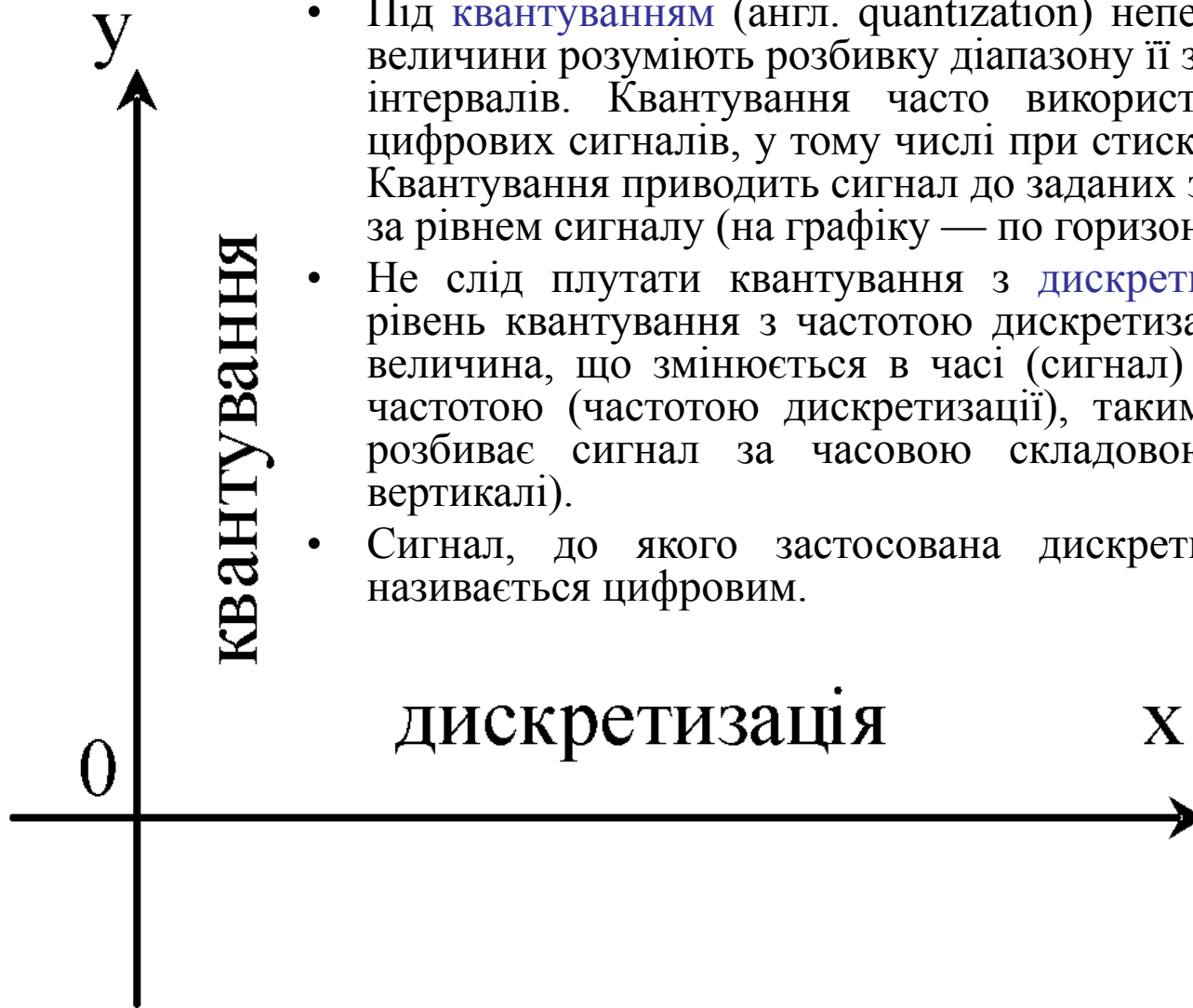
$$p_{00} = p_0^{(1)} p_0^{(2)} = \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$$

$$p_{10} = p_1^{(1)} p_0^{(2)} = \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$$

$$p_{01} = p_0^{(1)} p_1^{(2)} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

$$p_{11} = p_1^{(1)} p_1^{(2)} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$$

Дискретизація та квантування



- Під **квантуванням** (англ. quantization) неперервної або дискретної величини розуміють розбивку діапазону її значень на кінцеве число інтервалів. Квантування часто використовується при обробці цифрових сигналів, у тому числі при стисканні звуку й зображень. Квантування приводить сигнал до заданих значень, тобто, розбиває за рівнем сигналу (на графіку — по горизонталі).
- Не слід плутати квантування з **дискретизацією** (і, відповідно, рівень квантування з частотою дискретизації). При дискретизації величина, що змінюється в часі (сигнал) заміряється із заданою частотою (частотою дискретизації), таким чином, дискретизація розбиває сигнал за часовою складовою (на графіку — по вертикалі).
- Сигнал, до якого застосована дискретизація й квантування, називається цифровим.

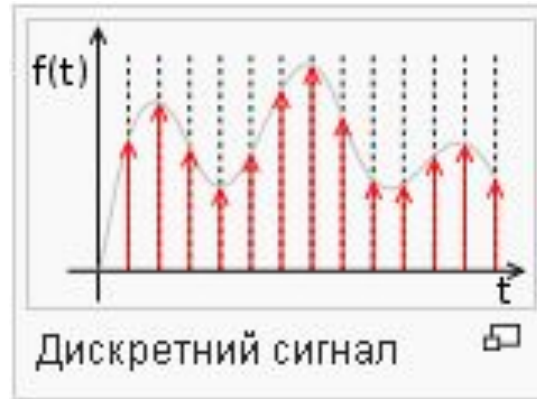
Дискретизація

- Дискретизація — перетворення функцій неперервних змінних у функції дискретних змінних, за якими початкові неперервні функції можуть бути відновлені із заданою точністю.

Квантування

- Під квантуванням розуміють перетворення неперервної за значеннями величини у величину з дискретною шкалою значень з скінченної множини дозволених, які називають рівнями квантування.
- Квант (крок квантування) - відстань між сусідніми рівнями квантування
- Імпульс (електричний) – короткочасне збільшення або зменшення напруги або струму

Дискретизація та квантування



Неперервний у часі.
Дискретний за рівнем

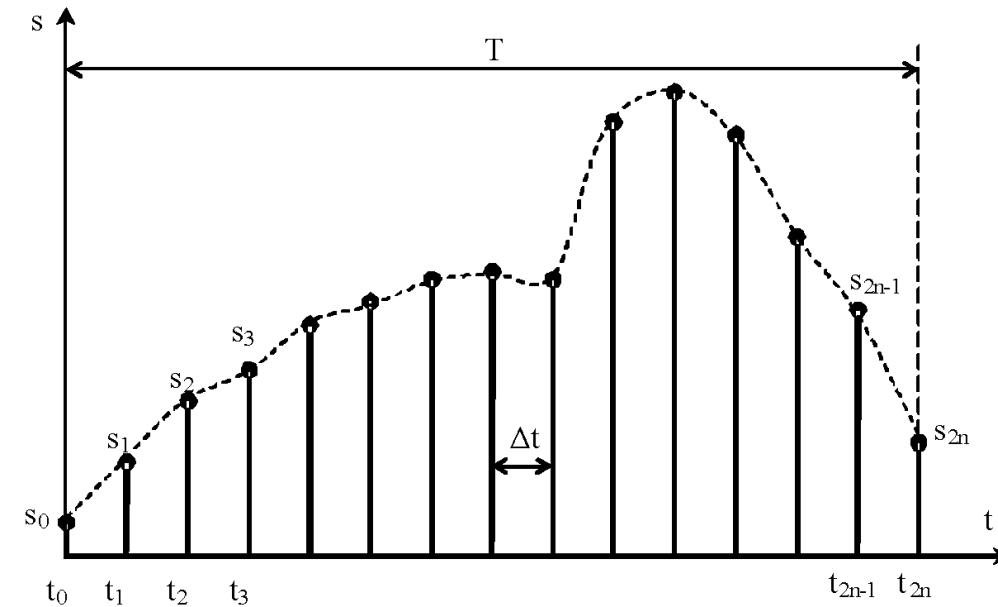
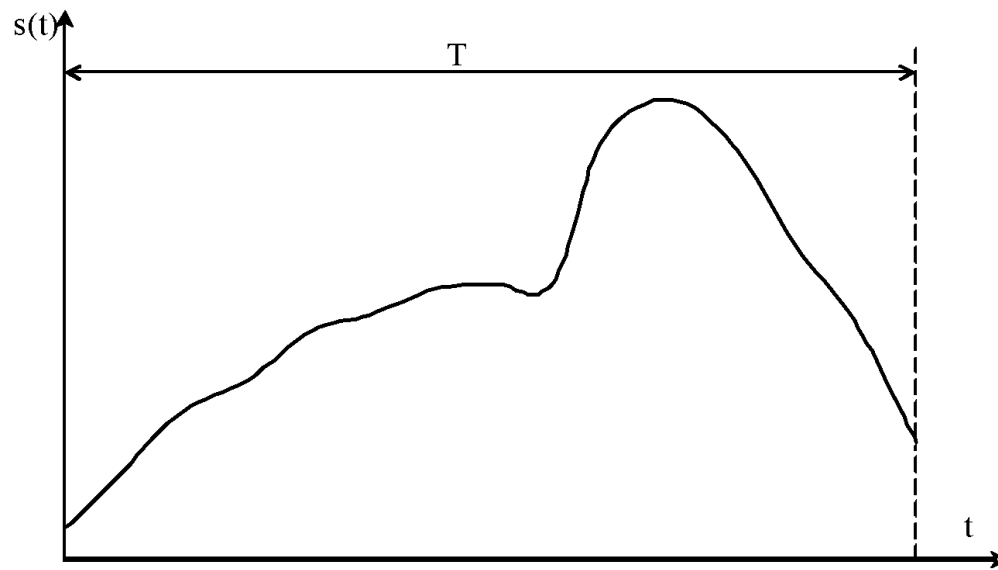
Дискретний у часі.
Неперервний за рівнем

Дискретний у часі.
Дискретний за рівнем

Дискретизація (у часі)

Аналоговий сигнал:

Неперервний у часі.
Неперервний за рівнем

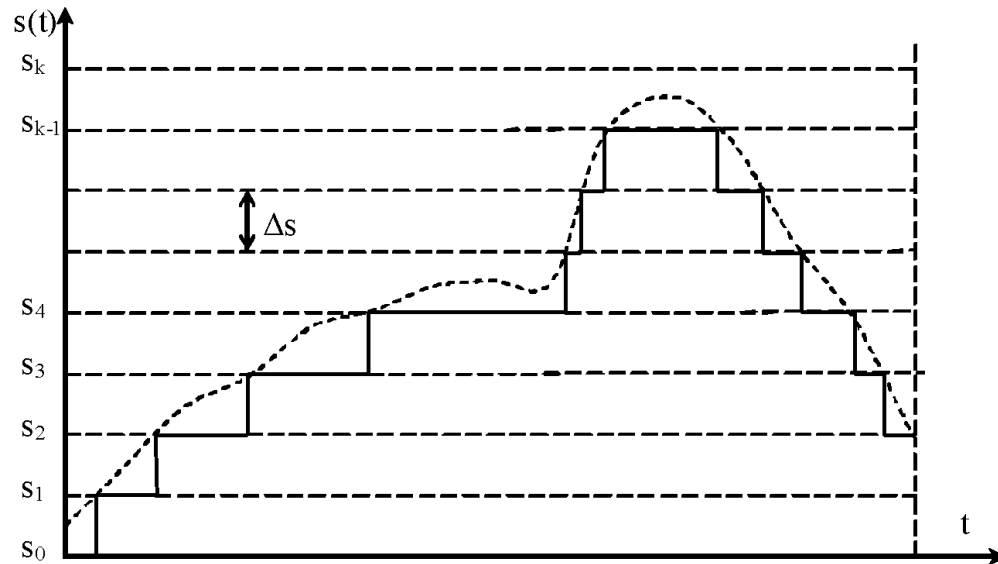
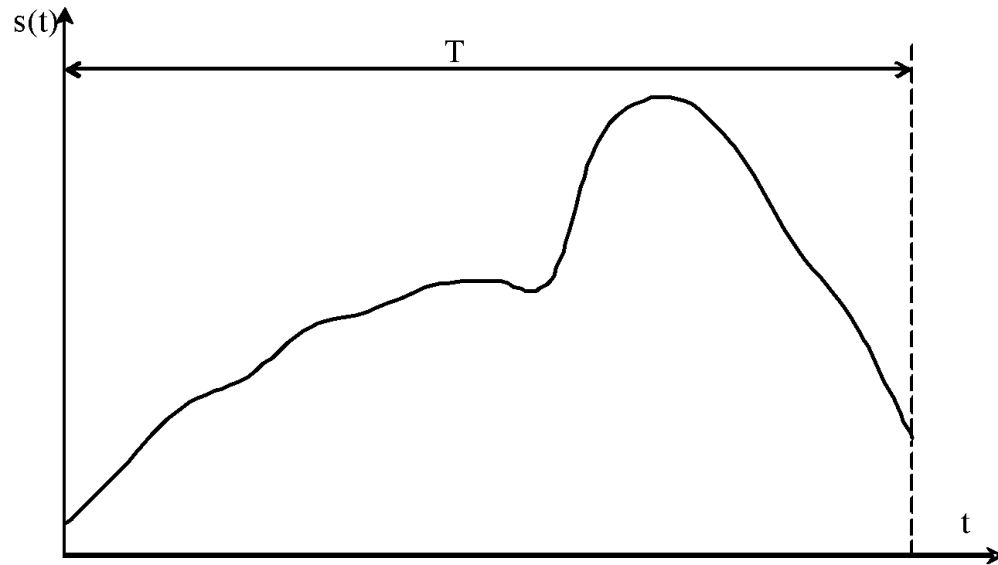


Дискретний у часі.
Неперервний за рівнем

Квантування за рівнем

Аналоговий сигнал:

Неперервний у часі.
Неперервний за рівнем



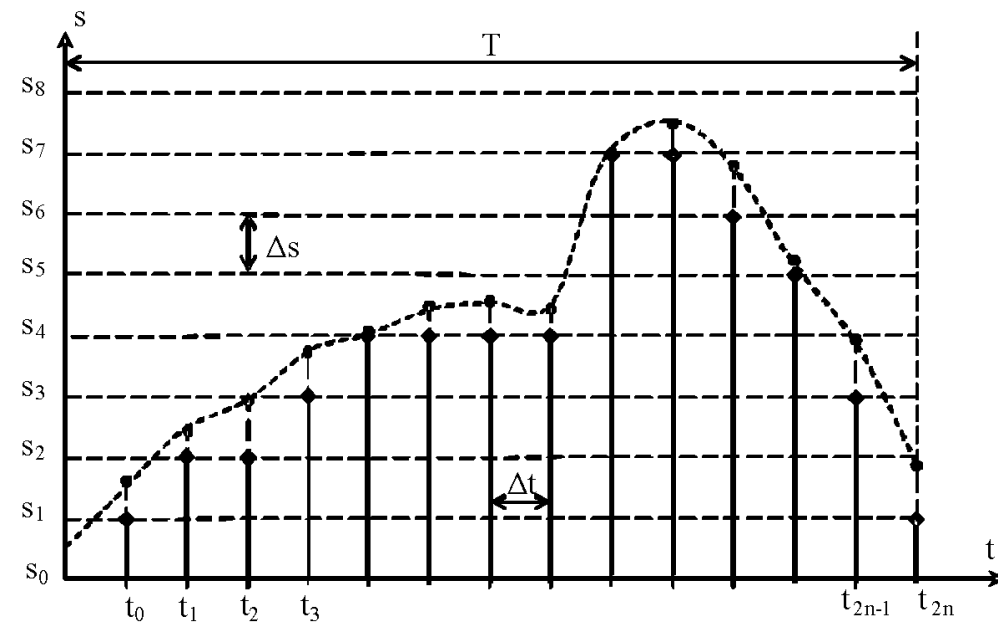
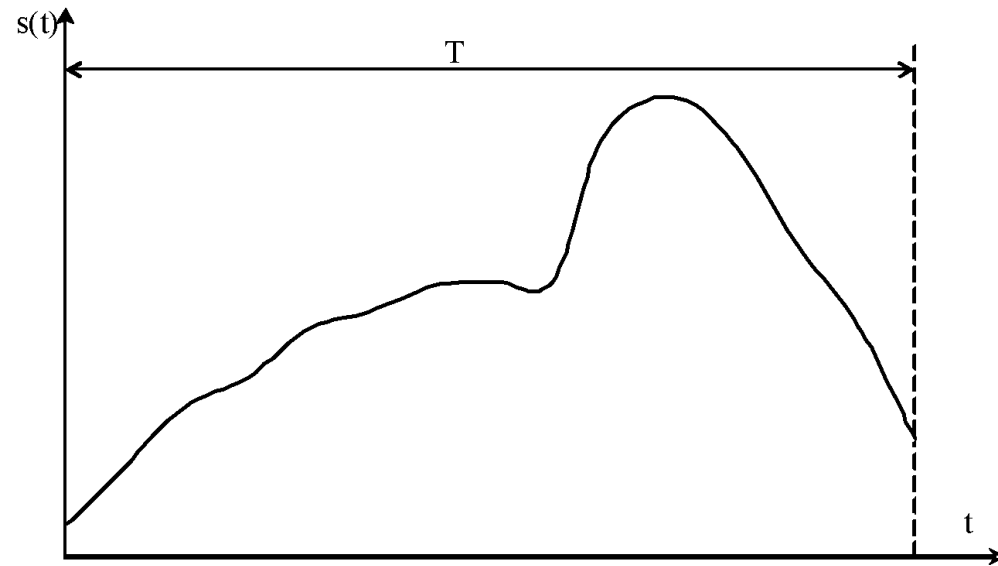
Неперервний у часі.
Дискретний за рівнем

Дискретизація за часом і квантування за рівнем

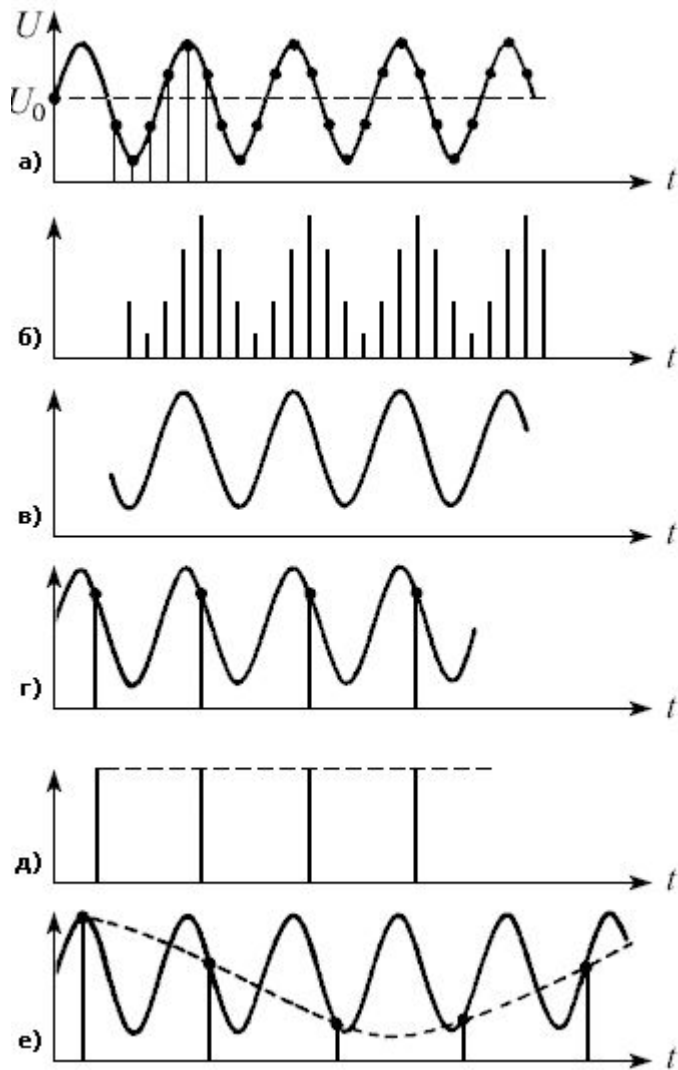
Аналоговий сигнал:

Неперервний у часі.
Неперервний за рівнем

Дискретний у часі.
Дискретний за рівнем



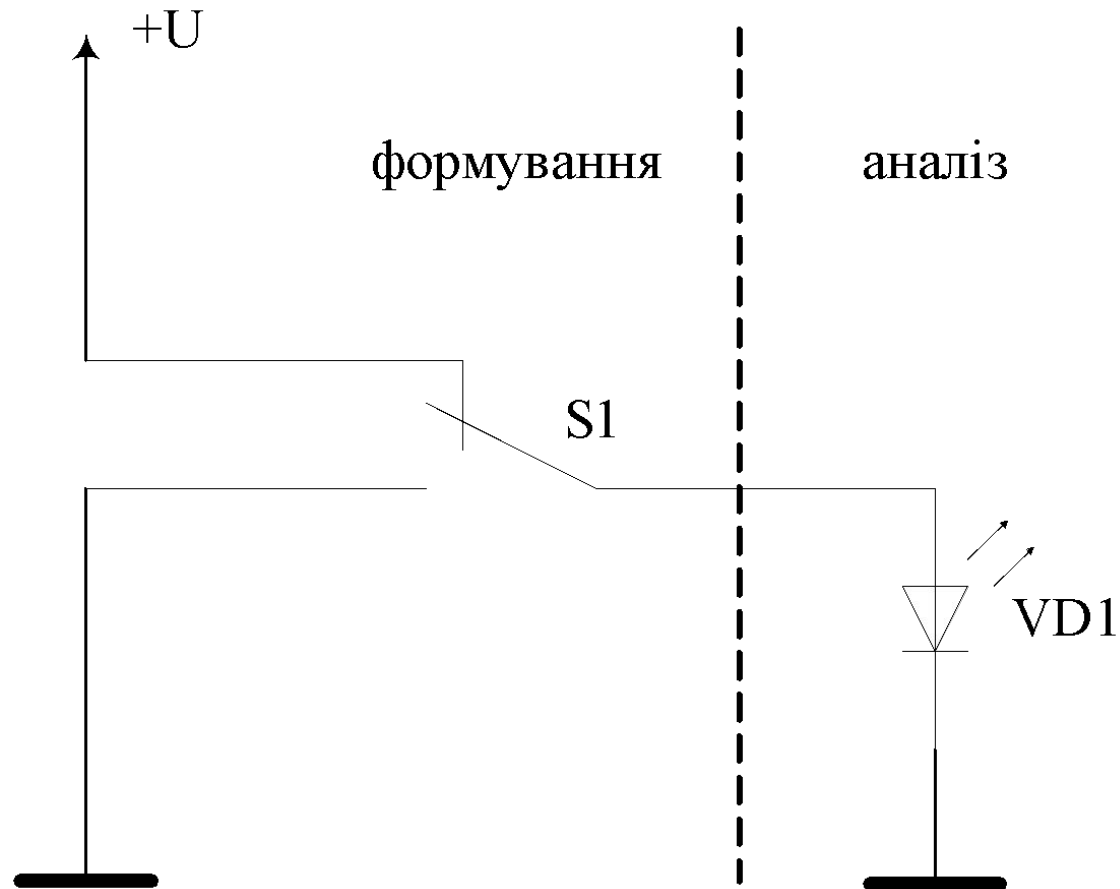
Теорема Котельнікова – як часто треба вимірювати сигнал?



$$\Delta t = \frac{1}{2f_{\max}}$$

Переваги кодування двома СИМВОЛАМИ

- Просто
- Надійно



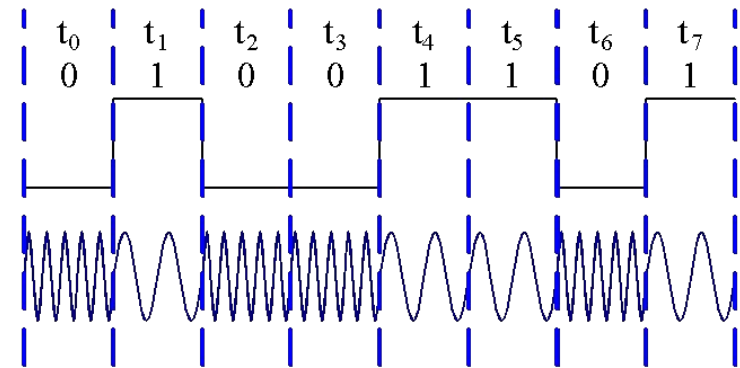
Додатня і від'ємна логіка

- (0 – менша напруга, 1 – більша напруга) – додатня логіка, використовується приблизно в 50%
- (1 – менша напруга, 0 – більша напруга) – від'ємна логіка, використовується приблизно в 50%

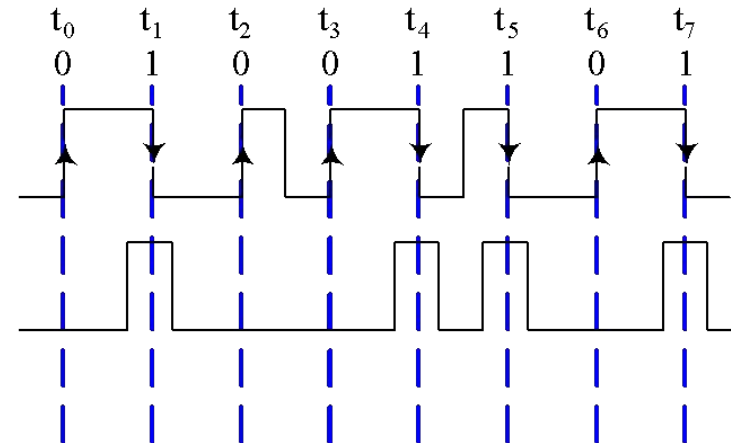
Варіанти представлення двійкових значень на фізичному рівні

- Амплітудний (рівнем)
- Частотний
- Фазовий
- Імпульсний
- Інтервальний
- Інші

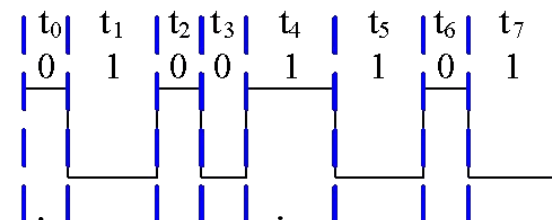
Інтервали часу



Моменти часу

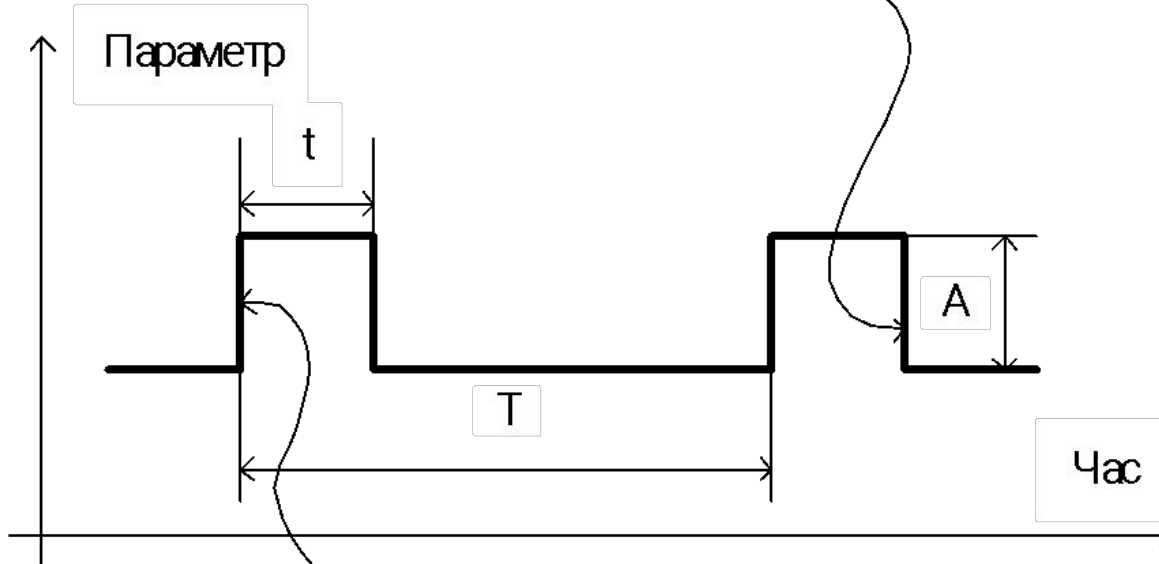


Інтервали часу



Параметри імпульсу

Фронт, перепад з високого рівня на низький, у цьому прикладі це "задній фронт, оскільки у часі він перший"



A - амплітуда
T - період
t - тривалість
 $F = 1/T$ - частота

Фронт, перепад з низького рівня на високий, у цьому прикладі це "передній фронт, оскільки у часі він перший"

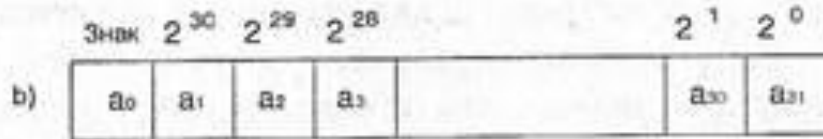
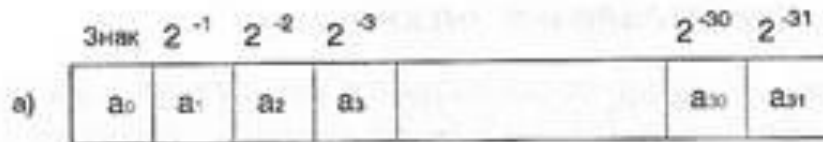
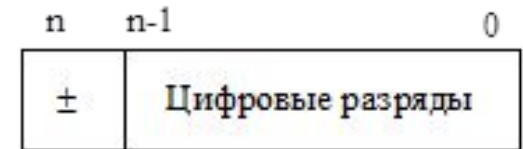
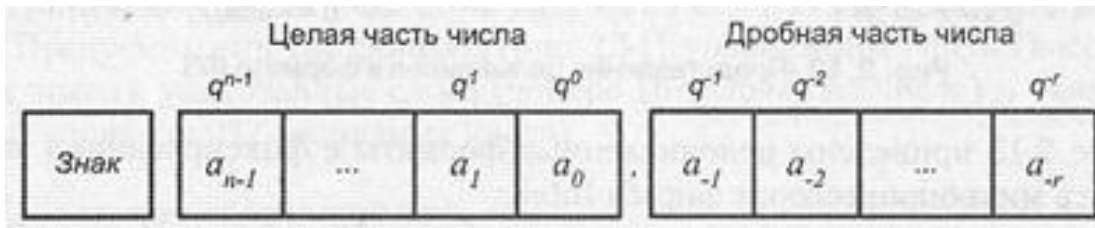
Характеристики імпульса

- **Амплітуда** - найбільше значення, яке приймає будь-яка величина, що змінюється за гармонійним законом
- **Період** коливань — проміжок часу між двома послідовними максимальними відхиленнями фізичної системи від положення рівноваги. Період коливань позначається зазвичай великою літерою T (с, $1 \text{ мс} = 10^{-3} \text{ с}$, $1 \text{ мкс} = 10^{-6} \text{ с}$, $1 \text{ нс} = 10^{-9} \text{ с}$, $1 \text{ пс} = 10^{-12} \text{ с}$)
- **Частота** коливань обернено пропорційна періоду $F = 1/T$ (Гц, $1 \text{ кГц} = 10^3 \text{ Гц}$, $1 \text{ МГц} = 10^6 \text{ Гц}$, $1 \text{ ГГц} = 10^9 \text{ Гц}$)
- **Фаза** — кількісна характеристика коливання, що визначає відмінність між двома подібними коливаннями, які починаються в різні моменти часу.
- **Спектр** - розподіл значень фізичної величини

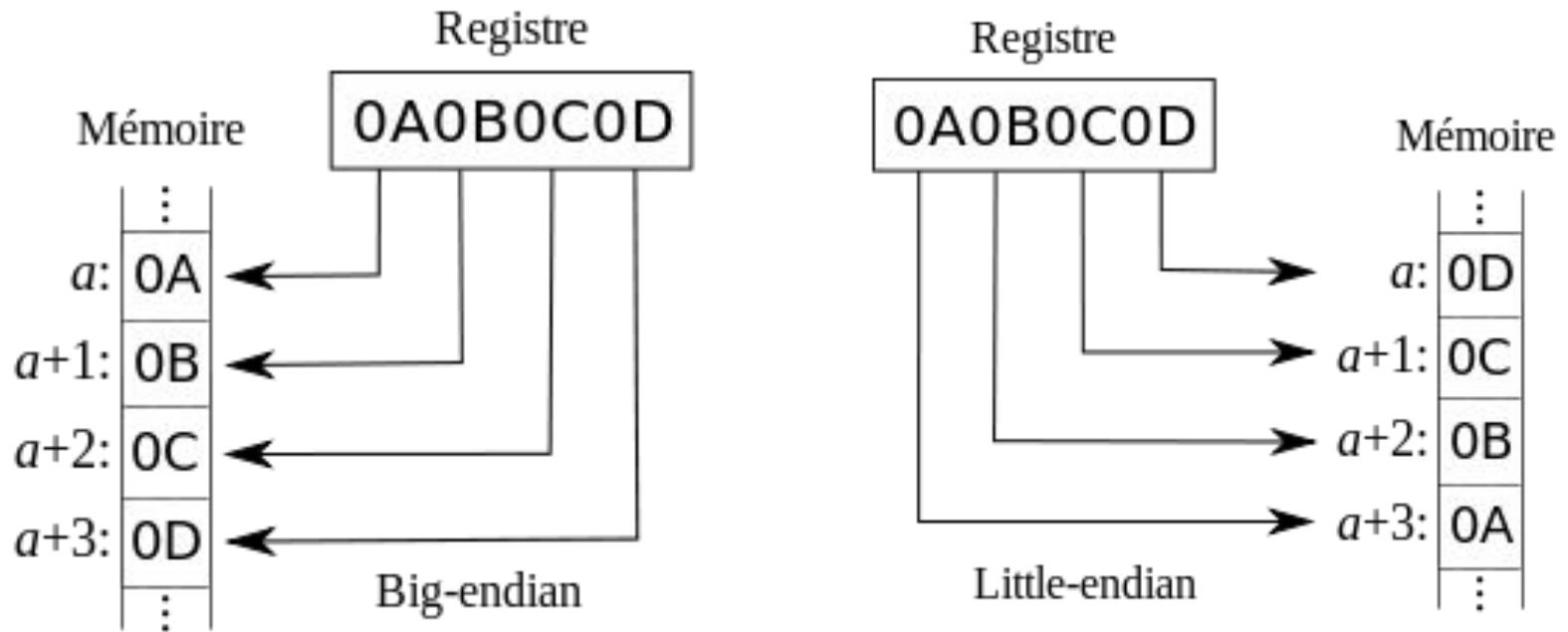
Дані

- Числа
 - ФК
 - Без знаку
 - Із знаком (ПК, ОК, ДК, МДК)
 - РК
 - IEEE 754 (S, D, E, Q)
- Текст
 - Укр (KOI-8Y), Рос (KOI-7, KOI-8P), англ (ASCII)
 - Windows 1251, UTF
- Відео
- Аудіо
- Інші

Числа з фіксованою комою



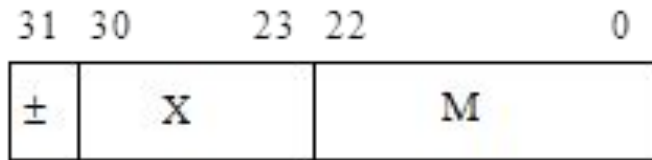
Порядок байтів



Числа с плавающей комой. Стандарт IEEE-754



Число с плавающей запятой одинарной точности.

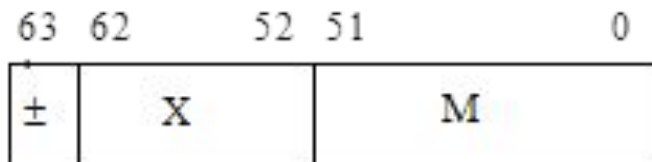


$$d=2, P=7, m=23$$

$$2^{-(2^7+1)} \leq |Z| < 2^{2^7-1}$$

$$1,47 \cdot 10^{-39} \leq |Z| < 1,7 \cdot 10^{38}$$

Число с плавающей запятой двойной точности.

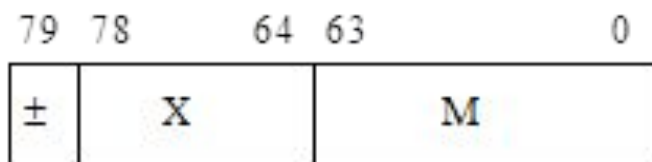


$$d=2, P=10, m=52$$

$$2^{-(2^{10}+1)} \leq |Z| < 2^{2^{10}-1}$$

$$2,78 \cdot 10^{-309} \leq |Z| < 8,99 \cdot 10^{307}$$

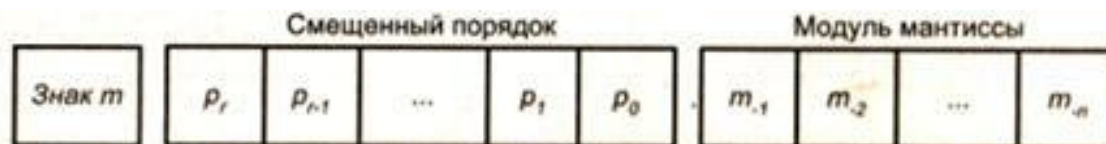
Число с плавающей запятой увеличенной точности.



$$d=2, P=14, m=64$$

$$2^{-(2^{14}+1)} \leq |Z| < 2^{2^{14}-1}$$

$$4,2 \cdot 10^{-4933} \leq |Z| < 5,95 \cdot 10^{4931}$$



Кодова таблиця КОИ-7

Номера	0	0	0	0	1	1	1	1
	0	0	1	1	0	0	1	1
разрядов	0	1	0	1	0	1	0	1

б ₇	б ₆	б ₅	б ₄	б ₃	б ₂	б ₁
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0

№ п/п	0	1	2	3	4	5	6	7
0	ПУС	АР1	ПР	0	ю	п	ю	п
1	НЗ	СУ1	1	1	а	я	А	Я
2	НТ	СУ2	^	2	б	р	Б	Р
3	КТ	СУ3	#	3	ч	с	Ц	С
4	КП	СУ4	☒	4	д	т	Д	Т
5	КТМ	НЕТ	%	5	*	у	Е	У
6	ДА	СИН	&	6	ф	ж	Ф	Ж
7	ЗВ	КБ	!	7	г	в	Г	В
8	ВШ	АН	(	8	х	ь	Х	Ь
9	ГТ	КН	)	9	и	ы	И	Ы
10	ПС	ЗМ	+	:	й	э	Я	Э
11	ВТ	АР2	+	:	к	ш	К	Ш
12	ПФ	РИ4	,	<	л	э	П	Э
13	ВК	РИ3	-	"	м	щ	М	Щ
14	ВЫХ	РИ2	.	>	н	ч	Н	Ч
15	ВХ	РИ1	/	?	о	ь	О	ЗБ

Кодова таблиця KOI-8U

—	|	Г	Г	└	└	┆	┆	┆	┆	┆	■	■	■	■	■
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
▒	▒	▒	Г	■	●	√	≈	≤	≥	nbsp	Ј	◦	2	•	÷
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
=	||	F	ё	є	Г	і	ї	Г	Е	Ц	Ц	Г	Г	Г	Г
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
Г	Г	Г	Ё	Є	Г	І	Ї	Г	Е	Ц	Ц	Г	Г	Г	©
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
Ю	А	Б	Ц	Д	Е	Ф	Г	Х	И	Й	К	Л	М	Н	О
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
П	Я	Р	С	Т	У	Ж	В	Ь	Ы	З	Ш	Э	Щ	Ч	Ъ
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
Ю	А	Б	Ц	Д	Е	Ф	Г	Х	И	Й	К	Л	М	Н	О
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
П	Я	Р	С	Т	У	Ж	В	Ь	Ы	З	Ш	Э	Щ	Ч	Ъ
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

Кодові таблиці: Windows1251

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
Ъ	Ґ	, ́	„ …	† ‡	€ %	Љ	‹	Њ	Ќ	Ѓ	Ц	ћ	‘ ’	“ ”	• —	™	Љ	›	Њ	Ќ	Ѓ	Ц										
Ў	ў	Ј	О	Ґ	І	Ѓ	Є	©	Є	«	–	–	®	Ї	°	±	І	і	Г	г	Ц	ц	¶	•	ё	№	е	»	і	Ѕ	ѕ	і
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	
а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	

KOI8-U

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
—	|	Г	г	Л	л	Т	т	Т	т	■	■	■	■	■	■	░	▒	▓	|	■	•	√	≈	≤	≥	□	∣	°	²	•	÷	
=	||	Г	г	Г	г	Г	г	Г	г	Г	г	Г	г	Г	г	Е	е	І	і	Т	т	Т	т	Т	т	Т	т	Т	т	Т	т	©
ю	а	б	ц	д	е	ф	г	х	и	й	к	л	м	н	о	п	я	р	с	т	у	ж	в	ь	ы	з	ш	э	щ	ч	ъ	
Ю	А	Б	Ц	Д	Е	Ф	Г	Х	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Я	Р	С	Т	У	Ж	В	Ь	Ы	З	Ш	Э	Щ	Ч	Ъ	

KOI8-R

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
—	|	Г	г	Л	л	Т	т	Т	т	■	■	■	■	■	■	░	▒	▓	|	■	•	√	≈	≤	≥	□	∣	°	²	•	÷	
=	||	Г	г	Г	г	Г	г	Г	г	Г	г	Г	г	Г	г	Е	е	І	і	Т	т	Т	т	Т	т	Т	т	Т	т	Т	т	©
ю	а	б	ц	д	е	ф	г	х	и	й	к	л	м	н	о	п	я	р	с	т	у	ж	в	ь	ы	з	ш	э	щ	ч	ъ	
Ю	А	Б	Ц	Д	Е	Ф	Г	Х	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Я	Р	С	Т	У	Ж	В	Ь	Ы	З	Ш	Э	Щ	Ч	Ъ	

Структура кодів UTF-8 (Unicode Transformation Formats)

Число байтов	Двоичное представление	Число свободных битов
	0xxxxxxx	
	110xxxxx 10xxxxxx	11 (5 + 6)
	1110xxxx 10xxxxxx 10xxxxxx	16(4 + 6× 2)
	11110xxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx	21 (3 + 6× 3)
	111110xx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx	26(2 + 6× 4)
	1111110x 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx	31 (1 +6× 5)

Коды	Символы
0-8191	Алфавиты — английский, европейские, фонетический, кириллица, армянский, иврит, арабский, эфиопский, бенгали, деванагари, гур, гуджарати, ория, телугу, тамильский, каннада, малайский, сингальский, грузинский, тибетский, тайский, лаосский, кхмерский, монгольский
8192-12287	Знаки пунктуации, математические операторы, технические символы, орнаменты и т." п.
12288-16383	Фонетические символы китайского, корейского и японского языков
16384-59391	Китайские, корейские, японские идеографы. Единый набор символов каллиграфии хань
59392-65024	Блок для частного использования
65025-65536	Блок обеспечения совместимости с программным обеспечением

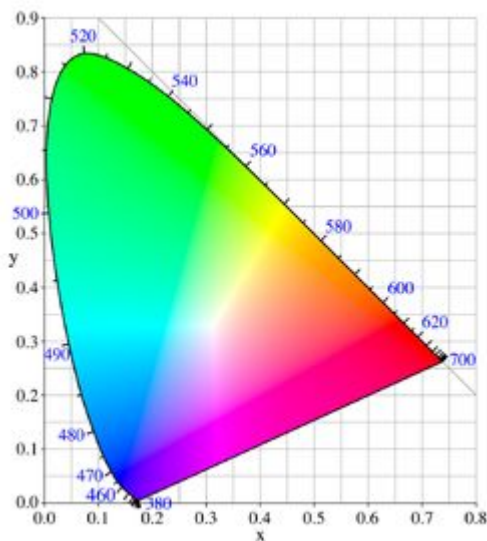
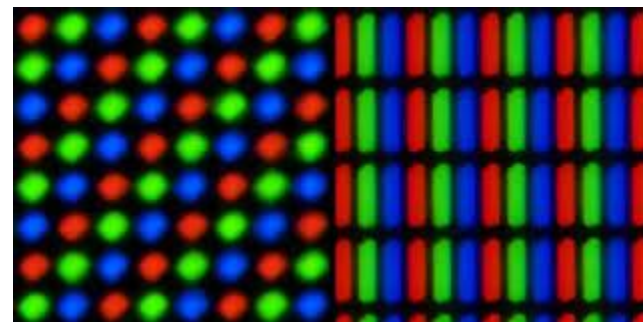
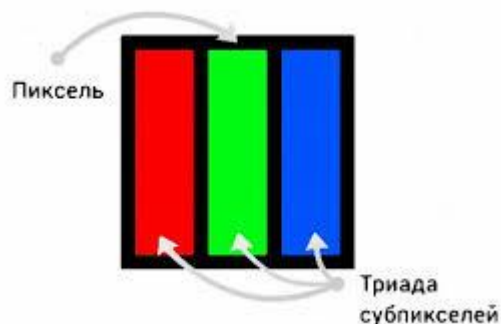
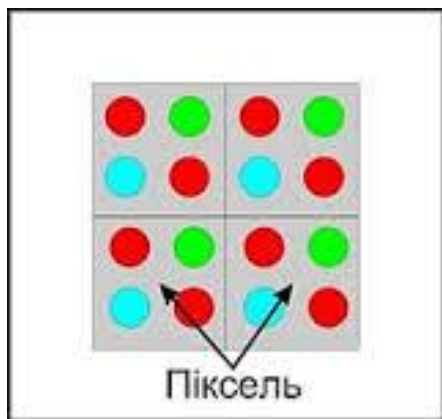
Кодування зображень. Матричні та векторні формати

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Обозначение	Полное название
BMP	Windows и OS\2 Bitmap
GIF	Graphics Interchange Format
PCX	PC Paintbrush File Format
JPEG	Joint Photographic Experts Group
TIFF	Tagged Image File Format
PNG	Portable Network Graphics .

Обозначение	Полное название
dxfl	drawing interchange format
cdr	corel drawing
hpgl	hewlett-packard graphics language
ps	postscript
svg	scalable vector graphics
vsd	microsoft visio format

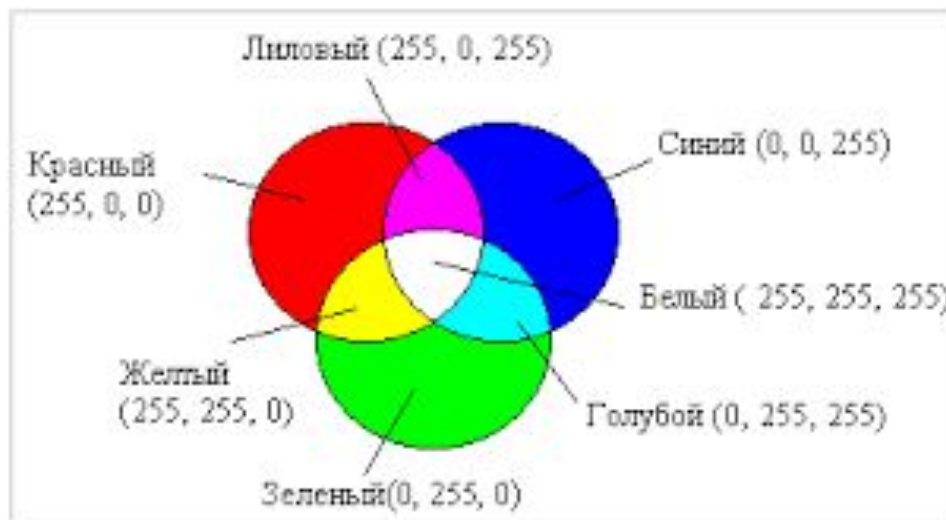
Кодування відтінків кольору



Кількість кольорів



Чем больше битов используется, тем больше оттенков цветов можно получить.



Глубина цвета I	Количество отображаемых цветов N
4	$2^4=16$
8	$2^8=256$
16 (high color)	$2^{16}=65\,536$
24 (true color)	$2^{24}=16\,777\,216$
32 (true color)	$2^{32}=4\,294\,967\,296$

Формати аудіофайлів

Обозначение	Полное название
A VI	Audio Video Interleave
WAV	WAVcform Extension
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
AIF	Audio Interchange Format
MPEG	Motion Picture Expert Group Audio
RA	Real Audio

Міри інформації

- Структурні
- Семантичні
- Статистичні
- Інші

Структурні міри інформації

- 1.1 Фізичні – вага, швидкість, тиск, інші фізичні величини
- 1.2 Геометричні – розміри, габарити

1.3 Структурні комбінаторні міри

- 1.3.1 Сполучення по l елементів з h (різняються складом)
- Нехай ϵ множина M , яка складається з l різних елементів. Будь-яка підмножина множини M , яка містить h елементів ($h=0, 1, 2, \dots, l$), називається сполученням (combination) або комбінацією з даних l елементів по h елементів, якщо ці підмножини відрізняються хоча б одним елементом. Число різних сполучень із l елементів по h позначається C_h^l (combination від combinare лат. сполучати).

$$C_h^l = \frac{h!}{l!(h-l)!}$$

$$C_5^3 = \frac{5!}{3!(5-3)!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2} = 10$$

Структурні комбінаторні міри

- 1.3.1а Сполучення з повторенням

$$\tilde{C}_h^l = C_{h+l-1}^l = \frac{(h+l-1)!}{l!(h-1)!}$$

$$\tilde{C}_5^3 = \frac{(5+3-1)!}{3!(5-1)!} = \frac{7!}{3! \cdot 4!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} = 35$$

Структурні комбінаторні міри

- 1.3.2 Перестановлення h елементів (різняються порядком)

$$Q = h!$$

$$Q = 5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$$

Структурні комбінаторні міри

- 1.3.3 Розміщення по l елементів з h (різняються складом та порядком)

$$A_h^l = \frac{h!}{(h-l)!}$$

$$A_5^3 = \frac{5!}{(5-3)!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}{1 \cdot 2} = 60$$

Структурні комбінаторні міри

- 1.3.3а Розміщення по l елементів з h з повторенням (різняться складом та порядком)

$$\tilde{A}_h^l = h^l$$

$$\tilde{A}_5^3 = 5^3 = 125$$

1.4 Міра Хартлі, США, 1928 р.

(Ральф Хартлі)

h – кількість різних елементів, система числення

l - довжина, розрядність

Q – можлива кількість повідомлень

$$Q = h^l$$

1.4а Адитивна двійкова логарифмічна міра Хартлі

$$I = \log_2 Q = \log_2 h^l = l \cdot \log_2 h$$

$$I(M + N) = I(M) + I(N)$$

Одиниця кількості інформації

$$I = 1 = \log_2 Q = \log_2 h^l = l \cdot \log_2 h = 1 \cdot \log_2 2$$

- Один двійковий розряд – **Binary Digit** – **bit (b, б)**
- Байт (В, Б) – найчастіше це 8 біт.

$$I = \lceil \log_2 Q \rceil = \lceil \log_2 h^l \rceil = \lceil l \cdot \log_2 h \rceil$$

$$N = 613; I_N = \lceil \log_2 613 \rceil = \lceil 9,26 \rceil = 10$$

$$N = 613_{10} = 1001100101_2 \Rightarrow I_N = 10 \text{ біт}$$

Похідні одиниці кількості інформації

- $1 \text{ К} = 1024$
- $1 \text{ М} = 1024 \text{ К};$
- $1 \text{ Г} = 1024 \text{ М};$
- $1 \text{ Т} = 1024 \text{ Г};$
- $1 \text{ П} = 1024 \text{ Т}.$

2. Семантична міра (за значенням)

- властивості інформації:
 - повнота,
 - достовірність,
 - цінність,
 - адекватність,
 - актуальність,
 - чіткість,
 - доступність,
 - невичерпність,
 - кумулятивність,
 - зрозумілість,
 - суб'єктивність.

Семантична міра

- Повнота інформації характеризує якість інформації і визначає достатність даних для прийняття рішень.
- Достовірність інформації - її властивість відображати реальні об'єкти з необхідною точністю.
- Цінність інформації не може бути абстрактною. Інформація має бути корисною і цінною для певної категорії користувачів. Цінність інформації залежить від того, які задачі можна вирішувати за її допомогою.

Семантична міра

- Адекватність інформації характеризує ступінь відповідності інформації реаліям. Адекватна інформація - це повна і достовірна інформація.
- Актуальність інформації - ступінь зберігання цінності інформації для керування в момент її використання, що залежить від динаміки зміни її характеристик і від інтервалу часу, що пройшов із моменту виникнення певної інформації.

Семантична міра

- Своєчасність інформації - її надходження не пізніше заздалегідь визначеного часу, узгодженого з часом вирішення поставленого перед користувачем завдання.
- Чіткість інформації - інформація має бути зрозуміла для того, кому вона призначена.

Семантична міра

- Доступність інформації - це можливість отримання і перетворення інформації.
- Точність інформації - ступінь подібності отриманої інформації до реального стану об'єкта, процесу, явища тощо.
- Суб'єктивність інформації. Інформація має суб'єктивний характер, оскільки її цінність визначається ступенем сприйняття суб'єкта (одержувача інформації).

Семантична міра

- Корисна інформація - властивість, що зменшує невизначеність прийняття рішення.
- Репрезентативність інформації - правильність її відбору і формування для адекватного відображення властивостей об'єкта.

Семантична міра

- Змістовність інформації - це відношення кількості семантичної інформації в повідомленні до обсягу даних, які обробляються.

3. Статистична міра, Клод Шеннон, 1948, США

$$I = \log_2 h^l = \log_2 Q = -\log_2 \frac{1}{Q} = -\log_2 p$$

Ентропія джерела повідомлення – характеризує здатність джерела віддавати інформацію

N – дослідів, k – різних,

i -тий результат повторюється n_i разів та дає I_i інформації

$$I_{\text{сер}} = \frac{n_1 I_1 + n_2 I_2 + \dots + n_k I_k}{N}; \quad I_i = -\log_2 p_i; \quad \frac{n_i}{N} = p_i$$

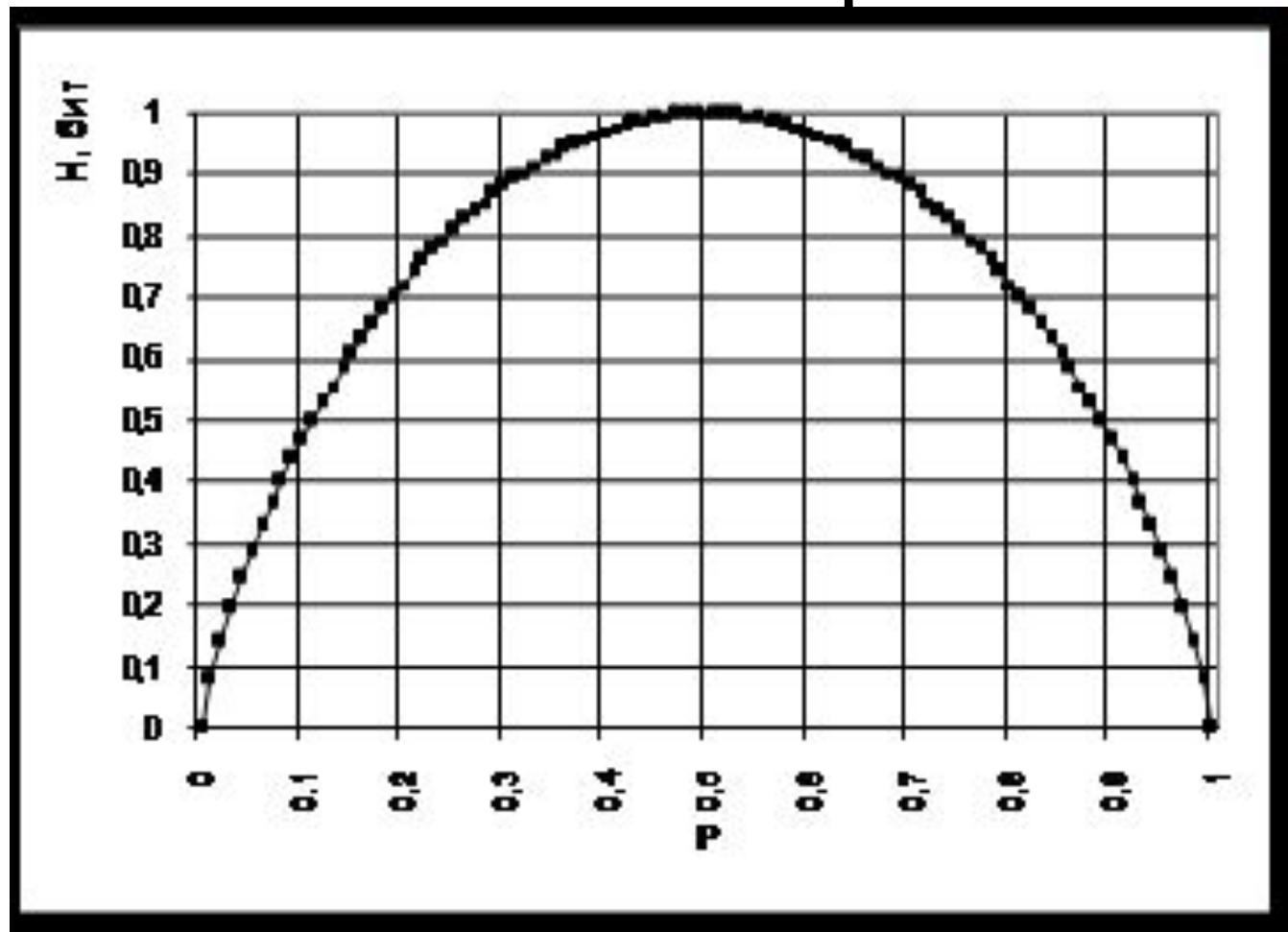
$$I_{\text{сер}} = -p_1 \log_2 p_1 - p_2 \log_2 p_2 - \dots - p_k \log_2 p_k = -\sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i;$$

$$H = -\sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i;$$

Властивості ентропії

- Невід'ємна
- $= 0$, коли ймовірність однієї події $= 1$
- Максимальна, коли ймовірності всіх подій однакові

Залежність ентропії двох подій від їх імовірності



Кількість отриманої інформації

- $I = H_{\text{початкове}} - H_{\text{кінцеве}}$

Усунення надлишковості інформації. Алгоритм ефективного кодування Шеннона – Фано

повідомлення, які складаються з літер певного алфавіту, можна закодувати так, що середнє число двійкових символів на літеру буде як завгодно близьке до ентропії джерела цих повідомлень, але не менше цієї величини

Літера	Імовірність	Ефективний код		Неефективний код	
		код	Довжина	код	Довжина
a ₀	1/2	1	1	000	3
a ₁	1/4	01	2	001	3
a ₂	1/8	001	3	010	3
a ₃	1/16	0001	4	011	3
a ₄	1/32	00001	5	100	3
a ₅	1/64	000001	6	101	3
a ₆	1/128	0000001	7	110	3
a ₇	1/128	0000000	7	111	3

$$H = - \sum_{i=0}^7 p_i \log_2 p_i = 1/2 \cdot 1 + 1/4 \cdot 2 + 1/8 \cdot 3 + 1/16 \cdot 4 + \dots + 1/128 \cdot 7 = 127/64.$$

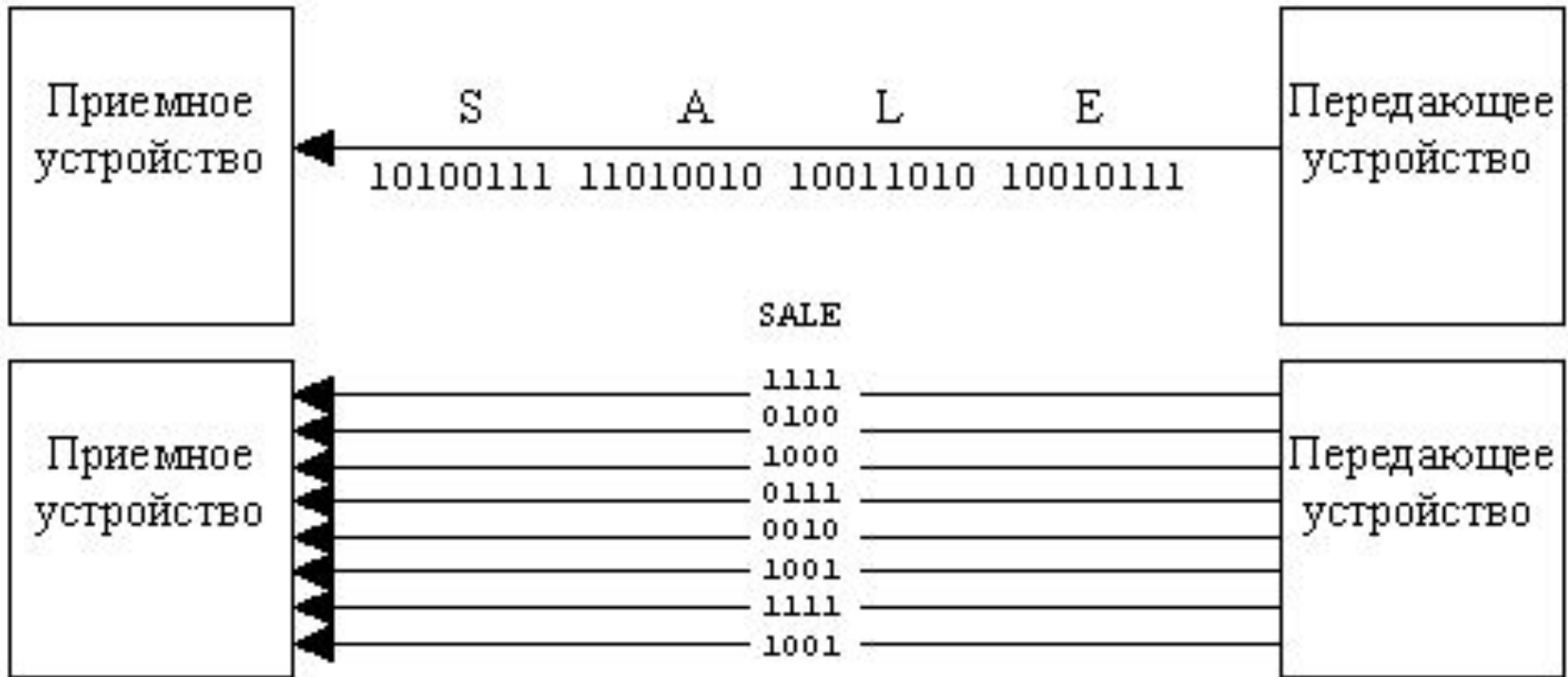
$$L_{сер.еф.} = \sum_{i=0}^7 p_i n_i = 1/2 \cdot 1 + 1/4 \cdot 2 + \dots + 1/128 \cdot 7 = 127/64. L_{сер.еф.} = H.$$

$$L_{сер.нееф.} = \sum_{i=0}^7 p_i n_i = 1/2 \cdot 3 + 1/4 \cdot 3 + \dots + 1/128 \cdot 3 = 3 > H$$

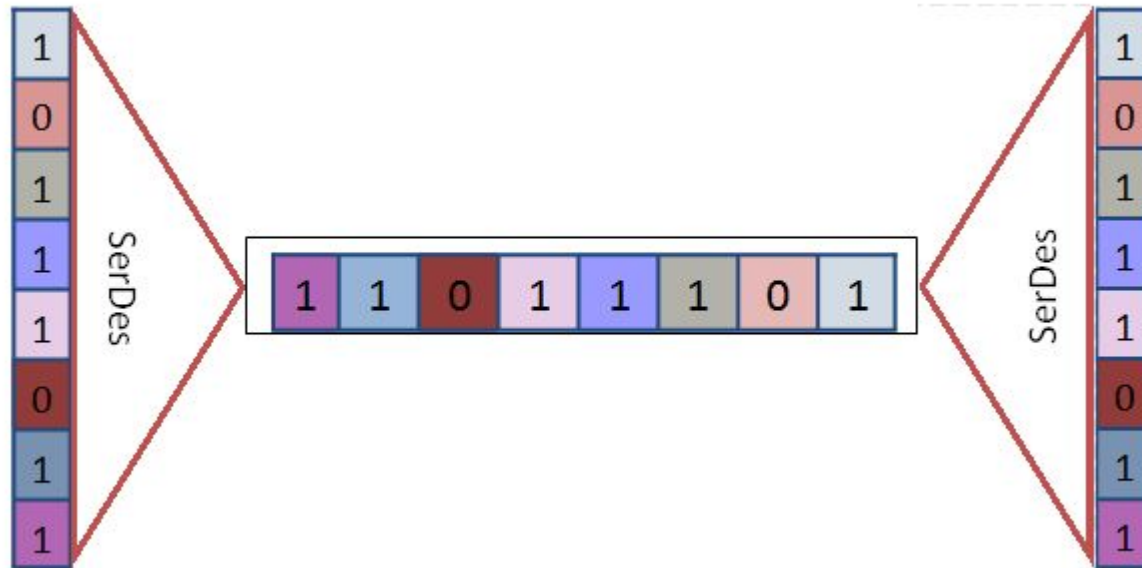
Абетка Морзе

А . -	Л .-. .	Ц -. -. .
Б -... .	М --	Ч ---. .
В .--	Н -. .	Ш ----
Г --. .	О ---	Щ --.-
Д -. .	П .-. .	Ъ .-. -. .
Е .	Р .-. .	Ы -. -. .
Ж ...- .	С ...	Ь -. -. .
З ---. .	Т -	Э ...-. .
И ..	У ..- .	Ю ..--
Й .---	Ф ..-. .	Я .-. -. .
К -. -. .	Х	

Послідовний, паралельний та паралельно- послідовний способи передачі інформації

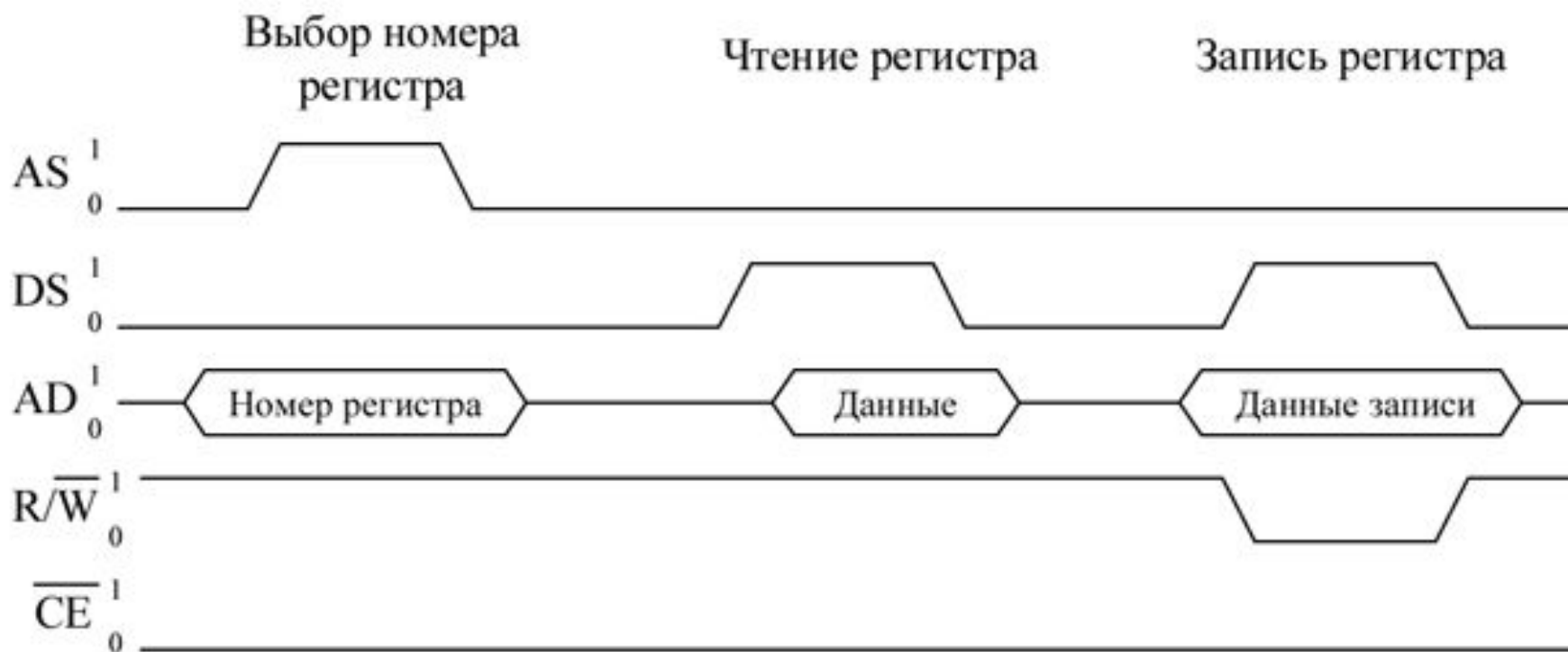


SerDes

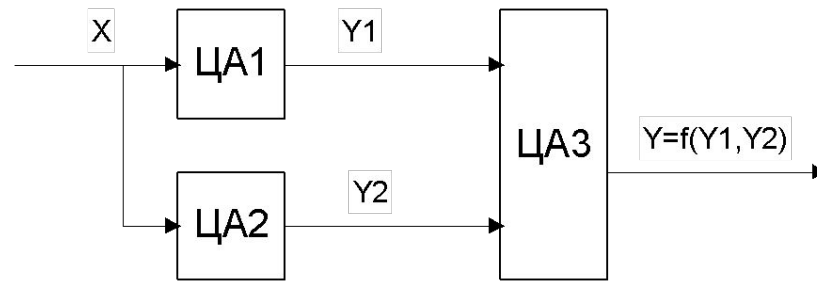


Строб (вказівник, спрацьовувати)

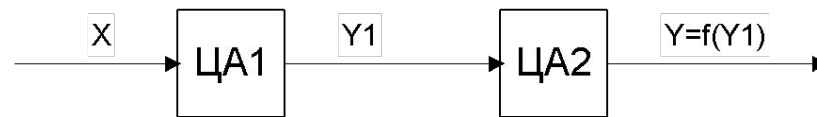
Диаграммы работы ИМС в режиме шины "Motorola":



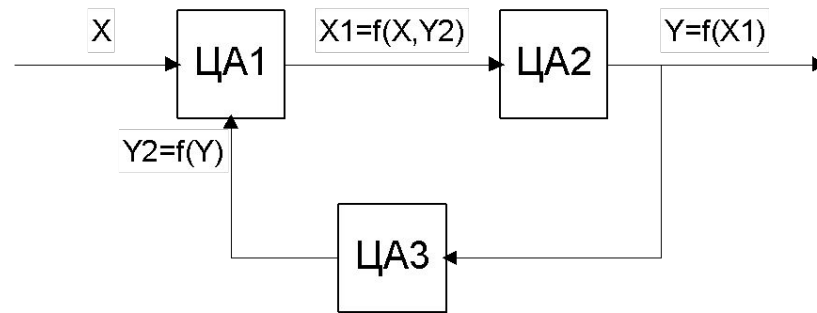
Способи опрацювання даних – способи з'єднання цифрових автоматів



а

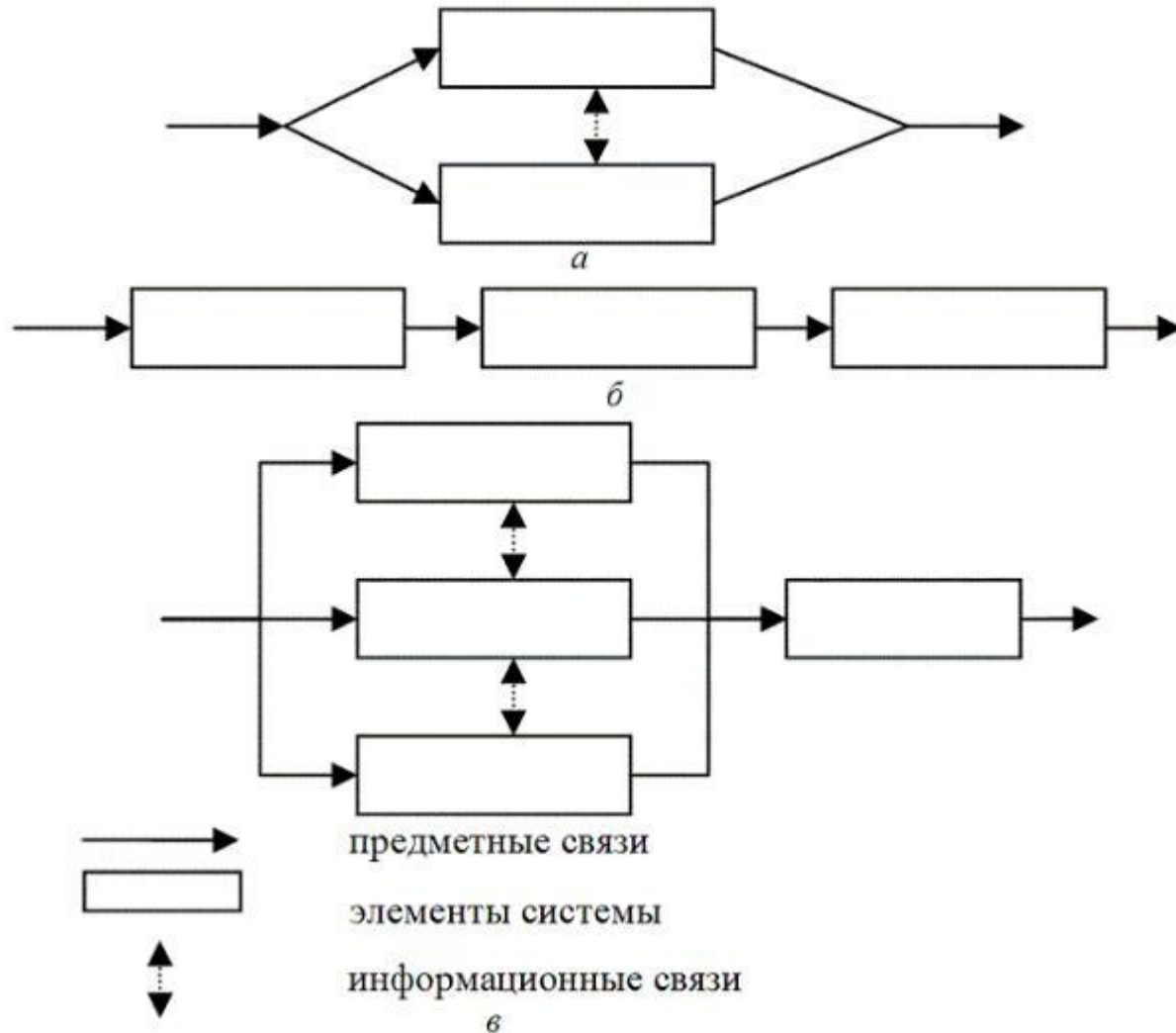


б



в

Послідовний, паралельний та послідовно-паралельний способи опрацювання даних



Опрацювання даних з використанням зворотних зв'язків

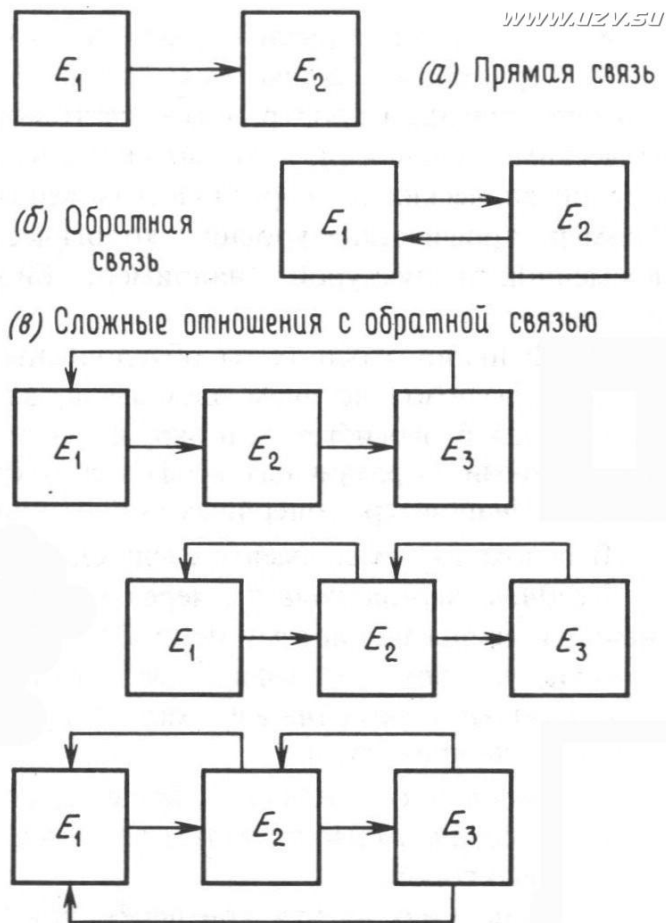
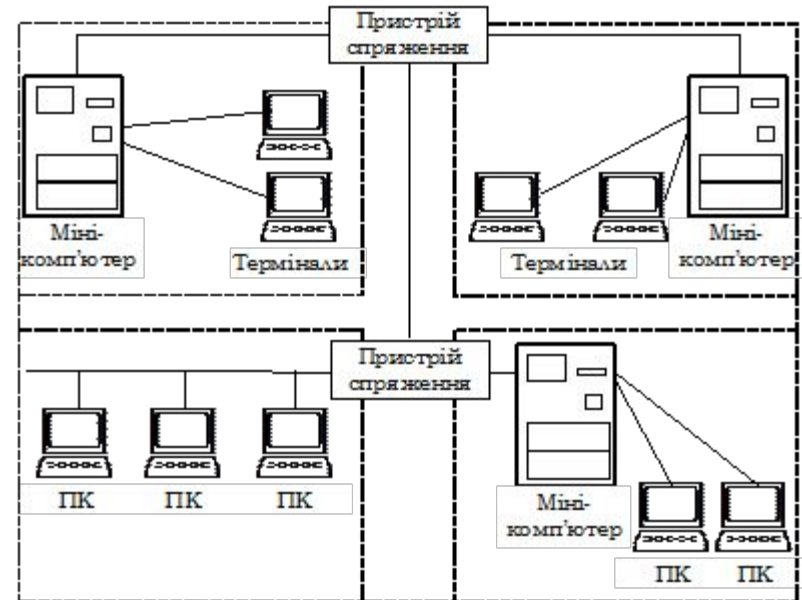
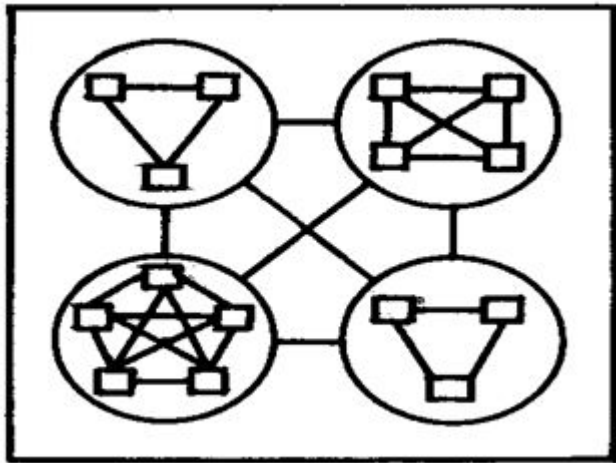
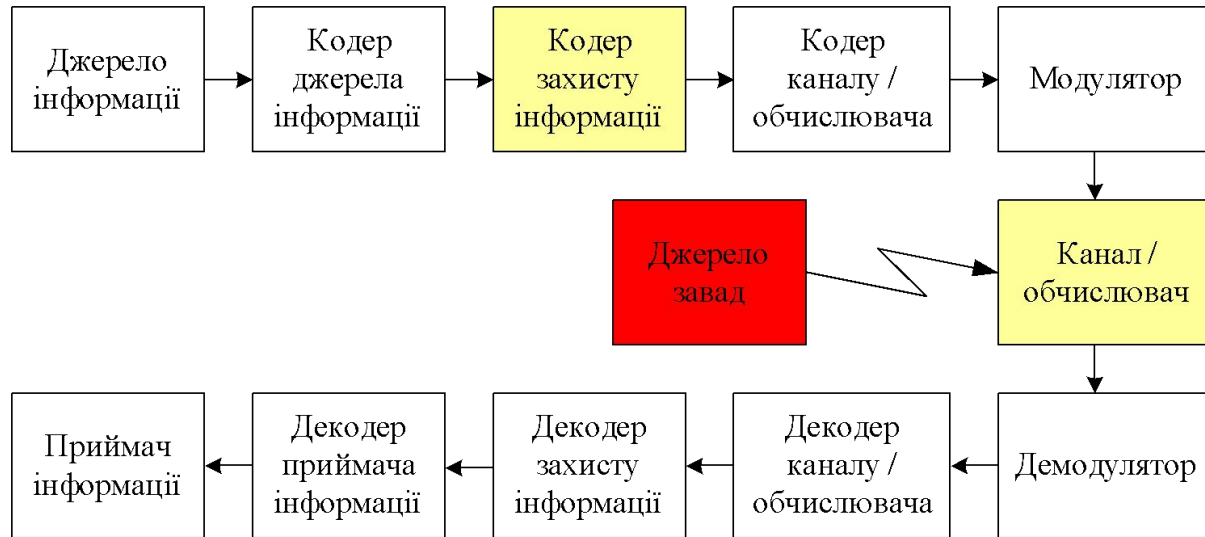


РИС. 1.3. Отношения (связи) между элементами системы. (а) Прямая связь: элемент E_1 воздействует на элемент E_2 , но не испытывает на себе влияния E_2 ; (б) обратная связь: E_1 действует на E_2 и одновременно испытывает обратное влияние E_2 ; (в) примеры сложных структур, характеризующихся наличием обратной связи между несколькими элементами.

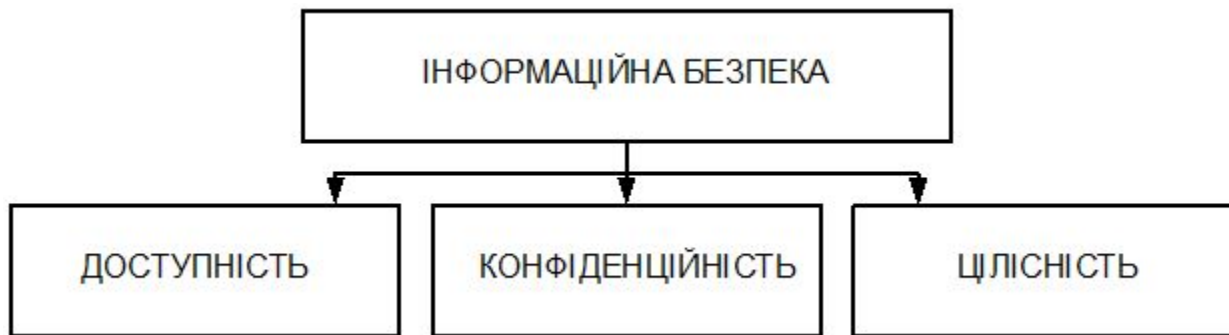
Опрацювання даних в ієрархічних структурах



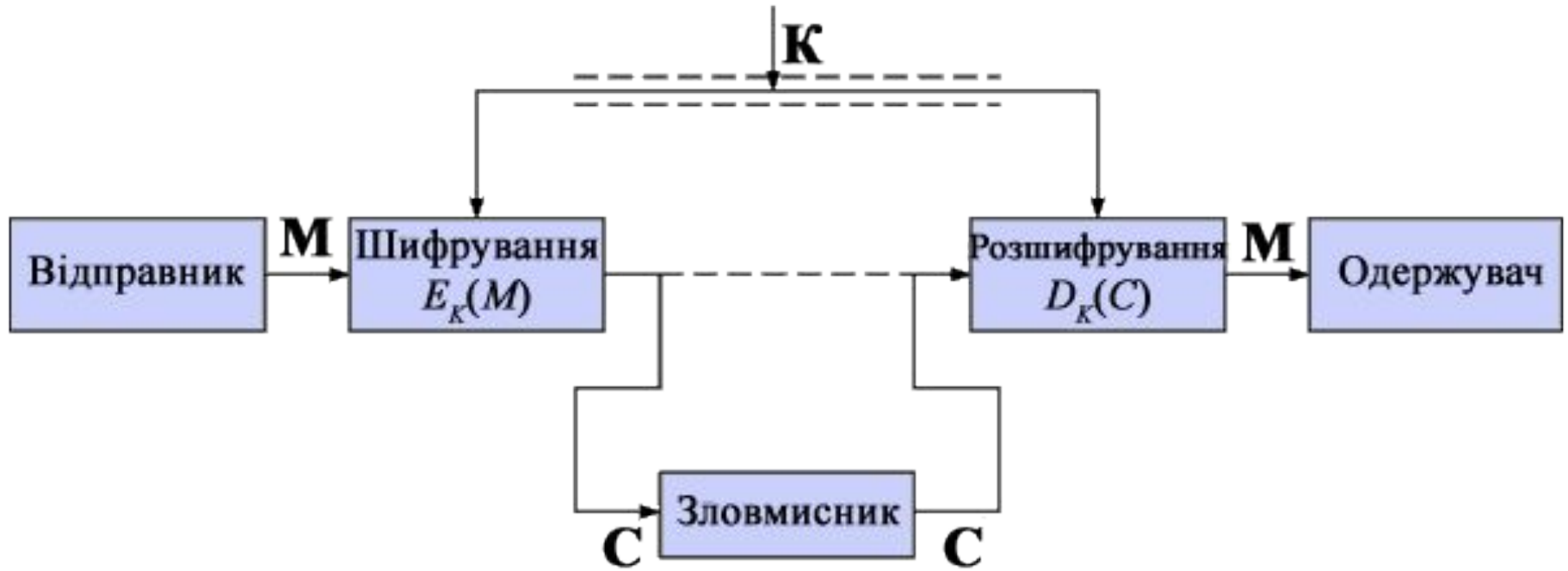
Кодер захисту інформації



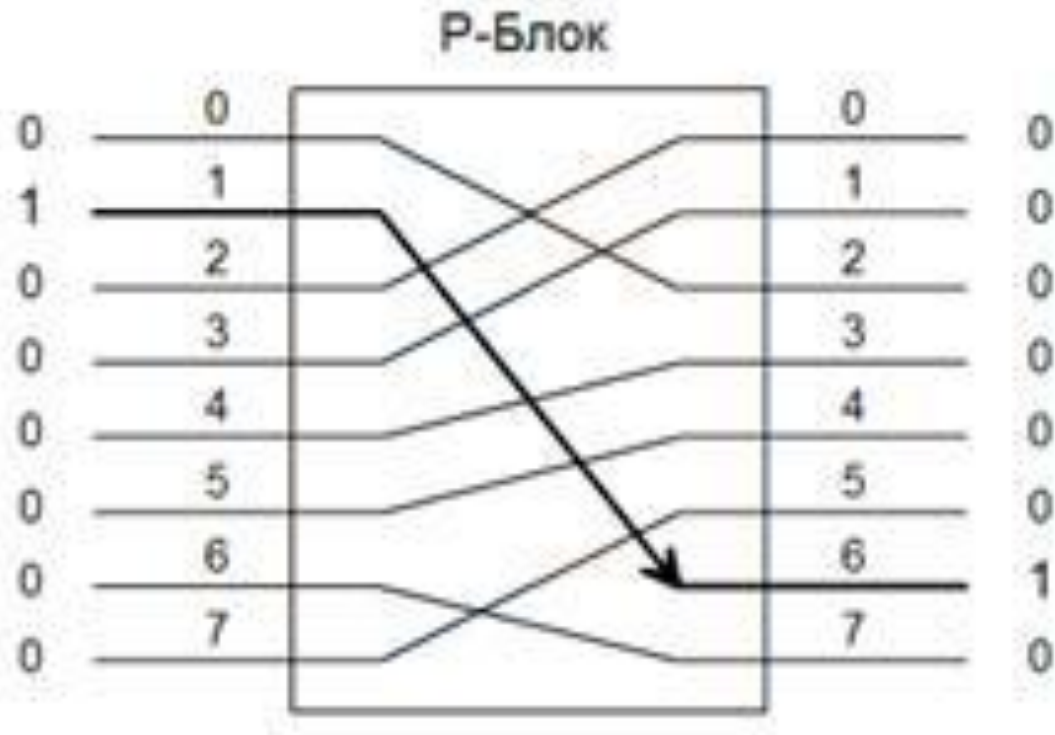
Кодер захисту інформації необхідний для інформаційної безпеки

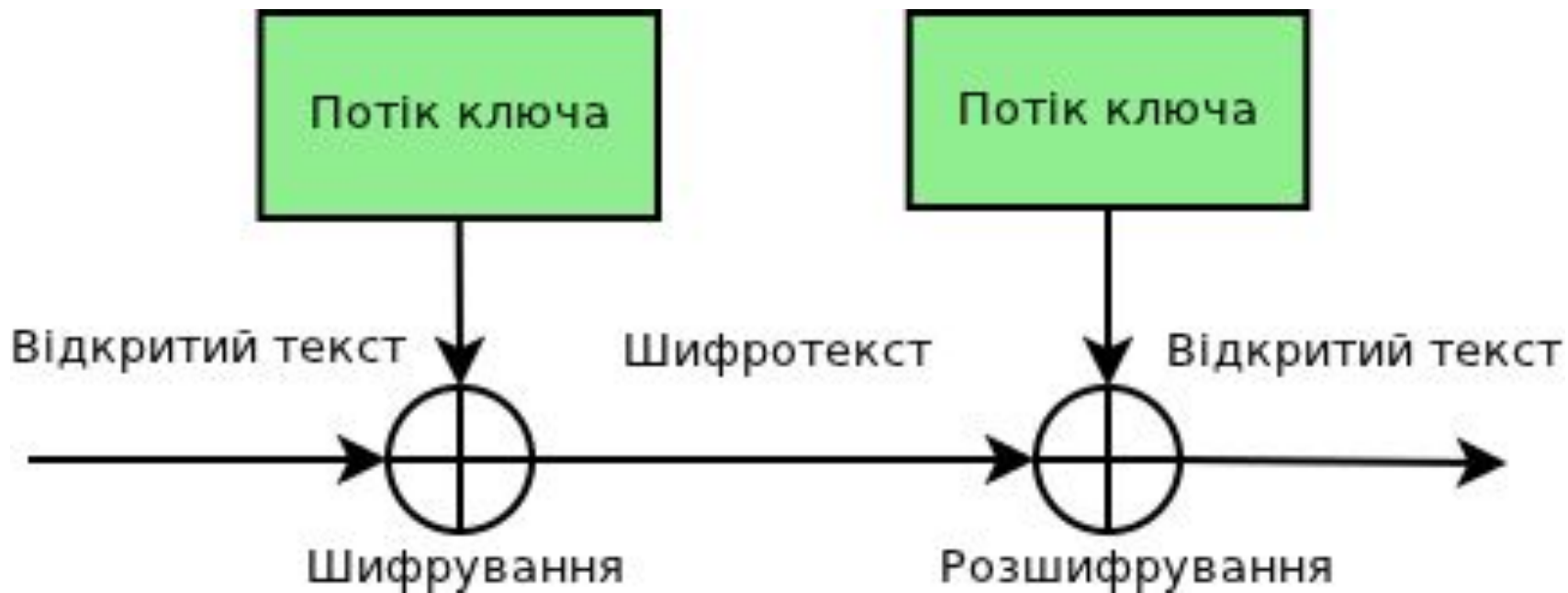


Загальна схема криптографічної системи



Перемішування





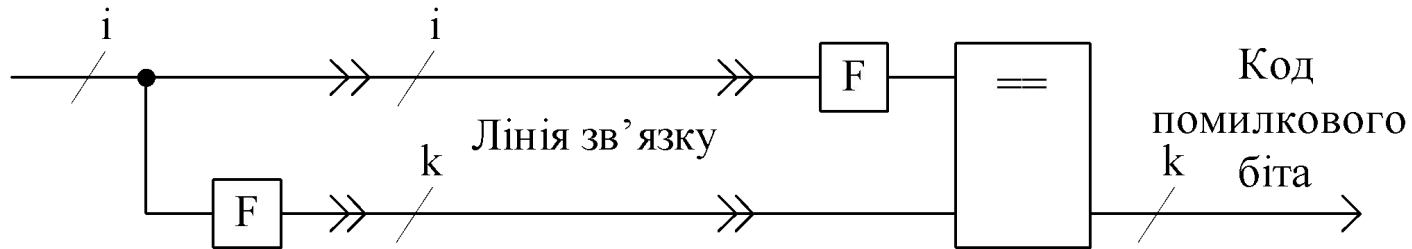
Контроль на парність / непарність



Рис. 5.5. Контроль четности

$$\begin{cases} d_{\min} \geq \sigma + 1 \\ d_{\min} \geq 2t + 1 \end{cases}$$

Код Хеммінга



F – вузол формування кода Геммінга

$$K1 = i3 \oplus i5 \oplus i7 \oplus i9 \oplus i11 \oplus i13 \oplus i15$$

$$K2 = i3 \oplus i6 \oplus i7 \oplus i10 \oplus i11 \oplus i14 \oplus i15$$

$$K4 = i5 \oplus i6 \oplus i7 \oplus i12 \oplus i13 \oplus i14 \oplus i15$$

$$K8 = i9 \oplus i10 \oplus i11 \oplus i12 \oplus i13 \oplus i14 \oplus i15$$

$$K \oplus k = (K8 \oplus k8)(K4 \oplus k4)(K2 \oplus k2)(K1 \oplus k1)$$

Код Хеммінга

Таблиця 1.6.2

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}

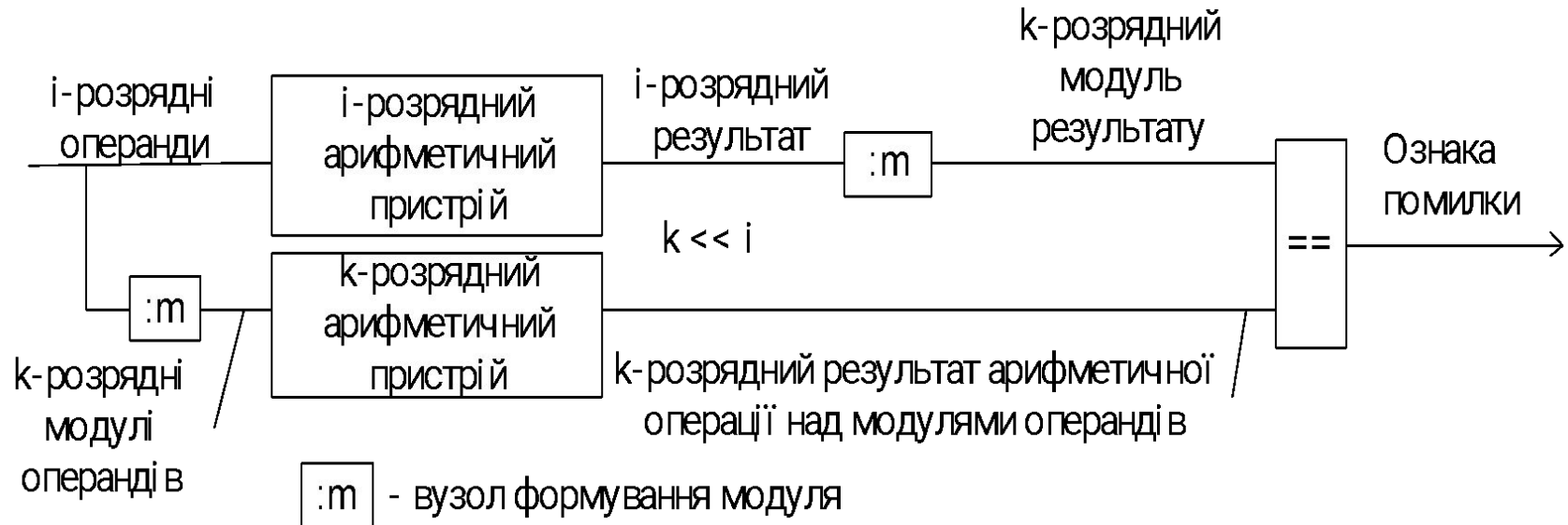
$$k_1 = i_3 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} \oplus i_{13} \oplus i_{15};$$

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

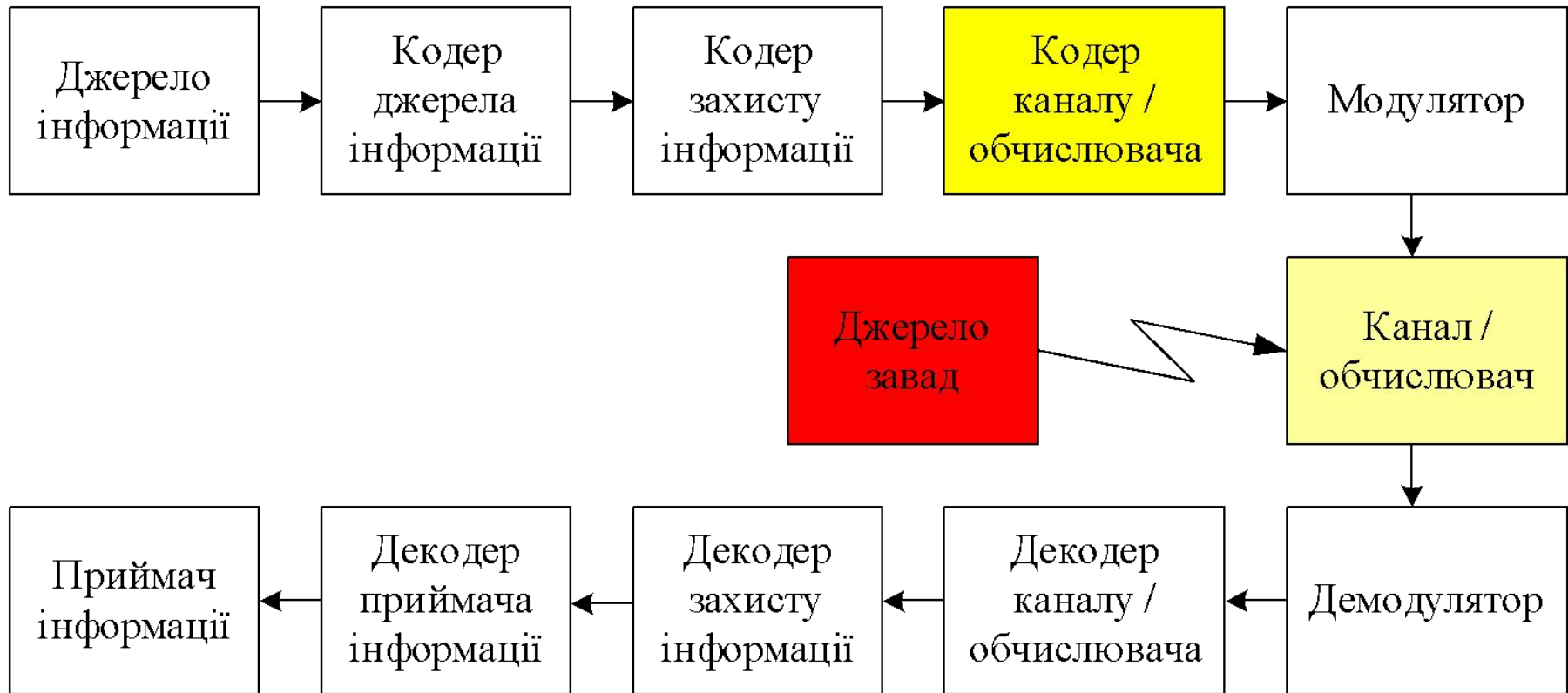
$$k_4 = i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{12} \oplus i_{13} \oplus i_{14} \oplus i_{15};$$

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

Контроль виконання операцій. Числовий контроль за модулем



Кодер каналу / обчислювача



Позиційні системи числення

Системи счислення				
Десятична	Двоична	Восьмерична	Шестнадцатерична	Двоично-десятична
0	0	0	0	0000
1	1	1	1	0001
2	10	2	2	0010
3	11	3	3	0011
4	100	4	4	0100
5	101	5	5	0101
6	110	6	6	0110
7	111	7	7	0111
8	1000	10	8	1000
9	1001	11	9	1001
10	1010	12	A	00010000
11	1011	13	B	00010001
12	1100	14	C	00010010
13	1101	15	D	00010011
14	1110	16	E	00010100
15	1111	17	F	00010101
16	10000	20	10	00010110

Двійково-десяткові коди

Десяткові цифри	Код 8421	Код 8421+3	Код 2421	Код 5121	Десятичний код	Двоичний код				Код Грея
						2^3	2^2	2^1	2^0	
0	0000	0011	0000	0000	0	0	0	0	0	0 0 0 0
1	0001	0100	0001	0001	1	0	0	0	1	0 0 0 1
2	0010	0101	0010	0010	2	0	0	1	0	0 0 1 1
3	0011	0110	0011	0011	3	0	0	1	1	0 0 1 0
4	0100	0111	0100	0111	4	0	1	0	0	0 1 1 0
5	0101	1000	1011	1000	5	0	1	0	1	0 1 1 1
6	0110	1001	1100	1100	6	0	1	1	0	0 1 0 1
7	0111	1010	1101	1101	7	0	1	1	1	0 1 0 0
8	1000	1011	1110	1110	8	1	0	0	0	1 1 0 0
9	1001	1100	1111	1111	9	1	0	0	1	1 1 0 1
					10	1	0	1	0	1 1 1 1
					11	1	0	1	1	1 1 1 0
					12	1	1	0	0	1 0 1 0
					13	1	1	0	1	1 0 1 1
					14	1	1	1	0	1 0 0 1
					15	1	1	1	1	1 0 0 0

Двійково-десяткові коди

Десятичные цифры	Двоичные коды десятичных цифр			
	8421	2421	С из- бытком 3	2 из 5
0	0000	0000	0011	11000
1	0001	0001	0100	00011
2	0010	0010	0101	00101
3	0011	0011	0110	00110
4	0100	0100	0111	01001
5	0101	1011	1000	01010
6	0110	1100	1001	01100
7	0111	1101	1010	10001
8	1000	1110	1011	10010
9	1001	1111	1100	10100

Трійкова симетрична (врівноважена) система числення

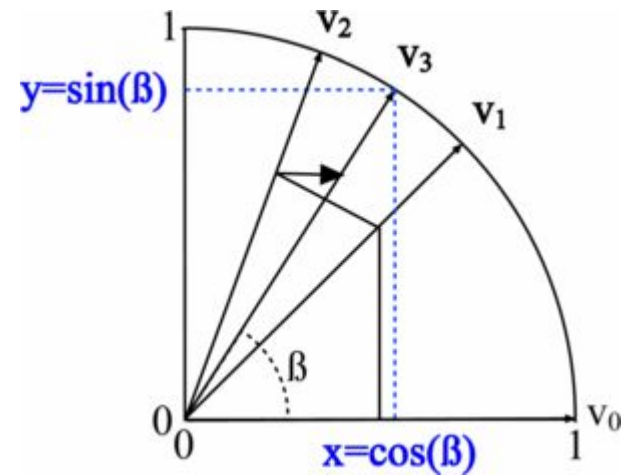
Десятична система	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Троїчна несиметрична	-100	-22	-21	-20	-12	-11	-10	-2	-1	0	1	2	10	11	12	20	21	22	100
Троїчна симетрична	᠐00	᠐01	᠐1᠐	᠐11	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑	᠑᠑᠑

Системи числення з іраціональними основами

основами

Класичний CORDIC-метод обчислення тригонометричних ф-цій Coordinate Rotation Digital Computer

метод Дж. Волдера



$$x = \cos\phi,$$

$$y = \sin\phi, \quad (1)$$

$$\phi = \arctan\left(\frac{y}{x}\right);$$

$$\phi = \sum_{i=0}^m \sigma_i \alpha_i, \quad (9)$$

$$\alpha_i = \arctan\left(2^{-i}\right) \quad (8)$$

$$x_{i+1} = x_i - \sigma_i y_i 2^{-i};$$

$$y_{i+1} = y_i + \sigma_i x_i 2^{-i}; \quad (27)$$

$$z_{i+1} = z_i - \sigma_i \alpha_i; \quad (28)$$

$$x_0 = x, y_0 = y, z_0 = \phi$$

$$\sigma_i = \begin{cases} -1 & \text{if } z_i < 0 \\ +1 & \text{if } z_i \geq 0 \end{cases}$$

Система залишкових класів

лето от Адема (по русско-византийской эре)	по пискам			
	год н.э.	индикт	круг Солнцу	круг Луны
1	2	3	4	5
5208	-300	3	28	2
5209	-299	4	1	3
5210	-298	5	2	4
5211	-297	6	3	5
5212	-296	7	4	6
5213	-295	8	5	7
5214	-294	9	6	8
5215	-293	10	7	9
5216	-292	11	8	10
5217	-291	12	9	11
5218	-290	13	10	12
5219	-289	14	11	13
5220	-288	15	12	14

1	2	3	4	5
5491	-17	1	3	19
5492	-16	2	4	1
5493	-15	3	5	2
5494	-14	4	6	3
5495	-13	5	7	4
5496	-12	6	8	5
5497	-11	7	9	6
5498	-10	8	10	7
5499	-9	9	11	8
5500	-8	10	12	9
5501	-7	11	13	10
5502	-6	12	14	11
5503	-5	13	15	12
5504	-4	14	16	13
5505	-3	15	17	14
5506	-2	1	18	15
5507	-1	2	19	16
5508	0	3	20	17
5509	1	4	21	18
5510	2	5	22	19

1	2	3	4	5
6999	1491	8	26	6
7000	1492	9	27	7
7001	1493	10	28	8
7002	1494	11	1	9
7003	1495	12	2	10
7004	1496	13	3	11
7005	1497	14	4	12
7006	1498	15	5	13
7007	1499	1	6	14
7008	1500	2	7	15
7009	1501	3	8	16
7010	1502	4	9	17
7011	1503	5	10	18
7012	1504	6	11	19
7013	1505	7	12	1
7014	1506	8	13	2
7015	1507	9	14	3
7016	1508	10	15	4
7017	1509	11	16	5
7018	1510	12	17	6
7019	1511	13	18	7

1	2	3	4	5
6999	1491	8	26	6
7000	1492	9	27	7
7001	1493	10	28	8
7002	1494	11	1	9
7003	1495	12	2	10
7004	1496	13	3	11
7005	1497	14	4	12
7006	1498	15	5	13
7007	1499	1	6	14
7008	1500	2	7	15
7009	1501	3	8	16
7010	1502	4	9	17
7011	1503	5	10	18
7012	1504	6	11	19
7013	1505	7	12	1
7014	1506	8	13	2
7015	1507	9	14	3
7016	1508	10	15	4
7017	1509	11	16	5
7018	1510	12	17	6
7019	1511	13	18	7

- індикт змінювався від 1 до 15 і знову скидався на 1;
- коло Сонця змінювалося від 1 до 28 і знову скидалося на 1;
- коло Місяця змінювалося від 1 до 19 і знову скидалося на 1.

$$7980 = 15 \times 28 \times 19$$

НУЛП

2018-2019 н.р.

Глухов В.С. Комп'ютерна логіка

Таблиця 1.5.1

Чис- ло	Залишки від ділення на			Код у СЗК
	2	3	5	
0	0	0	0	0,0,0
1	1	1	1	1,1,1
2	0	2	2	0,2,2
3	1	0	3	1,0,3
4	0	1	4	0,1,4
5	1	2	0	1,2,0
6	0	0	1	0,0,1
7	1	1	2	1,1,2
8	0	2	3	0,2,3
9	1	0	4	1,0,4
10	0	1	0	0,1,0
11	1	2	1	1,2,1
12	0	0	2	0,0,2
13	1	1	3	1,1,3
14	0	2	4	0,2,4
15	1	0	0	1,0,0
16	0	1	1	0,1,1
17	1	2	2	1,2,2
18	0	0	3	0,0,3
19	1	1	4	1,1,4
20	0	2	0	0,2,0
21	1	0	1	1,0,1
22	0	1	2	0,1,2
23	1	2	3	1,2,3
24	0	0	4	0,0,4
25	1	1	0	1,1,0
26	0	2	1	0,2,1
27	1	0	2	1,0,2
28	0	1	3	0,1,3
29	1	2	4	1,2,4
30	0	0	0	0,0,0

Системи числення

Основа системи числення	Вага і-го розряду	Значення коефіцієнтів перед вагою розрядів	Назва системи числення
10	$10^i = 0..010..0_{10}$	$\{0, 1, 2, \dots, 8, 9\}$	Десяткова
2	$2^i = 0..010..0_2$	$\{0, 1\}$	Двійкова
2	$2^i = 0..010..0_2$	$\{-1, 1\}$	Двійкова симетрична
3	$3^i = 0..010..0_3$	$\{0, 1, 2\}$	Трійкова
3	$3^i = 0..010..0_3$	$\{-1, 0, 1\}$	Трійкова симетрична
8	$8^i = 0..010..0_8$	$\{0, 1, 2, \dots, 6, 7\}$	Вісімкова
16	$16^i = 0..010..0_{16}$	$\{0, 1, 2, \dots, 8, 9, A, B, \dots, E, F\}$	Шістнадцятькова
СЗК	$B_0 = (0, \dots, 0, 1),$ $B_1 = (0, \dots, 0, 1, 0),$... $B_{n-1} = (1, 0, \dots, 0)$	$\{0, 1\}, \{0, 1, 2\}, \{0, 1, 2, 3, 4\}, \{0, 1, 2, \dots, 6\}, \dots$	Система залишкових класів
іраціональна	$\arctg(2^{-i})$	$\{0, 1\}$	Одна з систем числення з іраціональною основою
p	$p^i = 0..010..0_p$	$\{0, 1\}, \dots, \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}, \dots$	поля Галуа

Поля Галуа Galois Fields $GF(Q)$

Q – порядок поля

- Прості поля Галуа $GF(p)$
 - $GF(7) = \{0,1,2,3,4,5,6\}$
 - У полі $GF(7)$ $5+6=11 \bmod 7=4$, $5+6=4 \Rightarrow 4-6=5$.
 - У полі $GF(7)$ $5 \times 6=30 \bmod 7=2$, $5 \times 6=2 \Rightarrow 2:6=5$.

Поля Галуа Galois Fields GF(Q)

- Розширені поля Галуа $GF(p^n)$;

p – характеристика:

n - розмір поля, розрядність

$$GF(7^2) - x^1x^0 \{00,01,\dots,26,30,\dots,65,66\}$$

$$56=5x^1+6x^0, 66=6x^1+6x^0$$

$$56+66=(11 \bmod 7 \ 12 \bmod 7)=45=$$

$$=4x^1+5x^0$$

$$P=x^2+4x^1+5x^0=0 \text{ (простий поліном)}$$

$$x^2=-4x^1-5x^0; 2x^2=-8x^1-10x^0$$

$$56 \times 66 = 25 = 2x^1 + 5x^0$$

$$\Rightarrow 25:56=66.$$

$$P=x^2+4=0 \text{ (простий поліном)}$$

$$P=x^2+x+6=0 \text{ (простий поліном)}$$

$$P=x^2+2x+2=0 \text{ (простий поліном)}$$

$$P=x^2+2x+3=0 \text{ (простий поліном)}$$

$$P=x^2+4x+1=0 \text{ (простий поліном)}$$

$$P=x^2+4x+6=0 \text{ (простий поліном)}$$

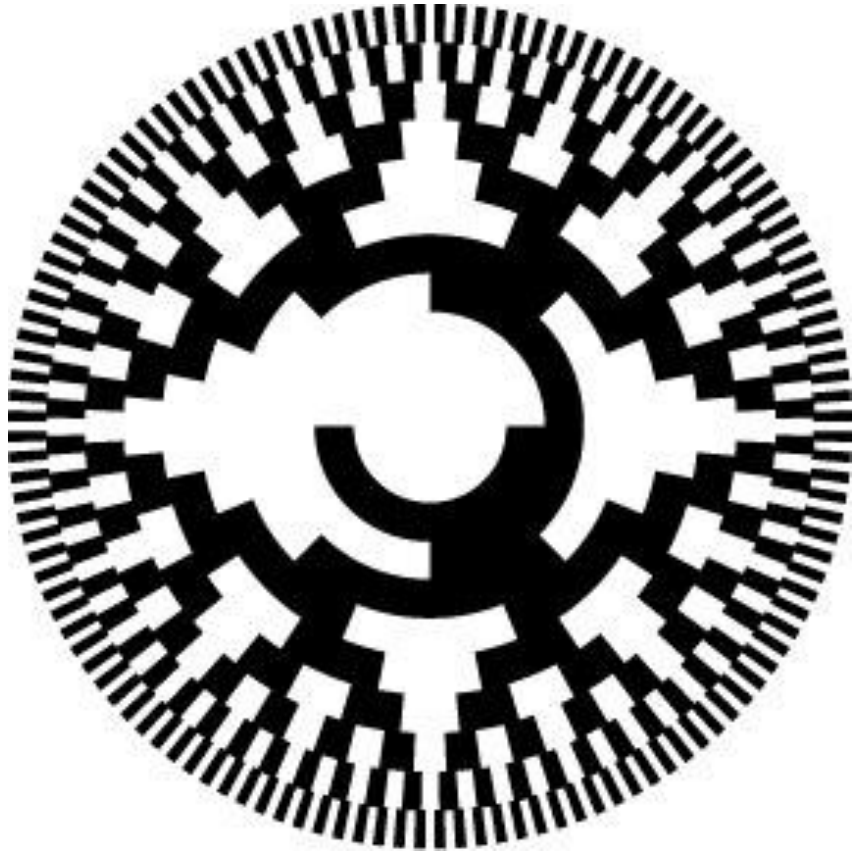
$$P=x^2+5x+3=0 \text{ (простий поліном)}$$

	x^2	x^1	x^0	
		5	6	
×		6	6	
		30	36	
+		30	36	
		30	66	36 mod7
		2	3	
+		-5	-9	mod7
		2	5	

Поля Галуа

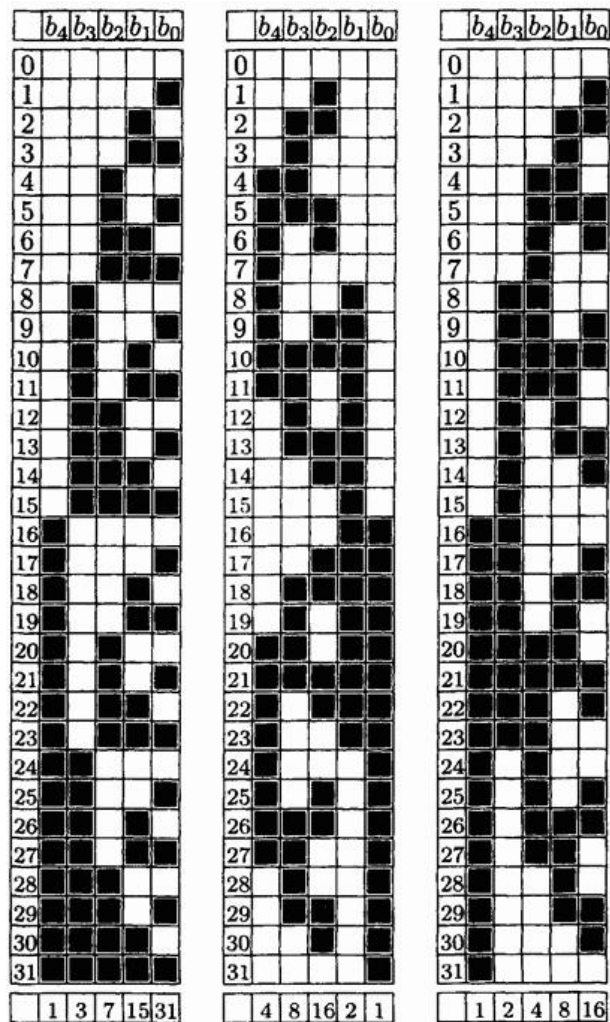
Многочлен	Степень α	$1, x, x^2, x^3$
	α	(0, 1, 0, 0)
	α^2	(0, 0, 1, 0)
	α^3	(0, 0, 0, 1)
$1 + \alpha$	α^4	(1, 1, 0, 0)
$\alpha + \alpha^2$	α^5	(0, 1, 1, 0)
$\alpha^2 + \alpha^3$	α^6	(0, 0, 1, 1)
$\alpha^3 + \alpha + 1 = \alpha^3 + \alpha^4$	α^7	(1, 1, 0, 1)
$1 + \alpha^2 = \alpha + 1 + \alpha^2 + \alpha$	α^8	(1, 0, 1, 0)
$\alpha + \alpha^3$	α^9	(0, 1, 0, 1)
$\alpha^2 + 1 + \alpha = \alpha^2 + \alpha^4$	α^{10}	(1, 1, 1, 0)
$\alpha + \alpha^2 + \alpha^3$	α^{11}	(0, 1, 1, 1)
$1 + \alpha + \alpha^2 + \alpha^3 = \alpha^2 + \alpha^3 + \alpha^4$	α^{12}	(1, 1, 1, 1)
$1 + \alpha^2 + \alpha^3 = \alpha + \alpha^2 + \alpha^3 + \alpha^4$	α^{13}	(1, 0, 1, 1)
$1 + \alpha^3 = \alpha + \alpha^3 + \alpha^4$	α^{14}	(1, 0, 0, 1)
$1 = \alpha + \alpha^4$	α^{15}	(1, 0, 0, 0)

Сусідній код (код Грея)



Десятичные числа	Двоичный код	Код Грея	Десятичные числа	Двоичный код	Код Грея
0	0000	0000	8	1000	1100
1	0001	0001	9	1001	1101
2	0010	0011	10	1010	1111
3	0011	0010	11	1011	1110
4	0100	0110	12	1100	1010
5	0101	0111	13	1101	1011
6	0110	0101	14	1110	1001
7	0111	0100	15	1111	1000

Сусідні коди



(a)

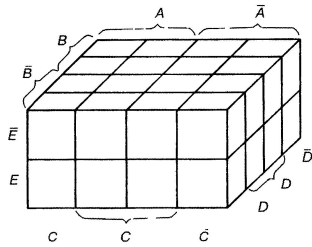
(b)

(c)

Карти Карно

w	x	y	z	$f(w, x, y, z)$
0	0	0	0	$f(0,0,0,0)$
0	0	0	1	$f(0,0,0,1)$
0	0	1	0	$f(0,0,1,0)$
0	0	1	1	$f(0,0,1,1)$
0	1	0	0	$f(0,1,0,0)$
0	1	0	1	$f(0,1,0,1)$
0	1	1	0	$f(0,1,1,0)$
0	1	1	1	$f(0,1,1,1)$
1	0	0	0	$f(1,0,0,0)$
1	0	0	1	$f(1,0,0,1)$
1	0	1	0	$f(1,0,1,0)$
1	0	1	1	$f(1,0,1,1)$
1	1	0	0	$f(1,1,0,0)$
1	1	0	1	$f(1,1,0,1)$
1	1	1	0	$f(1,1,1,0)$
1	1	1	1	$f(1,1,1,1)$

(a)



		yz			
		00	01	11	10
wx	00	$f(0,0,0,0)$	$f(0,0,0,1)$	$f(0,0,1,1)$	$f(0,0,1,0)$
	01	$f(0,1,0,0)$	$f(0,1,0,1)$	$f(0,1,1,1)$	$f(0,1,1,0)$
	11	$f(1,1,0,0)$	$f(1,1,0,1)$	$f(1,1,1,1)$	$f(1,1,1,0)$
	10	$f(1,0,0,0)$	$f(1,0,0,1)$	$f(1,0,1,1)$	$f(1,0,1,0)$

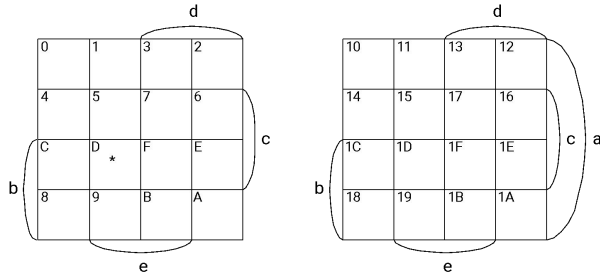
(6)

x	y	z	$f(x,y,z)$
0	0	0	$f(0,0,0)$
0	0	1	$f(0,0,1)$
0	1	0	$f(0,1,0)$
0	1	1	$f(0,1,1)$
1	0	0	$f(1,0,0)$
1	0	1	$f(1,0,1)$
1	1	0	$f(1,1,0)$
1	1	1	$f(1,1,1)$

(a)

		yz			
		00	01	11	10
x	0	$f(0,0,0)$	$f(0,0,1)$	$f(0,1,1)$	$f(0,1,0)$
	1	$f(1,0,0)$	$f(1,0,1)$	$f(1,1,1)$	$f(1,1,0)$

(6)

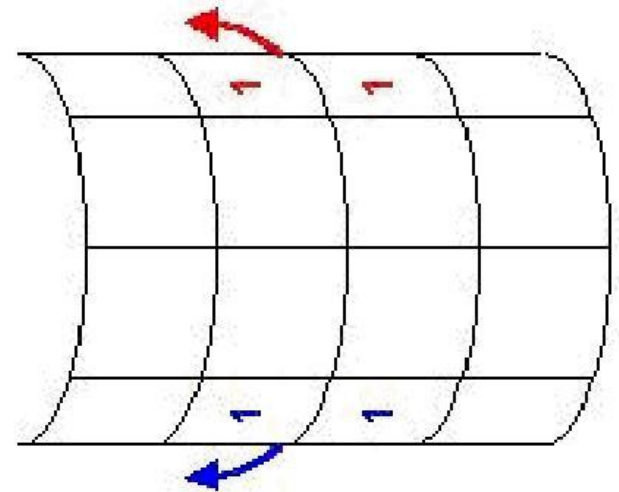
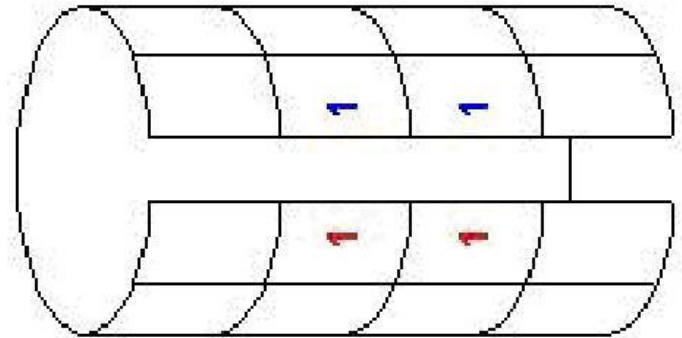
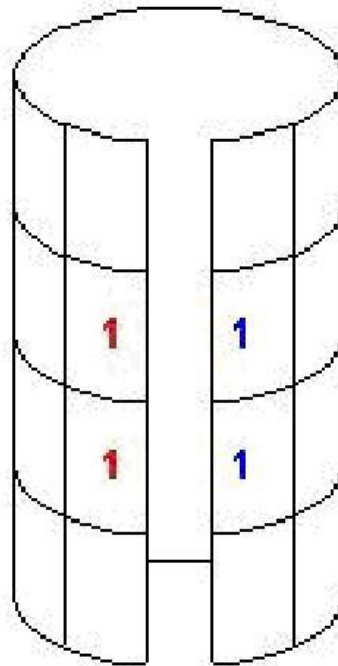
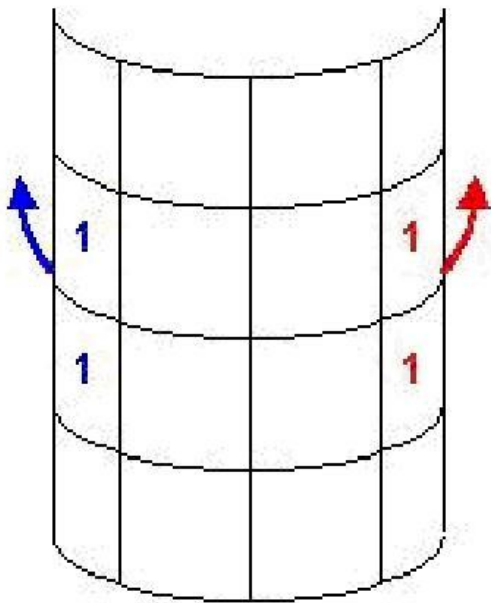


		y	
		0	1
x	0	$f(0,0)$	$f(0,1)$
	0	$f(0,0)$	$f(0,1)$
	1	$f(1,0)$	$f(1,1)$
	1	$f(1,0)$	$f(1,1)$

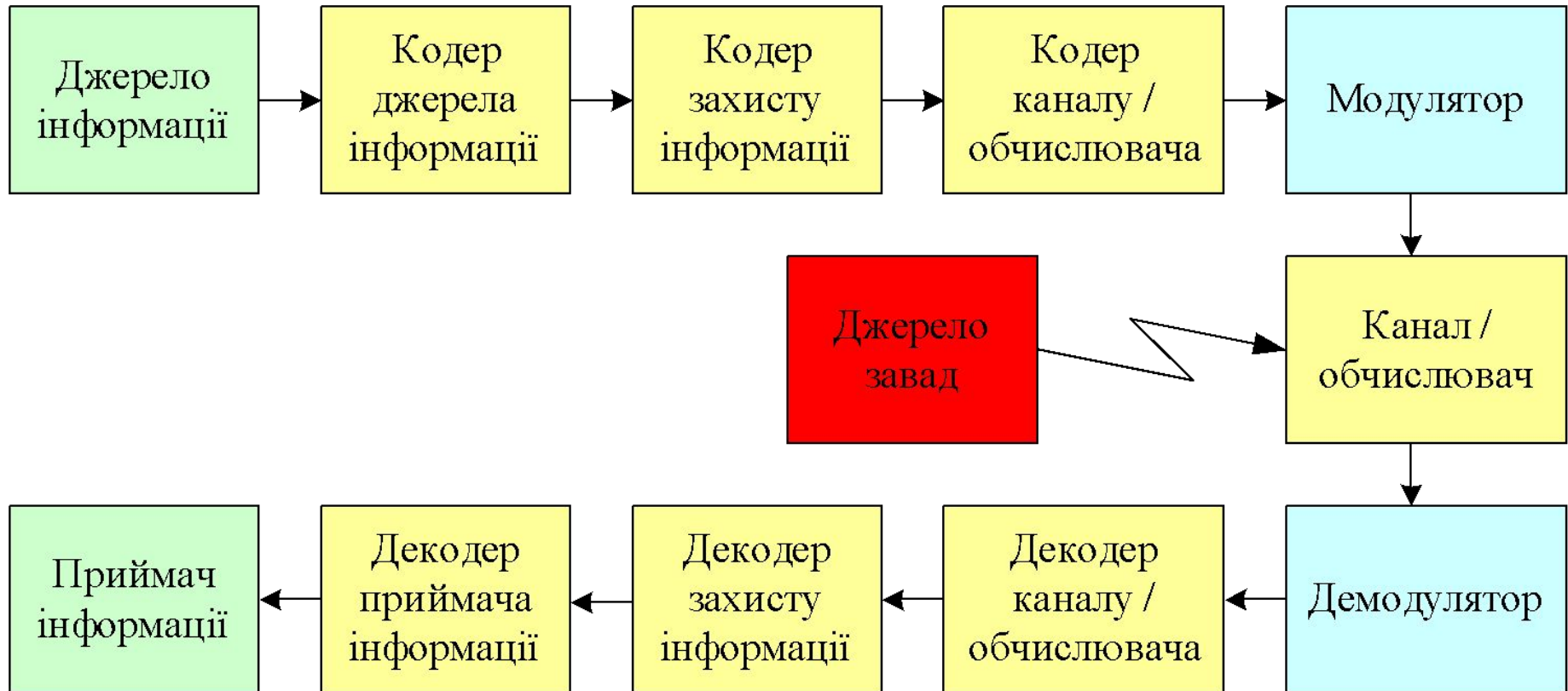
(a)

(6)

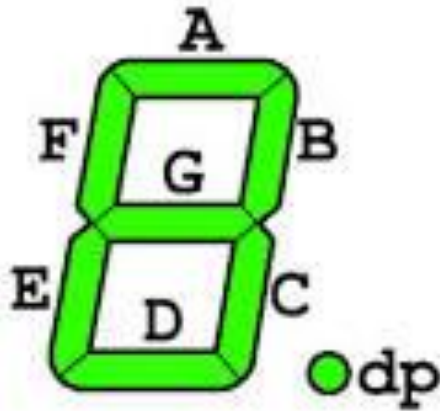
Скручування карти Карно по вертикалі і горизонталі



Структурна схема процесу передачі або оброблення інформації



Семисегментный индикатор



Выводы сегментов индикатора

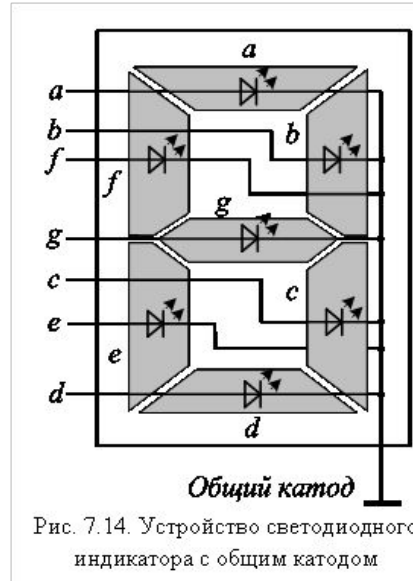
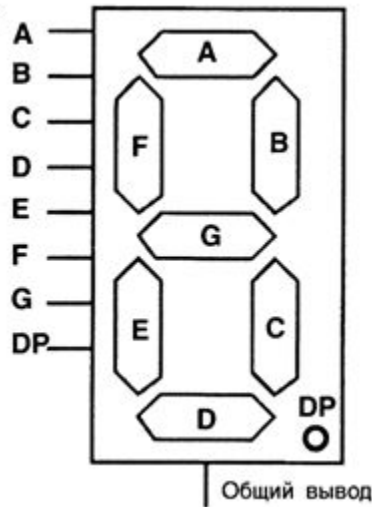
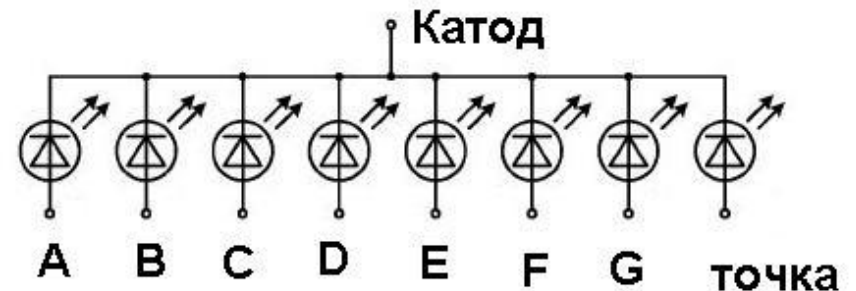
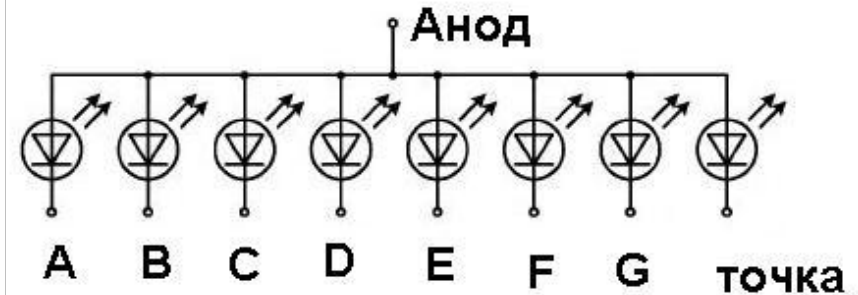


Рис. 7.14. Устройство светодиодного индикатора с общим катодом



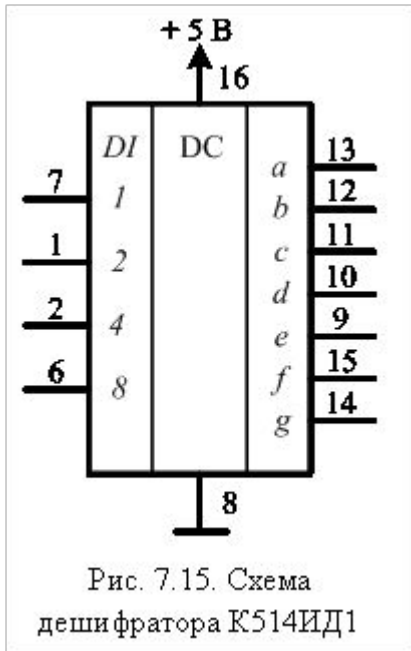
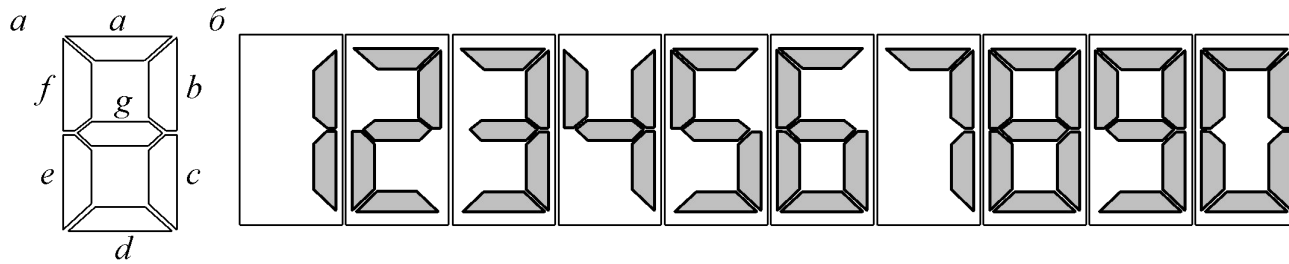


Рис. 7.15. Схема дешифратора К514ИД1

DI				Выход							Сим-вол
8	4	2	1	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9

Алгоритм

- Система формальних правил або приписів, які визначають процес досягнення конкретної мети – перетворення деяких даних у бажаний результат, а також набір умов, які визначають порядок застосування цих правил до даних, що обробляються

GlobalLogic

Список вимог, на які в компанії GlobalLogic звертається особлива увага при відборі:

- Профільна технічна освіта
- Математичний склад розуму
- Англійська на рівні Pre-intermediate - Intermediate+
- Базові знання мов програмування - C та C++
- **Знання алгоритмів**
- Розуміння особливостей структур даних
- Навички роботи з “залізом”
- Знання теорії операційних систем - основні компоненти ОС
- Розуміння стандартної системи роботи з проектами і досвід роботи з класичним тулсетом девелопера (Git, Jira)
- Практичний досвід (лабораторні роботи, курсові, виконані практичні заняття на базі STM, власні проекти з посиланням на Git, де їх можна переглянути) буде великим плюсом
- Вміння швидко вчитись

Характеристики алгоритму

- 3 множини:
 - Множина вхідних даних
 - Множина можливих результатів
 - Множина проміжних результатів
- 4 правила:
 - Правило початку роботи
 - Правило безпосереднього перетворення даних
 - Правило закінчення роботи
 - Правило вилучення результату

Властивості алгоритму

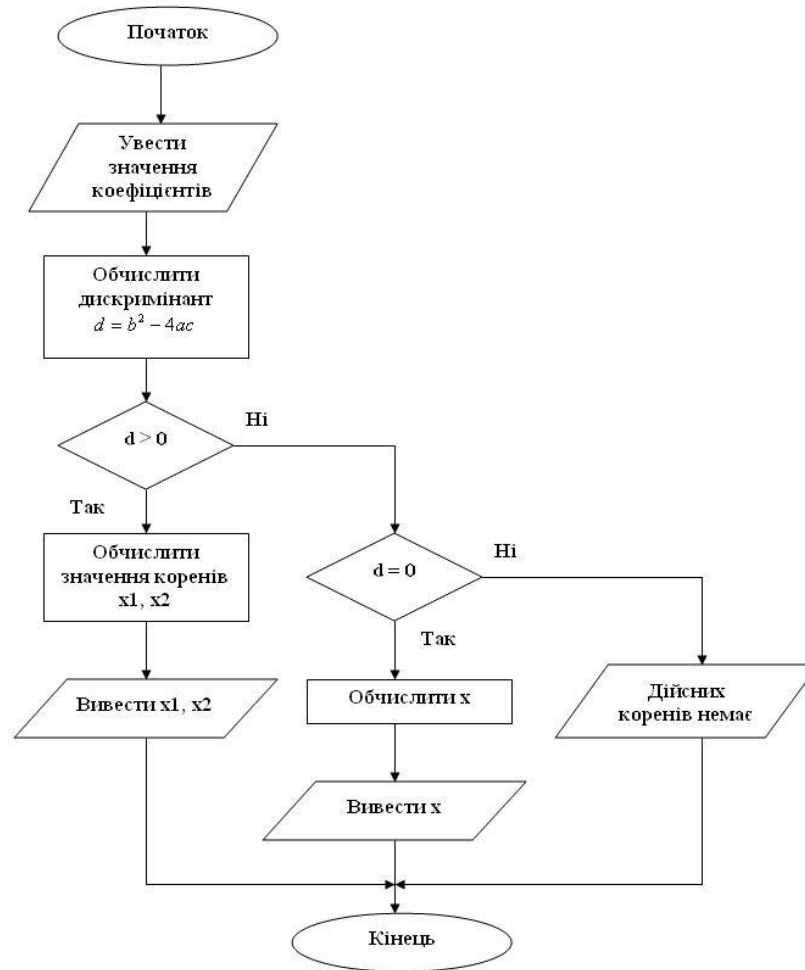
- **Скінченність, результативність**
 - алгоритм має завжди завершуватись після виконання скінченної кількості кроків. Процедуру, яка має решту характеристик алгоритму, без, можливо, скінченності, називають *методом обчислень*.
- **Дискретність**
 - процес, що визначається алгоритмом, можна розчленувати (розділити) на окремі елементарні етапи (кроки), кожен з яких називається кроком алгоритмічного процесу чи алгоритму. [\[31\]](#)
- **Визначеність, однозначність**
 - кожен крок алгоритму має бути точно визначений. Дії, які необхідно здійснити, повинні бути чітко та недвозначно визначені для кожного можливого випадку.
- **Масовість, універсальність, повторюваність**
 - властивість алгоритму, яка полягає в тому, що алгоритм повинен забезпечувати розв'язання будь-якої задачі з класу однотипних задач за будь-якими вхідними даними, що належать до області застосування алгоритму.
- **Ефективність**
 - Алгоритм вважають ефективним, якщо всі його оператори досить прості для того, аби їх можна було точно виконати за скінченний проміжок часу з допомогою олівця та аркушу паперу.
- **Вхідні дані**
 - алгоритм має деяку кількість (можливо, нульову) вхідних даних, тобто, величин, заданих до початку його роботи або значення яких визначають під час роботи алгоритму.
- **Вихідні дані**
 - алгоритм має одне або декілька вихідних даних, тобто, величин, що мають досить визначений зв'язок із вхідними даними.

Представлення алгоритмів

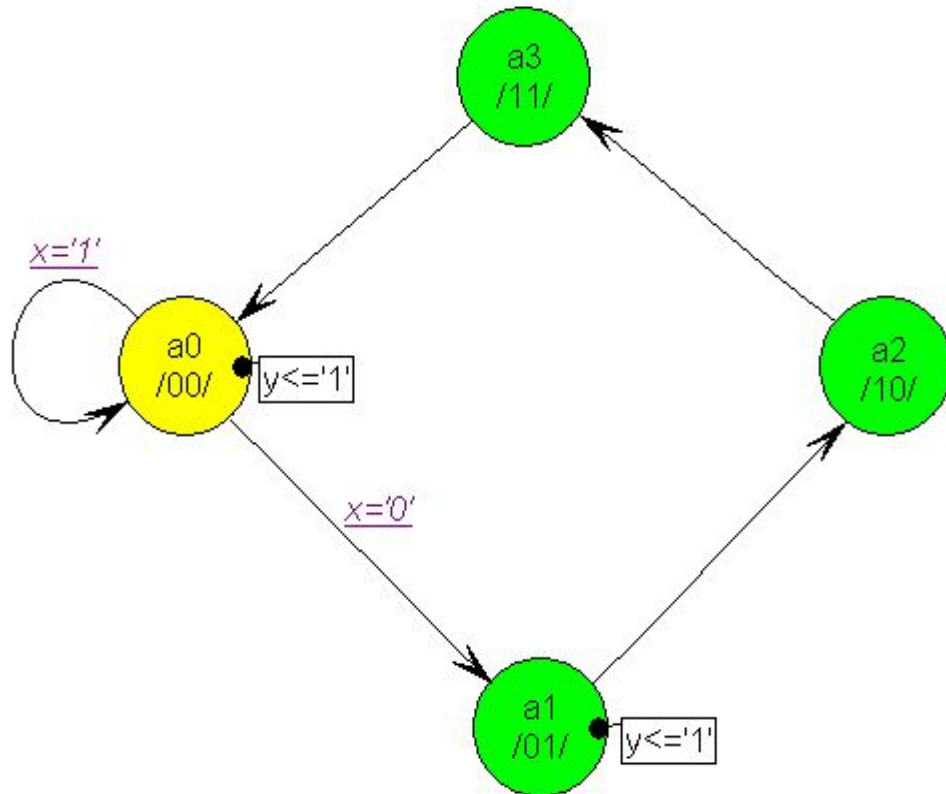
<http://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм>

- У процесі розробки алгоритму можуть використовуватись різні способи його опису, які відрізняються за простотою, наочністю, компактністю, мірою формалізації, орієнтації на машинну реалізацію тощо.
 - словесна або вербальна (неформальні мови, формульно-словесна);
 - [псевдокод](#) (формальні [алгоритмічні мови](#));
 - Таблична;
 - Часові діаграми;
 - схемна:
 - Функціональні схеми;
 - [блок-схема](#), виконується за вимогами стандарту
 - граф автомата
 - інші

Блок-схема алгоритму



Граф автомата Мура та позначки у вершинах графа з двійковим кодуванням станів



Граф – це множина вершин і пар вершин, які з'єднано дугами (стрілочками) або ребрами (лініями)

Граф автомата

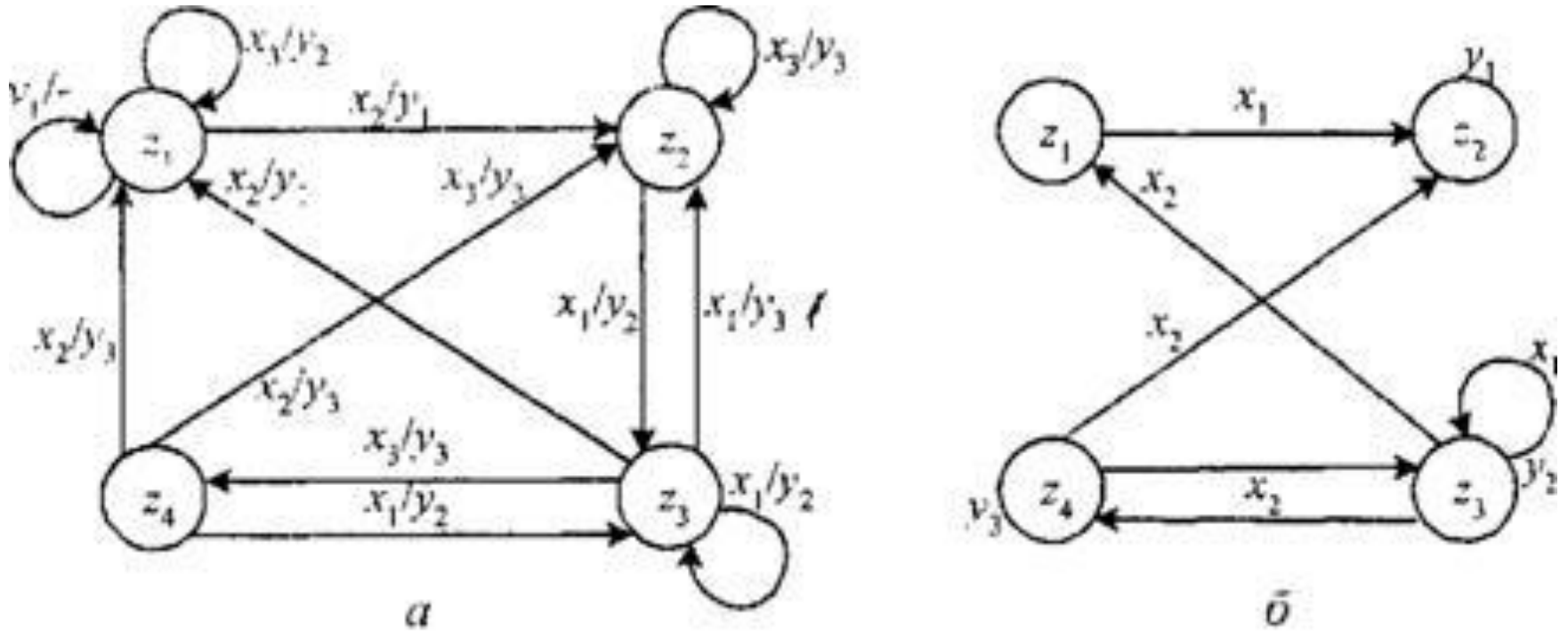
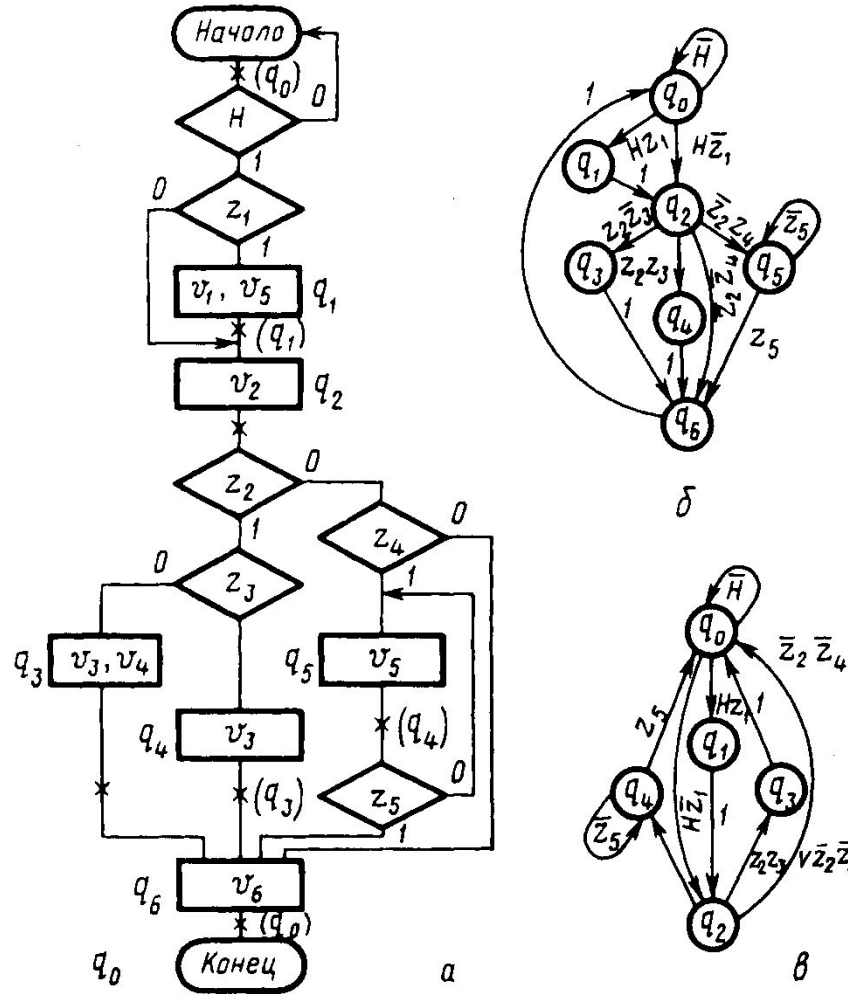


Рис. 8.6. Графы автоматов: а — Мулли; б — Мура

Блок-схема алгоритму та граф автомата

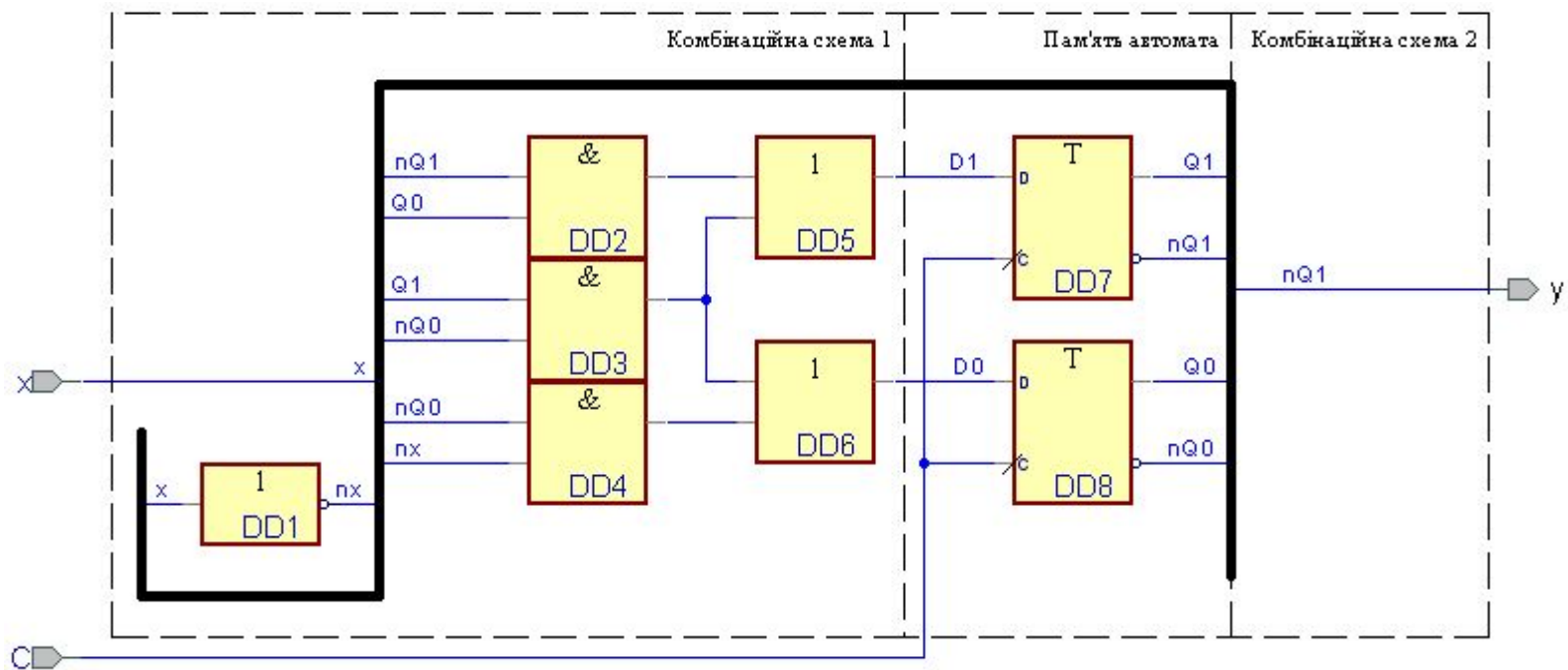


Таблиці переходів та виходів автомата Мура

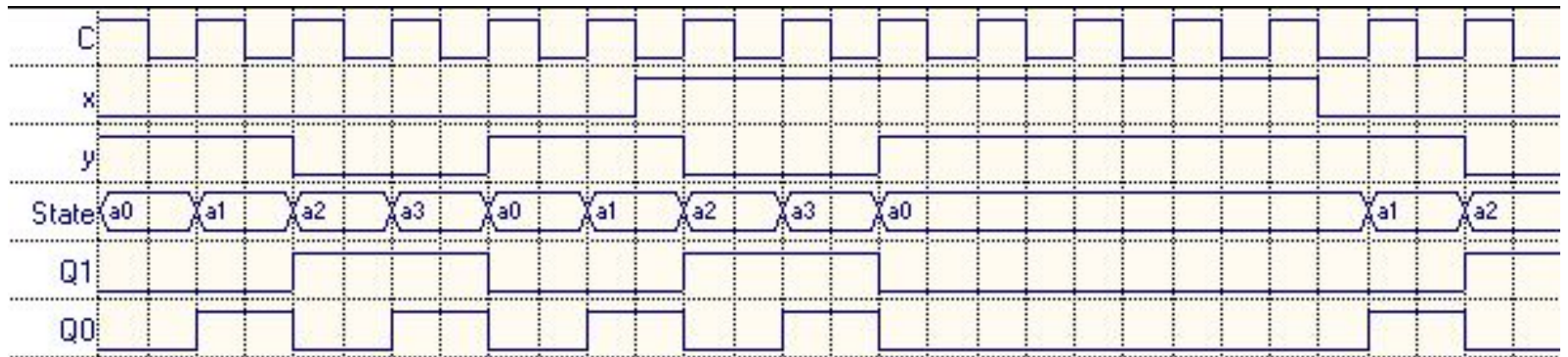
№ ₀	Попередній стан автомата			x	Наступний стан автомата			Сигнали збудження тригерів	
	Позначення	Код			Позначення	Код		D_1	D_0
	a_i	Q_1	Q_0		a_j	q_1	q_0		
0	a_0	0	0	0	a_1	0	1	0	1
1	a_0	0	0	1	a_0	0	0	0	0
2	a_1	0	1	0	a_2	1	0	1	0
3	a_1	0	1	1	a_2	1	0	1	0
4	a_2	1	0	0	a_3	1	1	1	1
5	a_2	1	0	1	a_3	1	1	1	1
6	a_3	1	1	0	a_0	0	0	0	0
7	a_3	1	1	1	a_0	0	0	0	0

№ ₀	Попередній стан автомата			Вихідні сигнали автомата
	Позначення	Код		
	a_i	Q_1	Q_0	
0	a_0	0	0	1
1	a_1	0	1	1
2	a_2	1	0	0
3	a_3	1	1	0

Функціональна схема автомата Мура



Часова діаграма роботи автомата Мура



Опис автомата формальною (з правилами без винятків) або неформальною (з правилами та винятками з них) мовами

```
• State_machine: process (c)
• begin
•   if rising_edge(c) then
•     case State is
•       when a0 =>
•         if x='1' then
•           State <= a0;
•         elsif x='0' then
•           State <= a1;
•         end if;
•       when a1 =>
•         State <= a2;
•       when a2 =>
•         State <= a3;
•       when a3 =>
•         State <= a0;
•       when others =>
•         null;
•     end case;
•   end if;
• end process;
• y_assignment:
• y <= '1' when (State = a0) else
•   '1' when (State = a1) else
•   '0';
• end fsm1_arch;
```

Теза Черча

- **Теза Черча** — для кожного алгоритму може бути побудована формальна алгоритмічна система (ФАС), яка його реалізує

Універсальні ФАС – можуть реалізувати будь-який алгоритм

- Рекурсивні функції
- Машина Тюринга (фільм “Гра в імітацію”)
- Машина Поста
- Схеми Колмогорова-Успенського
- Нормальні алгорифми Маркова
- Скінченні цифрові автомати (комп’ютери та їх програми)
- зараз ФАС –
 - програма для універсального комп’ютера або
 - новий (спеціалізований) комп’ютер і програма для нього

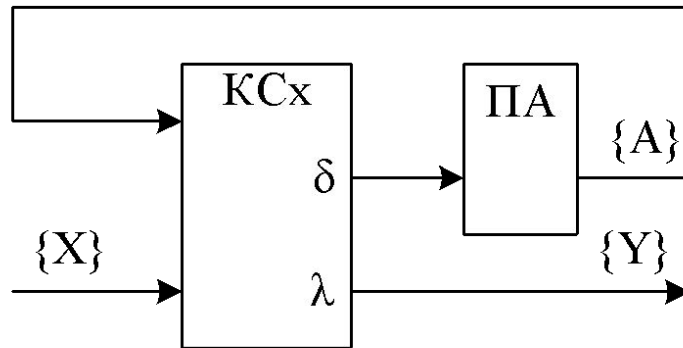
<http://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм>

Повна побудова алгоритму

- формулювання задачі;
- побудови моделі абстрактного алгоритму;
 - АБСТРАКТНИЙ - той, що є наслідком мисленого виділення з усіх ознак, властивостей і зв'язків конкретного предмета його основних, найзагальніших;
- розроблення абстрактного алгоритму;
- перевіряння правильності абстрактного алгоритму;
- реалізації структурного алгоритму;
- аналізу алгоритму і його складності;
- перевіряння реалізації структурного алгоритму;
- оформлення документації.

Загальна структурна схема цифрового автомата

складається з двох цифрових схем



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

-Цифрові схеми поділяються на комбінаційні (без зворотних зв'язків) та схеми з пам'яттю (із зворотними зв'язками, послідовнісні, секвенційні)

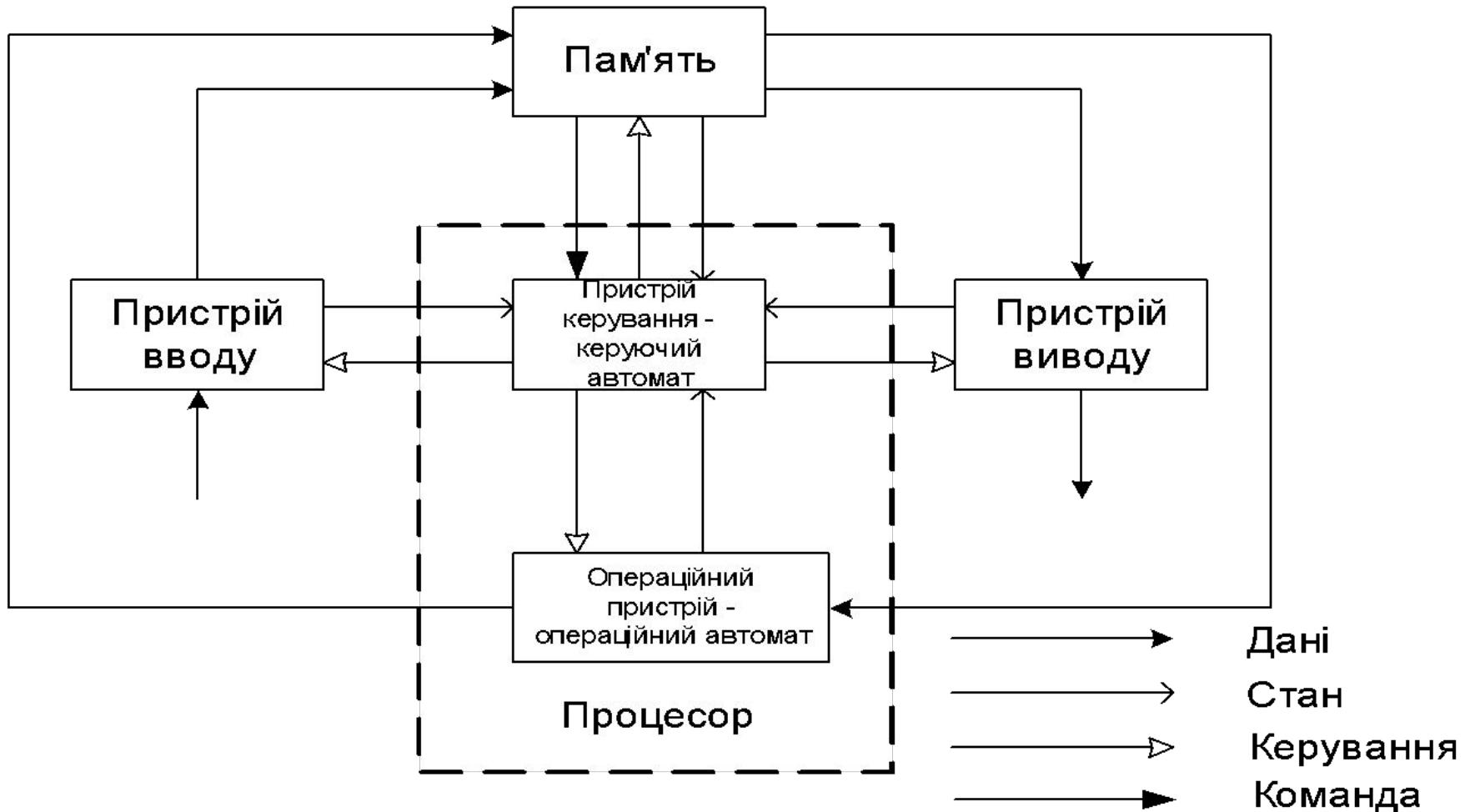
-Комбінаційна схема:

цифрова схема без пам'яті =

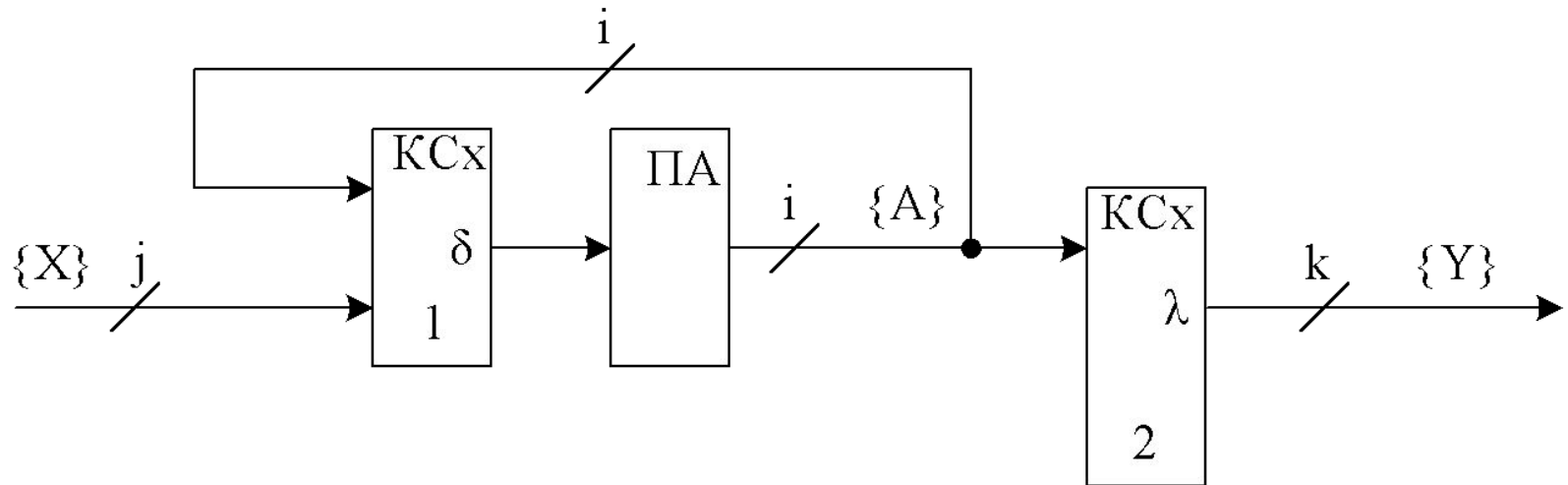
= цифрова схема без зворотних зв'язків =

= цифрова схема, стан виходів якої у момент часу t залежить тільки від стану її входів у цей же момент часу t .

Структура комп'ютера



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

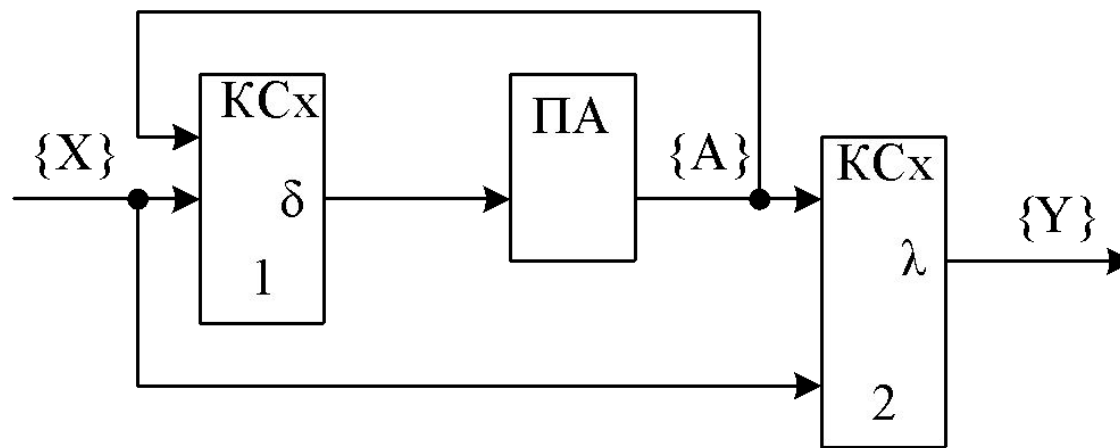
$\{X\}$ – множина вхідних сигналів

$\{Y\}$ – 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

Алгебра логіки (Булева логіка, двійкова логіка, двійкова алгебра)

- Використовується для опису **комбінаційних схем**
- Розділ математичної логіки, що вивчає систему логічних операцій над висловлюваннями. Найчастіше передбачається, що висловлювання можуть бути тільки істинними або помилковими, тобто використовується так звана бінарна або двійкова логіка, на відміну від, наприклад, тризначної логіки.
- Вивчає функції, які можуть приймати тільки два значення: 0 (істина) та 1 (хибність), так само, як і їх аргументи

Змінні, набори і функції алгебри логіки – для опису комбінаційних схем цифрових автоматів

кількість змінних	кількість наборів	кількість ФАЛ
0	1	2
1	2	4
2	4	16
3	8	256
4	16	65536
...
n	2^n	2^{2^n}

$$C_h^l = \frac{h!}{l!(h-l)!}$$

$$A_n = 2^{2^n} - C_n^{n-1} A_{n-1} - C_n^{n-2} A_{n-2} - \dots - C_n^1 A_1 - A_0$$

ФАЛО, ФАЛ1

f_0	f_1
0	1

a	$f_0(a)$	$f_1(a)$	$f_2(a)$	$f_3(a)$
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1
Фактично є	ФАЛО			ФАЛО

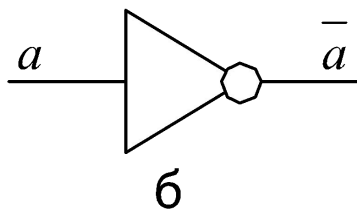
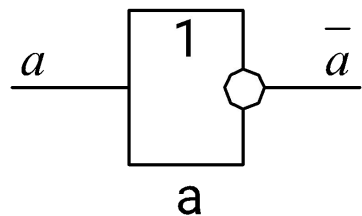
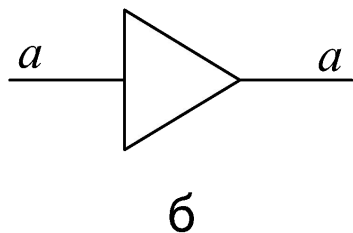
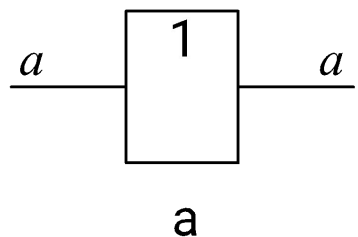
$$A_0 = 2^{2^0} = 2$$

$$A_1 = 2^{2^1} - A_0 = 2$$

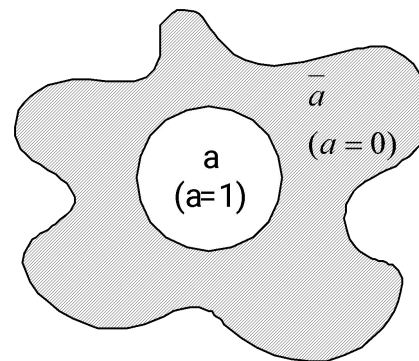
- НУЛ

Повторення, порогова функція “> 0”, $f = a$.

Інверсія, заперечення, порогова ФАЛ1 “= 0”, $f = \square a$



Діаграма Венна



a	$f_0(a)$	$f_1(a)$	$f_2(a)$	$f_3(a)$
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1
Фактично є	ФАЛ0	$f = a$	$f = \square a$	ФАЛ0

Інверсія, інвертор, НЕ

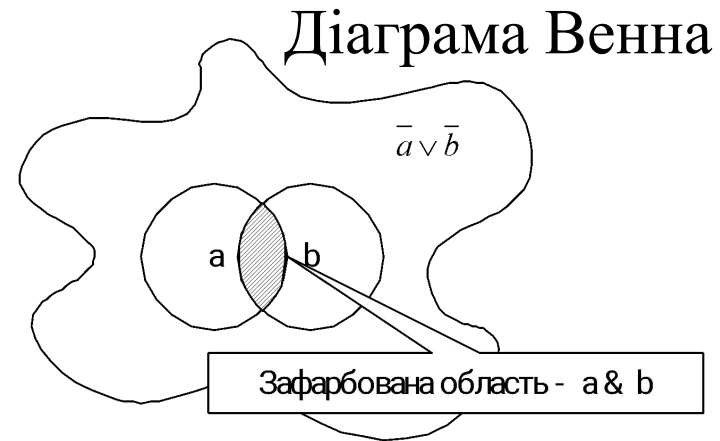
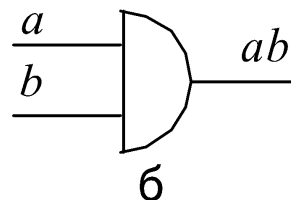
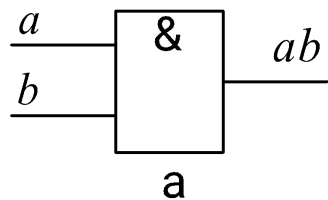
Функції алгебри логіки двох змінних

Функція	ab				Аналітичний вираз	Назва	Фактично ϵ
	00	01	10	11			
f_0	0	0	0	0	0	константа нуль	ФАЛЮ
f_1	0	0	0	1	ab	кон'юнкція	
f_2	0	0	1	0	$\overline{a \rightarrow b}$	заперечення імплікації прямої	
f_3	0	0	1	1	a	змінна a	ФАЛІ
f_4	0	1	0	0	$\overline{a \leftarrow b}$	заперечення імплікації зворотної	
f_5	0	1	0	1	b	змінна b	ФАЛІ
f_6	0	1	1	0	$a \oplus b$	додавання за модулем 2	
f_7	0	1	1	1	$a \vee b$	диз'юнкція	
f_8	1	0	0	0	$a \downarrow b$	функція Пірса (АБО-НЕ)	
f_9	1	0	0	1	$a \equiv b$	рівнозначність	
f_{10}	1	0	1	0	\overline{b}	інверсія b	ФАЛІ
f_{11}	1	0	1	1	$a \leftarrow b$	імплікація зворотна	
f_{12}	1	1	0	0	\overline{a}	інверсія a	ФАЛІ
f_{13}	1	1	0	1	$a \rightarrow b$	імплікація пряма	
f_{14}	1	1	1	0	a / b	функція Шеффера (І-НЕ)	
f_{15}	1	1	1	1	1	константа одиниця	ФАЛЮ

$$A_2 = 2^{2^2} - C_2^1 A_1 - A_0 = 16 - 2 \cdot 2 - 2 = 10$$

Кон'юнкція (від латинського conjunctio – сполучник, зв'язок), логічне множення, функція мінімуму або функція І (И, AND), порогова ФАЛ2 “= 2” (ФАЛn - “= n”)

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	a & b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

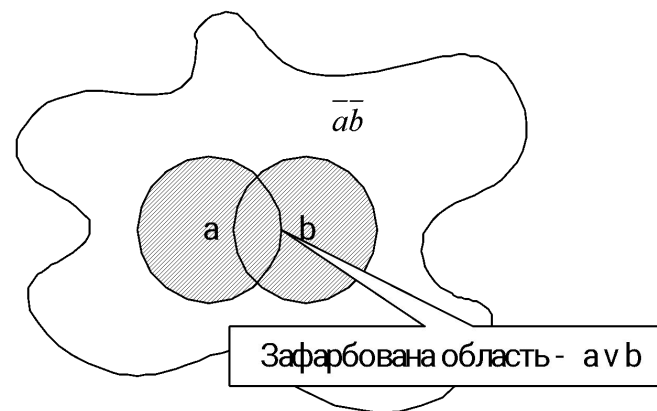
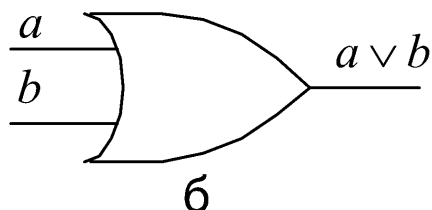
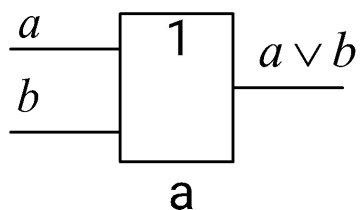


Кон'юнкція, кон'юнктор, І

Диз'юнкція (від латинського disjunctio - роз'єднання), логічне додавання, функція максимуму або функція АБО (ИЛИ, OR), порогова функція “> 0”

Діаграма Венна

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$a \vee b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

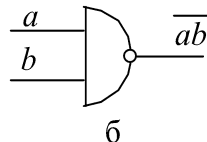
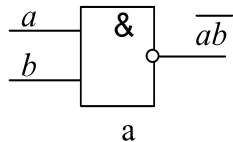
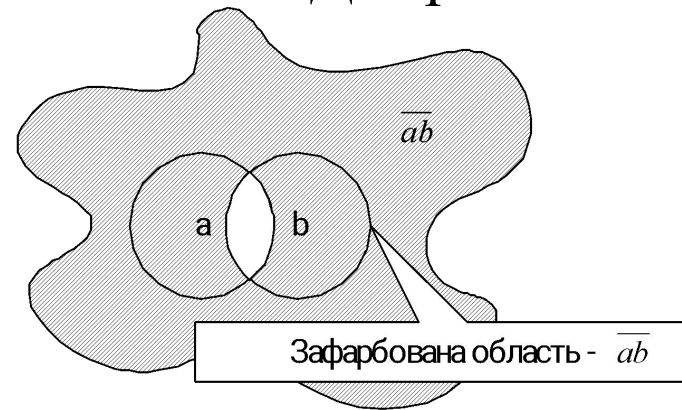


Диз'юнкція, диз'юнктор, АБО

Функція (штрих) Шеффера або функція І-НЕ (NOT AND, NAND, И-НЕ), порогова ФАЛ2 “< 2” (ФАЛn “< n”)

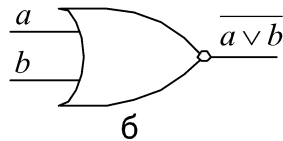
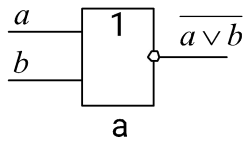
Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$\overline{a \& b}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Діаграма Венна

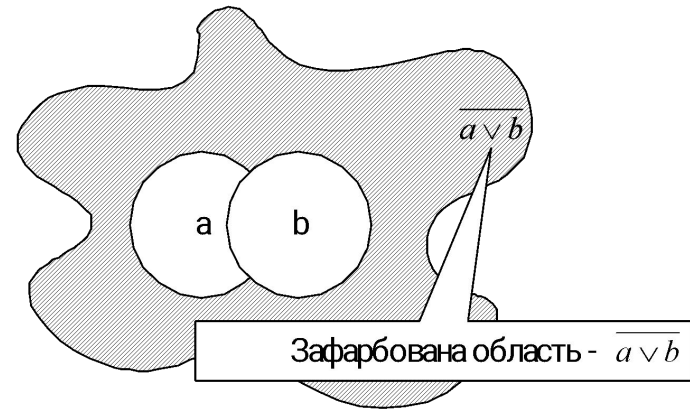


Функція (стрілка) Пірса (Вебба) або функція АБО-НЕ (ИЛИ-НЕ, NOT OR, NOR), порогова ФАЛ “= 0”

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$\overline{a \vee b}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



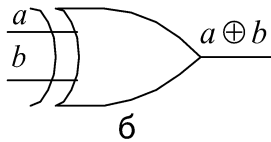
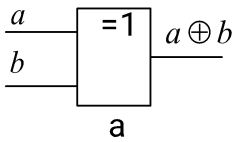
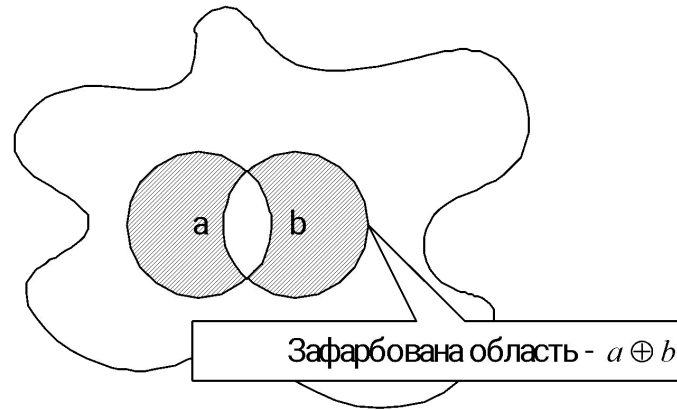
Діаграма Венна



Виключне АБО (XOR), додавання з модулем 2, додавання без переносів, порогова функція “=1”, доповнення до парності

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$a \oplus b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

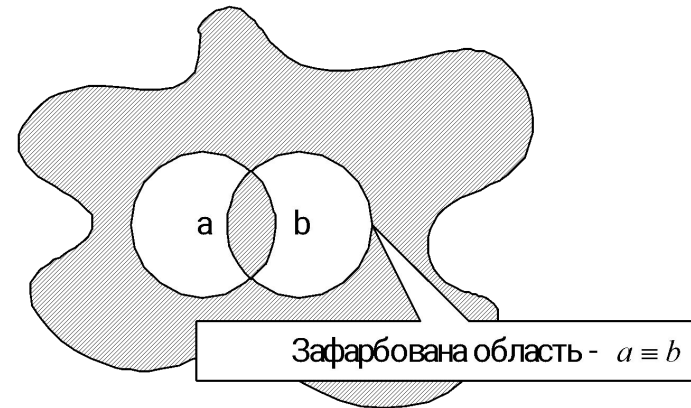
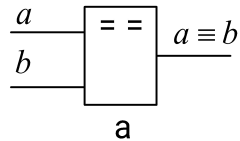
Діаграма Венна



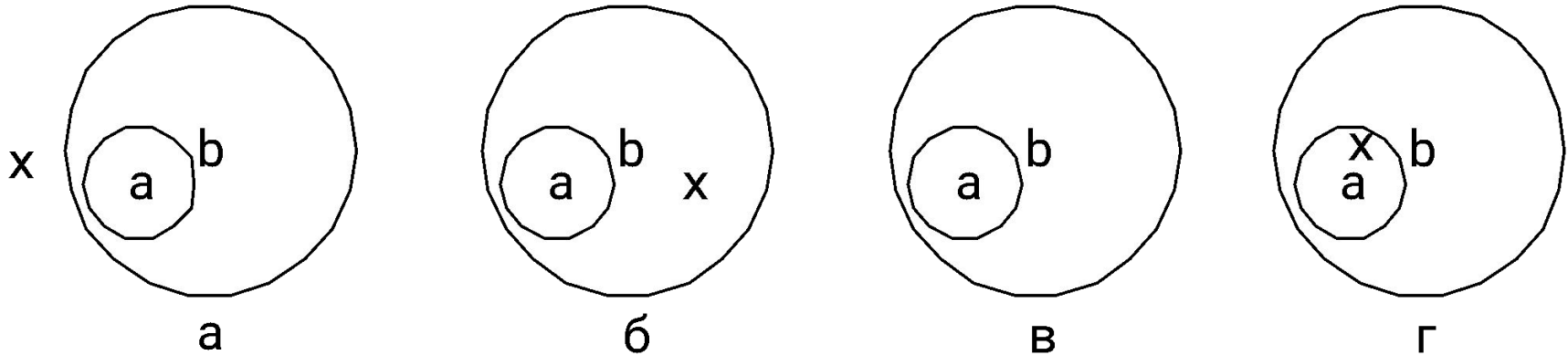
Рівнозначність (еквівалентність), доповнення до непарності

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$a \equiv b$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Діаграма Венна



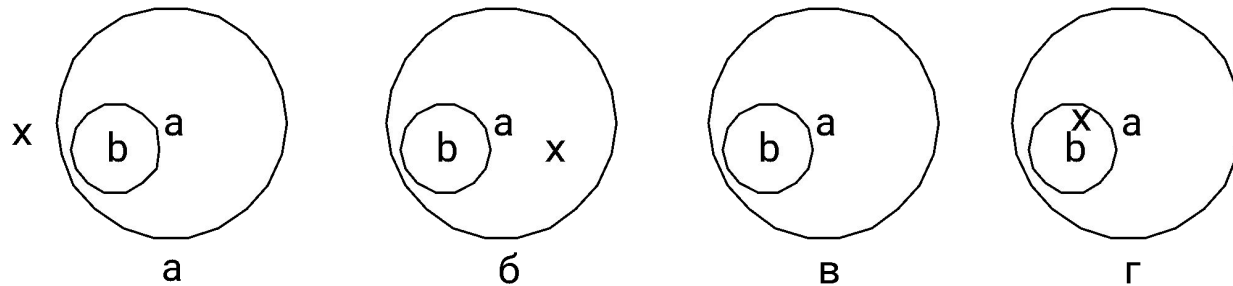
Імплікація (пряма)



Діаграми Венна

Змінні (аргументи)		Примітки	Функція	Рисунок 7.4.13
a	b	a включене в b	$f = a \rightarrow b$	
0	0	Якщо x не потрапляє в a, то x може не потрапити в b	1 (правда)	а
0	1	Якщо x не потрапляє в a, то x може потрапити в b	1 (правда)	б
1	0	Якщо x потрапляє в a, то x може не потрапити в b	0 (неправда)	в
1	1	Якщо x потрапляє в a, то x може потрапити в b	1 (правда)	г

Імплікація зворотна



Діаграми Венна

Змінні (аргументи)		Примітки	Функція	Рисунок 7.4.14
a	b	b включене в f	$f = a \leftarrow b$	
0	0	Якщо x не потрапляє в b, то x може не потрапити в a	1 (правда)	а
0	1	Якщо x потрапляє в b, то x може не потрапити в a	0 (неправда)	в
1	0	Якщо x не потрапляє в b, то x може потрапити в a	1 (правда)	б
1	1	Якщо x потрапляє в b, то x може потрапити в a	1 (правда)	г

Заперечення імплікації (прямої)

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$f = \overline{a \rightarrow b}$
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Заперечення зворотної імплікації

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$f = \overline{a \leftarrow b}$
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

\overline{b}

Теорема Поста-Яблонського про функціонально повні системи (ФПС, базиси)

- З ФАЛ, які мають якусь властивість, можна утворити тільки ФАЛ, які мають цю ж властивість
- З ФАЛ, які мають якусь властивість не можна утворити ФАЛ, які не мають цієї властивості
- До ФПС повинна входити хоча би одна ФАЛ, яка:
 - 1) не зберігає 0;
 - 2) не зберігає 1;
 - 3) несаמודвоїсна;
 - 4) немонотонна;
 - 5) нелінійна

Властивості ФАЛ, монобазиси, базиси

Базис Буля

x_0	0	0	1	1	Назва ФАЛ	Вираз ФАЛ	Властивості							
							0	1	Л	М	С			
f_0	0	0	0	0	константа "0"	0	*		*	*				
f_1	0	0	0	1	кон'юнкція, І	$x_0 \cdot x_1$	*	*		*				
f_2	0	0	1	0	заборона по x_1	$\overline{x_0 x_1}$	*							
f_3	0	0	1	1	x_0	x_0	*	*	*	*	*			
f_4	0	1	0	0	заборона по x_0	$\overline{x_0 x_1}$	*							
f_5	0	1	0	1	x_1	x_1	*	*	*	*	*			
f_6	0	1	1	0	сума за mod 2	$x_0 \overline{x_1} \vee \overline{x_0} x_1$	*		*					
f_7	0	1	1	1	диз'юнкція, АБО	$x_0 \vee x_1$	*	*		*				
f_8	1	0	0	0	АБО-НЕ (Пірса)	$\overline{x_0 \vee x_1}$								
f_9	1	0	0	1	рівнозначність	$x_0 x_1 \vee \overline{x_0} \overline{x_1}$		*	*					
f_{10}	1	0	1	0	інверсія x_1	$\overline{x_1}$			*			*		
f_{11}	1	0	1	1	імплікація звор.	$x_0 \vee \overline{x_1}$		*						
f_{12}	1	1	0	0	інверсія x_0	$\overline{x_0}$			*			*		
f_{13}	1	1	0	1	імплікація пряма	$\overline{x_0} \vee x_1$		*						
f_{14}	1	1	1	0	І-НЕ (Шефера)	$\overline{x_0 x_1}$								
f_{15}	1	1	1	1	константа "1"	1		*	*	*				

x_0	0	0	1	1	Назва ФАЛ	Вираз ФАЛ	Властивості							
							0	1	Л	М	С			
f_{f_1}	0	0	0	1	кон'юнкція, І	$x_0 \cdot x_1$	*	*		*				
f_f	0	1	1	1	диз'юнкція, АБО	$x_0 \vee x_1$	*	*		*				
f_{f_2}	1	1	0	0	інверсія x_0	$\overline{x_0}$			*			*		

Базис Жегалкіна

x_0	0	0	1	1	Назва ФАЛ	Вираз ФАЛ	Властивості							
							0	1	Л	М	С			
f_{f_1}	0	0	0	1	кон'юнкція, І	$x_0 \cdot x_1$	*	*		*				
f_f	0	1	1	0	сума за mod 2	$x_0 \overline{x_1} \vee \overline{x_0} x_1$	*		*					
f_{f_5}	1	1	1	1	константа "1"	1		*	*	*				

Базис І, НЕ

x_0	0	0	1	1	Назва ФАЛ	Вираз ФАЛ	Властивості							
							0	1	Л	М	С			
f_{f_1}	0	0	0	1	кон'юнкція, І	$x_0 \cdot x_1$	*	*		*				
f_{f_2}	1	1	0	0	інверсія x_0	$\overline{x_0}$			*			*		

Базис АБО, НЕ

x_0	0	0	1	1	Назва ФАЛ	Вираз ФАЛ	Властивості							
							0	1	Л	М	С			
f_f	0	1	1	1	диз'юнкція, АБО	$x_0 \vee x_1$	*	*		*				
f_{f_2}	1	1	0	0	інверсія x_0	$\overline{x_0}$			*			*		

Деякі ФАЛЗ

№	abc	const0	const1	a	b	c	not a	ab	a or c	b xor c	abc	a or b or c	not (abc)	not (a or b or c)	a xor b xor c	мажор	мінор	>=1
0	000	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
1	001	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
2	010	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1
3	011	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
4	100	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
5	101	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1
6	110	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1
7	111	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1
		ФАЛ0	ФАЛ1	ФАЛ2				ФАЛ3										

$$A_3 = 2^{2^3} - C_3^2 A_2 - C_3^1 A_1 - A_0 = 256 - 3 \cdot 10 - 3 \cdot 2 - 2 = 218$$

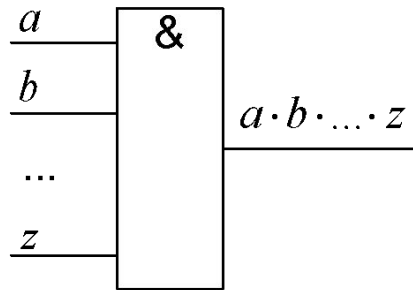
Сингулярні таблиці

a	b	ab		a	b	ab
0	0	0		0	x	0
0	1	0	=>	x	0	0
1	0	0		1	1	1
1	1	1				

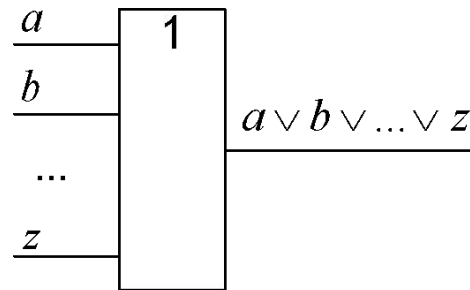
a	b	c	a ∨ b ∨ c
0	0	0	0
1	x	x	1
x	1	x	1
x	x	1	1

a	b	c	d	not(abcd)
0	x	x	x	1
x	0	x	x	1
x	x	0	x	1
x	x	x	0	1
1	1	1	1	0

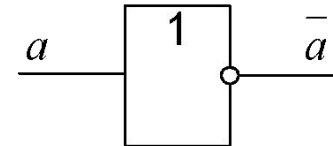
Базис Буля



елемент І (AND),
кон'юнктор



елемент АБО (OR),
диз'юнктор



елемент НЕ (NOT),
інвертор

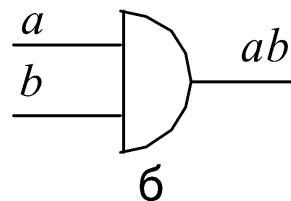
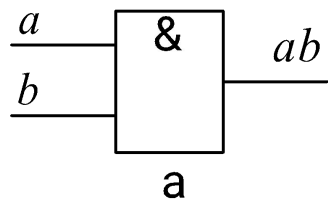
Номер набору	Аргументи				Функція	
	a	b	...	z	І	АБО
0	0	0	...	0	0	0
1	0	0	...	1	0	1

2^n-2	1	1	...	0	0	1
2^n-1	1	1	...	1	1	1

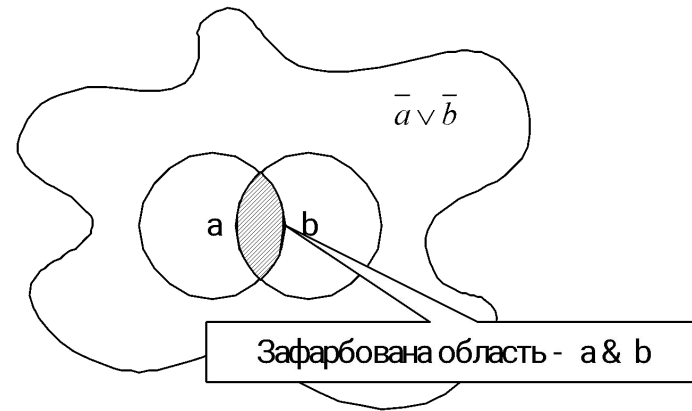
Номер набору	Аргумент	Функція
	a	НЕ
0	0	1
1	1	0

Кон'юнкція (від латинського conjunctio – сполучник, зв'язок), логічне множення, функція мінімуму або функція І (И, AND), порогова ФАЛ2 “= 2” (ФАЛ_n - “= n”)

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	a & b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



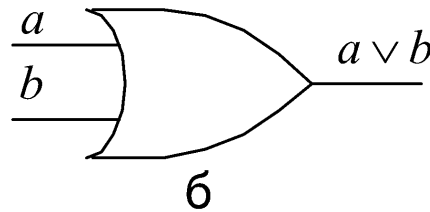
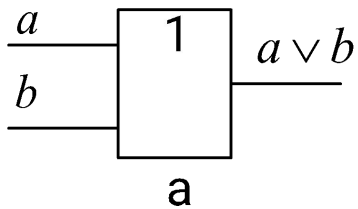
Діаграма Венна



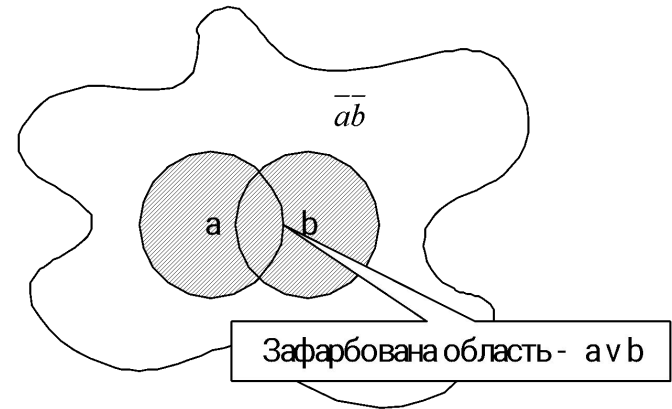
Кон'юнкція, кон'юнктор, І

Диз'юнкція (від латинського disjunctio - роз'єднання), логічне додавання, функція максимуму або функція АБО (ИЛИ, OR), порогова функція “> 0”

Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$a \vee b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

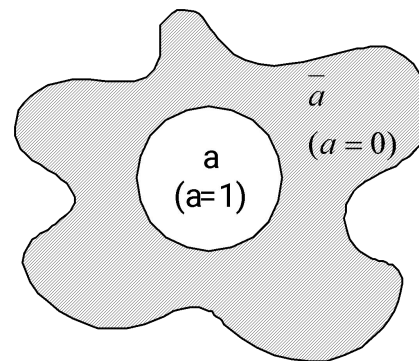
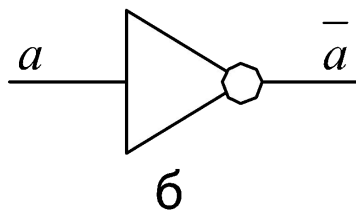
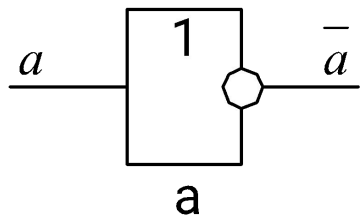


Діаграма Венна



Диз'юнкція, диз'юнктор, АБО

Інверсія, заперечення, порогова ФАЛ1 “= 0”, $f = \square a$



Діаграма Венна

Інверсія, інвертор, НЕ

Аналітичне представлення функцій алгебри логіки

Досконалі нормальні форми

№ набору	a	b	c	f(a, b, c)	Терми	
0	0	0	0	1	F ₀	$\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$
1	0	0	1	0	Φ ₁	$a \vee b \vee \bar{c}$
2	0	1	0	0	Φ ₂	$a \vee \bar{b} \vee c$
3	0	1	1	1	F ₃	$\bar{a} \cdot b \cdot c$
4	1	0	0	1	F ₄	$a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$
5	1	0	1	0	Φ ₅	$\bar{a} \vee b \vee \bar{c}$
6	1	1	0	0	Φ ₆	$\bar{a} \vee \bar{b} \vee c$
7	1	1	1	0	Φ ₇	$\bar{a} \vee \bar{b} \vee \bar{c}$

ДДНФ:

$$f(a, b, c) = F_0(0, 0, 0) \vee F_3(0, 1, 1) \vee F_4(1, 0, 0) = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \vee \bar{a} \cdot b \cdot c \vee a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}.$$

ДКНФ:

$$f(a, b, c) = \Phi_1(0, 0, 1) \& \Phi_2(0, 1, 0) \& \Phi_5(1, 0, 1) \& \Phi_6(1, 1, 0) \& \Phi_7(1, 1, 1) = (a \vee b \vee \bar{c}) \& (a \vee \bar{b} \vee c) \& (\bar{a} \vee b \vee \bar{c}) \& (\bar{a} \vee \bar{b} \vee c) \& (\bar{a} \vee \bar{b} \vee \bar{c}).$$

Терм

- **Терм** - це група літер і констант, об'єднаних тим самим знаком логічного зв'язування: логічного додавання або ж логічного множення. У термі кожна літера і кожна константа зустрічається тільки один раз, тобто в терм може входити або змінна, або її заперечення.
- *Диз'юнктивний терм (макстерм, елементарна диз'юнкція)* - це логічна функція, що зв'язує всі літери знаком диз'юнкції.
- Наприклад:
- $f_1 = a \vee \bar{b} \vee c \vee d; \quad f_2 = a \vee b.$
- Макстерм називають також **конституентою нуля**, тому що *ця логічна функція дорівнює 0 тільки тоді, коли всі її літери рівні 0 одночасно.*
- *Кон'юнктивний терм (мінтерм, елементарна кон'юнкція)* - це логічна функція, що зв'язує літери знаком кон'юнкції.
- Наприклад:
- $f_1 = \bar{a} \& b \& \bar{c} \& d; \quad f_2 = a \wedge b \wedge c.$
- Мінтерм називають також **конституентою одиниці**, тому що *ця функція дорівнює 1 тільки тоді, коли всі її літери одночасно дорівнюють одиниці.*

Досконалі нормальні форми

ДДНФ – Досконала диз'юнктивна нормальна форма

ДКНФ – Досконала кон'юнктивна нормальна форма

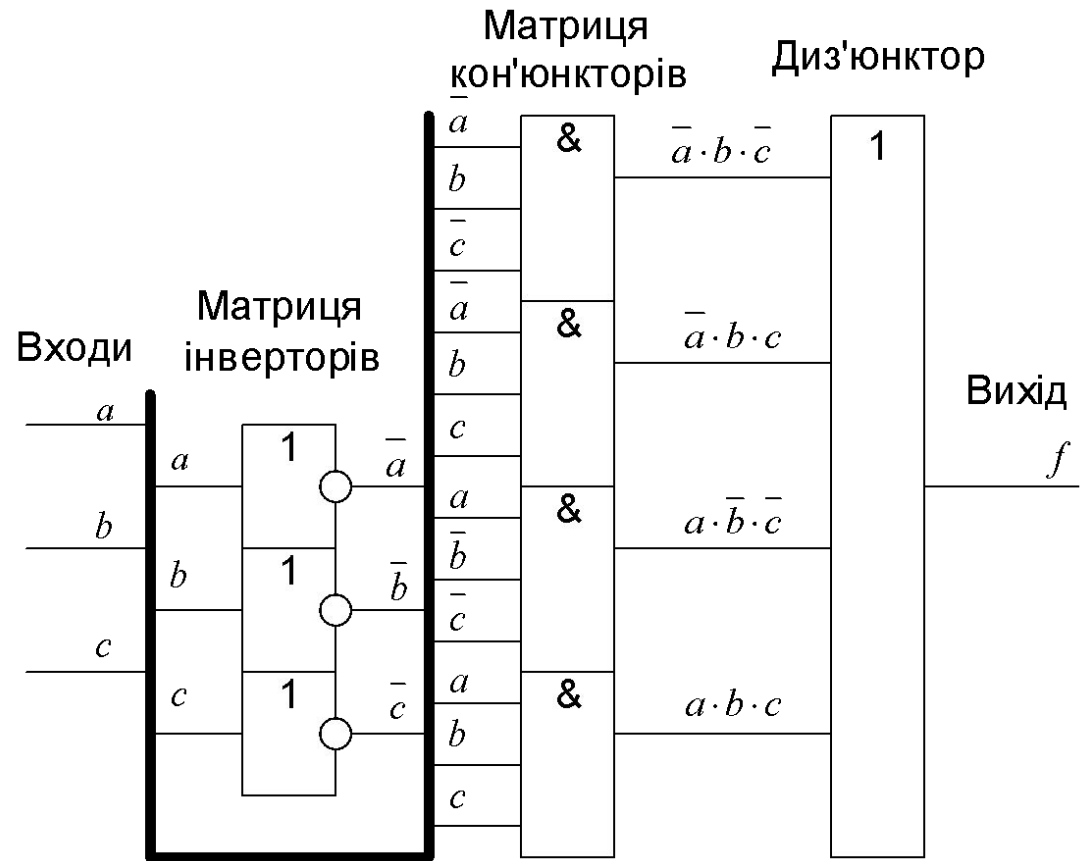
Ознаки ДНФ:

- 1) Кількість термів в ДДНФ (ДКНФ) дорівнює кількості одиничних (нульових) значень ФАЛ у таблиці істинності цієї ФАЛ
- 2) Усі терми різні
- 3) У кожному термі присутні усі змінні

Кожна ФАЛ має лише одну ДДНФ і лише одну ДКНФ

Синтез логічних схем з одним виходом у базисі Буля на елементах з довільною кількістю входів

Номер набору	Аргументи			Функція	Терм
	a	b	c	f	
0	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	
2	0	1	0	1	$\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c}$
3	0	1	1	1	$\bar{a} \cdot b \cdot c$
4	1	0	0	1	$a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$
5	1	0	1	0	
6	1	1	0	0	
7	1	1	1	1	$a \cdot b \cdot c$



$$f = \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \vee \bar{a} \cdot b \cdot c \vee a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \vee a \cdot b \cdot c$$

Переваги базису Буля (І, АБО, НЕ)

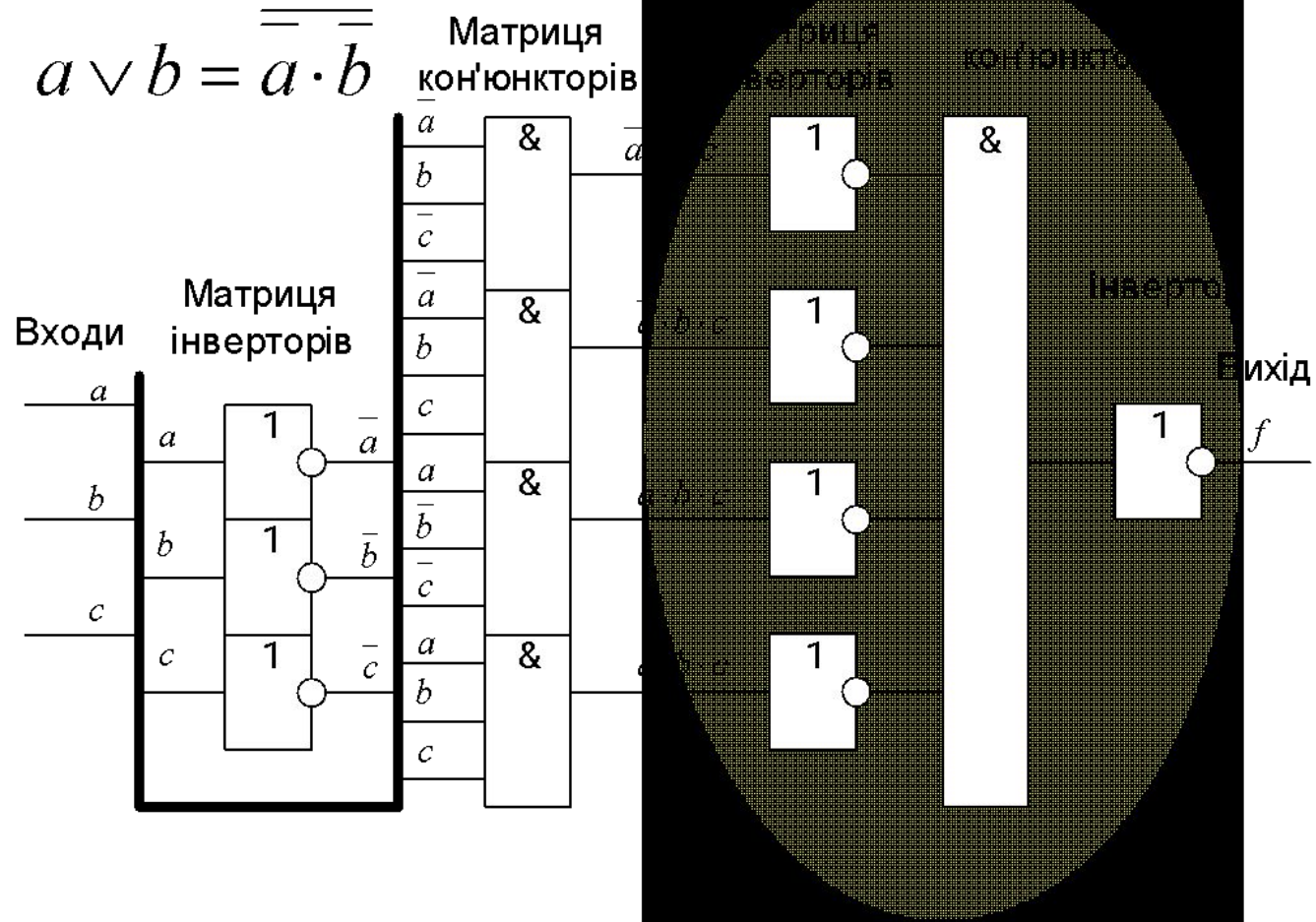
- Звичне для людини використання сполучників І, АБО та частки НЕ
- Найбільш розвинутий математичний апарат, що використовується при спрощенні (мінімізації) логічних виразів
 - Багато формул і правил спрощення
 - Формули і правила здебільшого знайомі людині із повсякденного життя

Основні правила виконання операцій у базисі Буля

$a \vee b = b \vee a$	$ab = ba$	Закон комутативності
$a \vee (b \vee c) = (a \vee b) \vee c$	$a(bc) = (ab)c$	Закон асоціативності
$a \vee bc = (a \vee b)(a \vee c)$	$a(b \vee c) = ab \vee ac$	Закон дистрибутивності
$a = 1$, якщо $a \neq 0$; Якщо $a = 0$, то $\bar{a} = 1$	$a = 0$, якщо $a \neq 1$; Якщо $a = 1$, то $\bar{a} = 0$	
$0 \vee 0 = 0$;	$0 \cdot 0 = 0$;	
$0 \vee 1 = 1$	$1 \cdot 0 = 0$;	
$1 \vee 1 = 1$	$1 \cdot 1 = 1$;	
$\bar{0} = 1$	$\bar{1} = 0$;	
$a \vee 0 = a$	$a \cdot 1 = a$;	
$a \vee 1 = 1$	$a \cdot 0 = 0$;	
$a \vee a = a$	$a \cdot a = a$;	
$\bar{\bar{a}} = a$	$\bar{\bar{a}} = a$	
$a \vee \bar{a} = 1$	$a \cdot \bar{a} = 0$;	
$\overline{a \vee b \vee c} = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$	$\overline{abc} = \bar{a} \vee \bar{b} \vee \bar{c}$	Правило де Моргана
$a(a \vee b) = a$	$a \vee ab = a$	(закон поглинання)
$a \vee \bar{a}b = a \vee b$	$a(\bar{a} \vee b) = ab$	(закон поглинання)
$ab \vee \bar{a}b = b(a \vee \bar{a}) = b$	$(a \vee b)(\bar{a} \vee b) = b$	(закон склеювання)

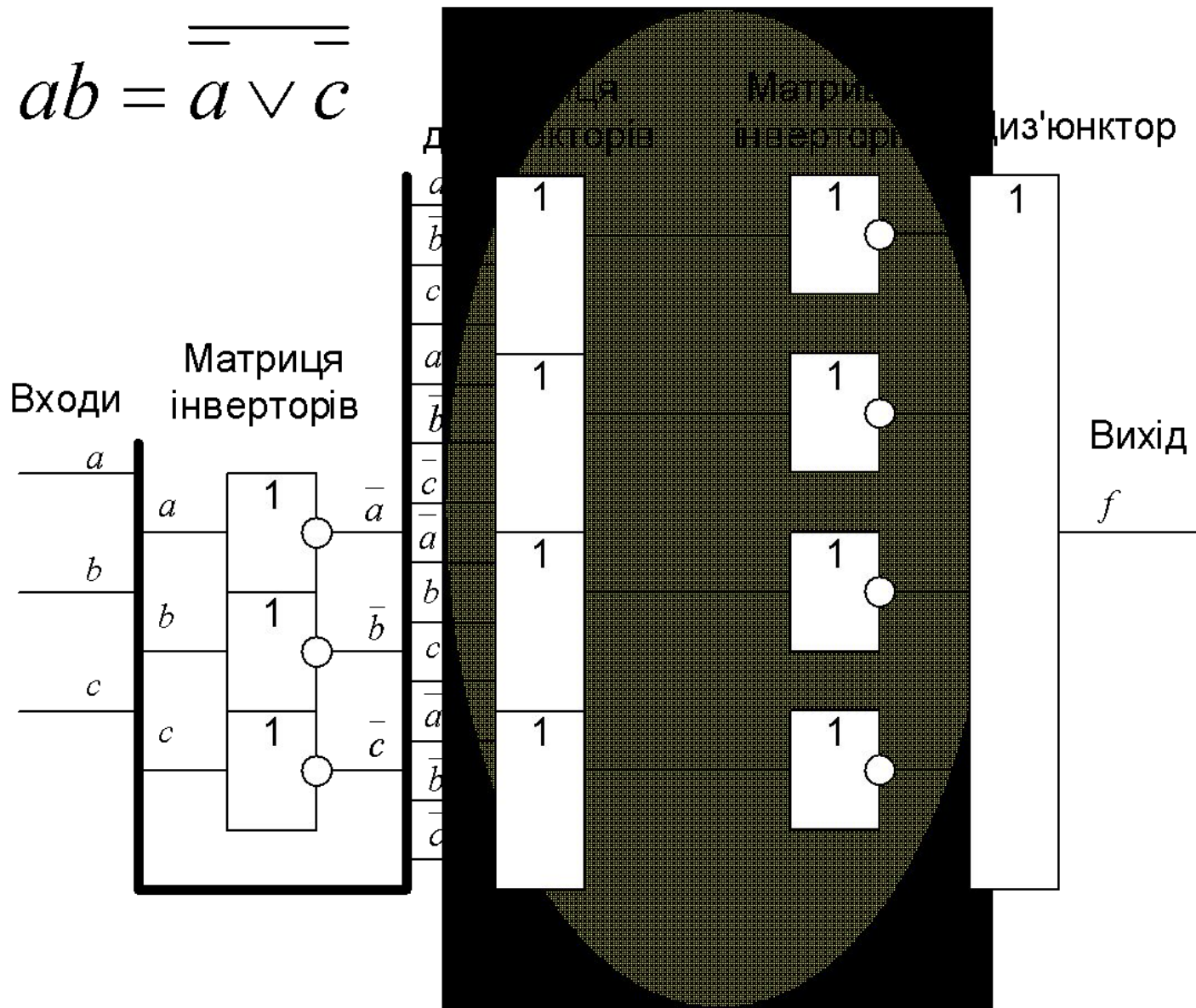
Використання базису з 2-х ФАЛ: (І, НЕ)

Диз'юнктор



Використання базису з 2-х ФАЛ: (АБО, НЕ)

$$ab = \overline{\overline{a} \vee \overline{c}}$$



Мінімізація ФАЛ

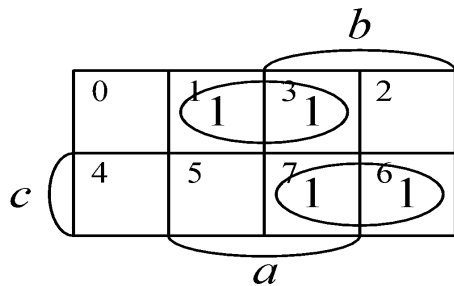
- Канонічна задача мінімізації
 - У базисі Буля
 - Над нормальними формами
 - Мета – зменшення кількості літер
- Загальна задача мінімізації
 - Усі інші методи

Методи розв'язання канонічної задачі мінімізації

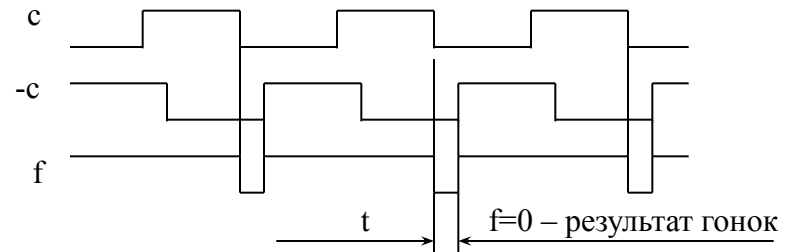
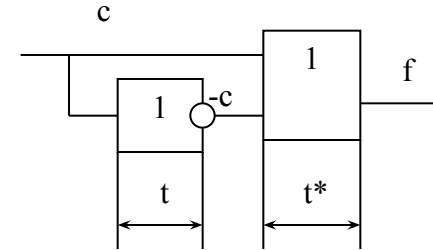
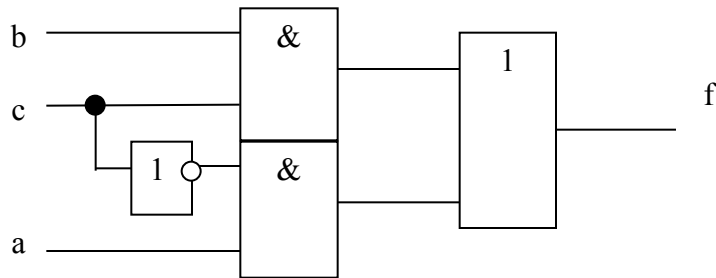
- Аналітичні
 - Квайна-МакКласскі-Петрика
 - Інші
- Табличні
- Геометричні
- Графо-аналітичні
 - Карти Карно
 - Діаграми Вейча
- Алгебро-топологічні
- інші

Перегони сигналів - виникнення

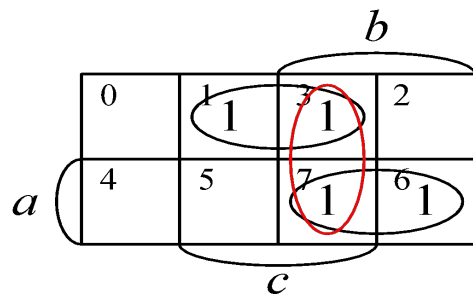
$a=1, b=1, c=0 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$



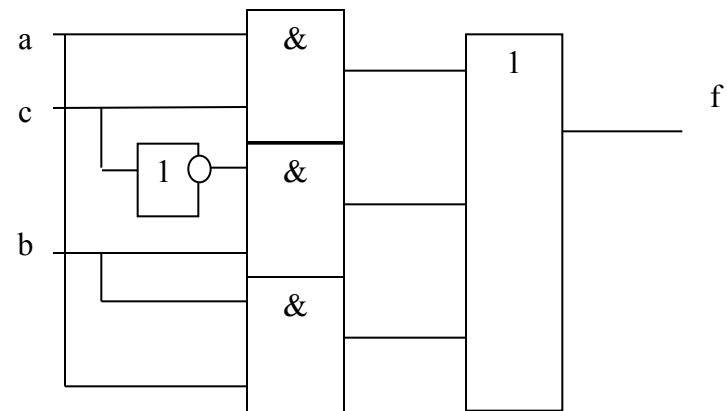
$$f = \bar{a}c \vee bc$$



Перегони сигналів – боротьба: сполучний терм

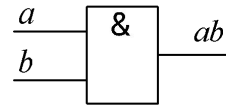


$$f = \bar{a}c \vee ab \vee bc$$

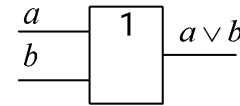


Двовходові елементи базису Буля

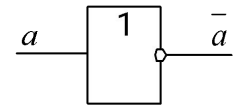
Номер набору	Аргументи		Функція	
	a	b	I	АБО
0	0	0	0	0
1	0	1	0	1
2	1	0	0	1
3	1	1	1	1



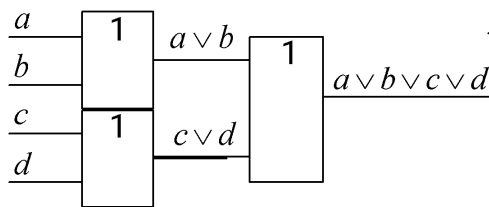
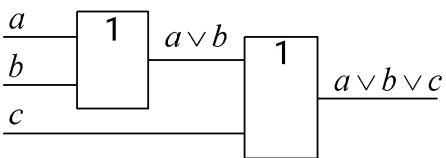
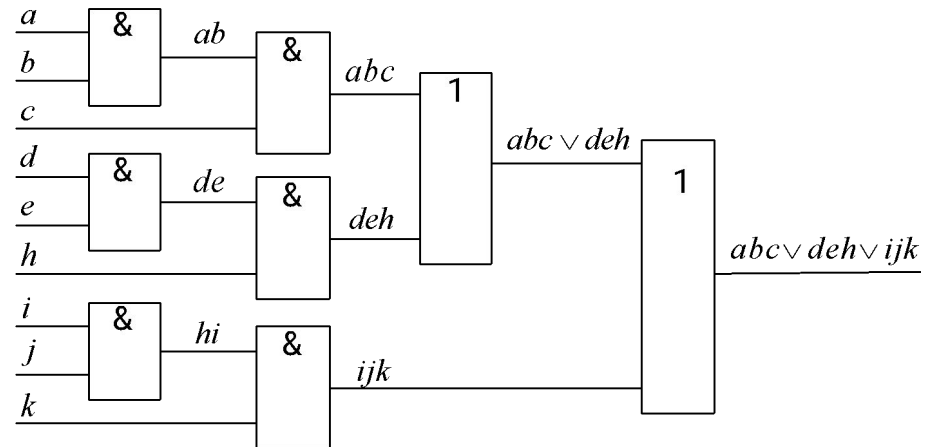
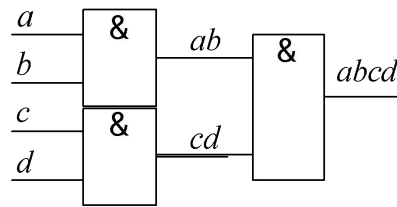
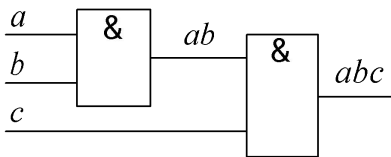
елемент 2І (2AND),
кон'юнктор



елемент 2АБО (2OR),
диз'юнктор



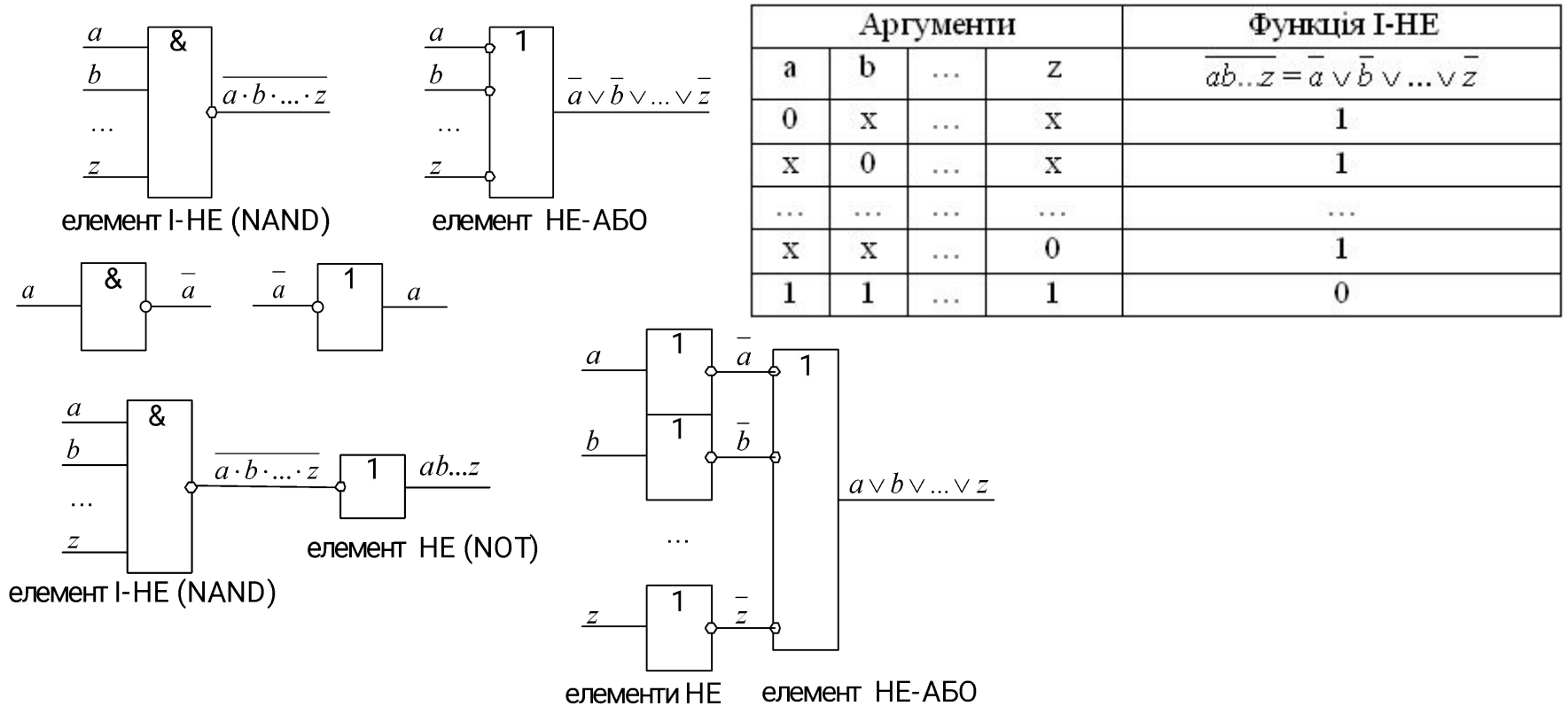
елемент НЕ (NOT),
інвертор



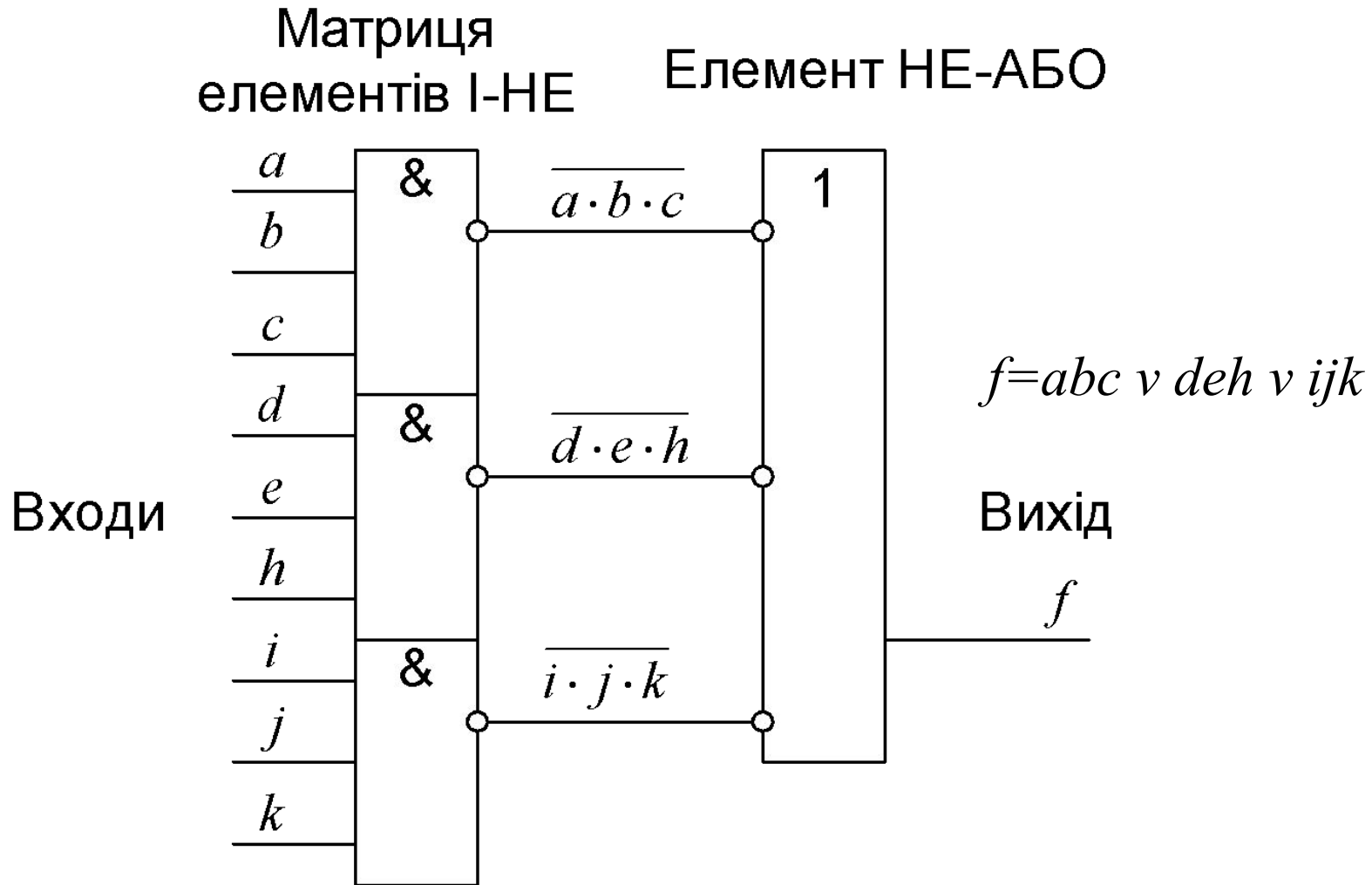
Основні правила виконання операцій у монобазисах І-НЕ (Шеффера) та АБО-НЕ (Пірса)

Штрих Шеффера	Стрілка Пірса	Примітки
$a/a = \bar{a}$	$a \downarrow a = \bar{a}$	Аксиома
$a/\bar{a} = 1$	$a \downarrow \bar{a} = 0$	Аксиома
$a/0 = 1$	$a \downarrow 0 = \bar{a}$	Аксиома
$a/1 = \bar{a}$	$a \downarrow 1 = 0$	Аксиома
$\bar{a}/0 = 1$	$\bar{a} \downarrow 0 = a$	Аксиома
$\bar{a}/1 = a$	$\bar{a} \downarrow 1 = 0$	Аксиома
$\bar{a} = a/a$	$\bar{a} = a \downarrow a$	НЕ з базису Буля
$ab = \overline{a/\bar{b}} = (a/b)/(a/b)$	$ab = (a \downarrow a) \downarrow (b \downarrow b)$	І з базису Буля
$a \vee b = \overline{\bar{a} \cdot \bar{b}} = (a/a)/(b/b)$	$a \vee b = (a \downarrow b) \downarrow (a \downarrow b)$	АБО з базису Буля

Монобазис I-HE (NAND)

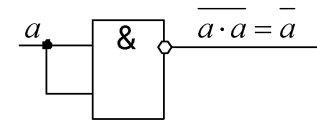


Синтез логічних схем з одним виходом у монобазисі І-НЕ

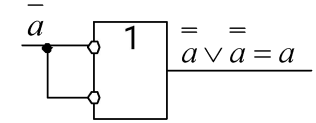


2I-HE

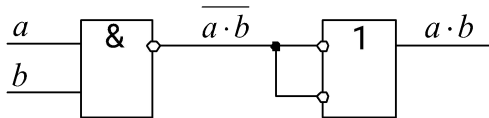
Номер набору	Аргументи		Функція
	a	b	I-HE
0	0	0	1
1	0	1	1
2	1	0	1
3	1	1	0



елемент 2I-HE

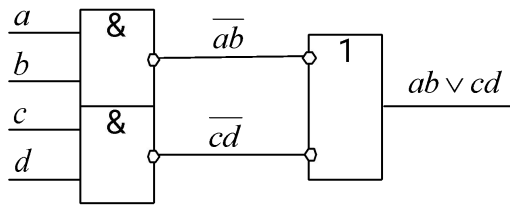
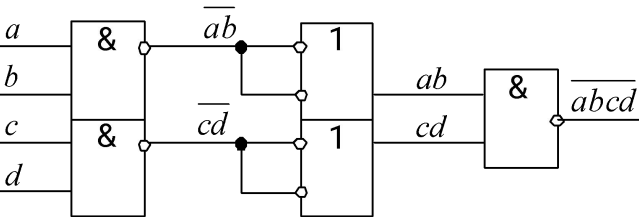
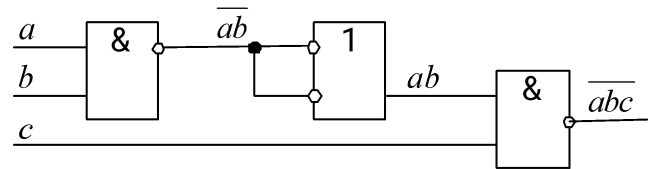


елемент HE-2ABO



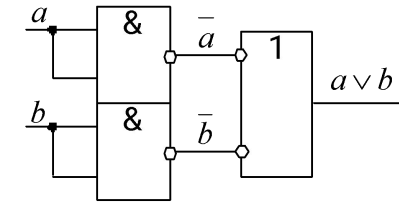
елемент 2I-HE

елемент HE-2ABO



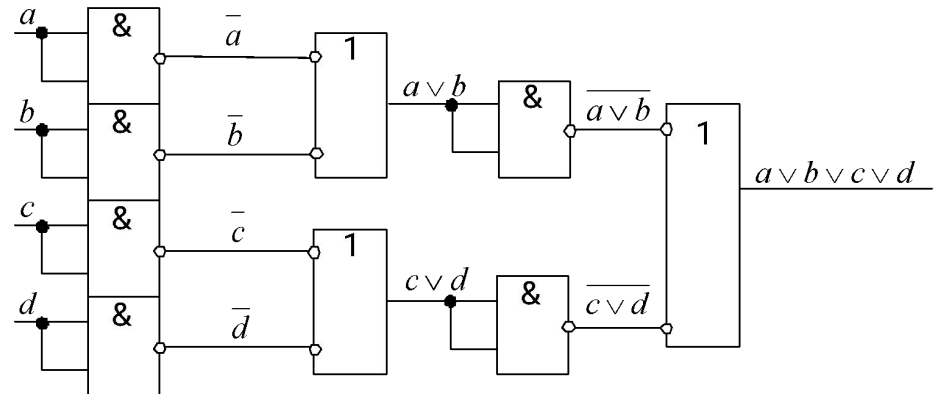
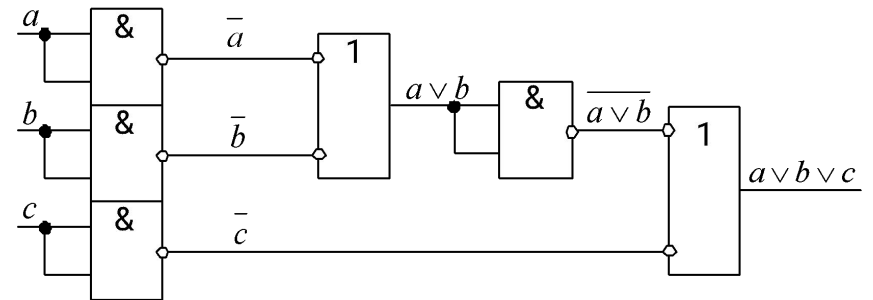
елементи 2I-HE

елемент HE-2ABO

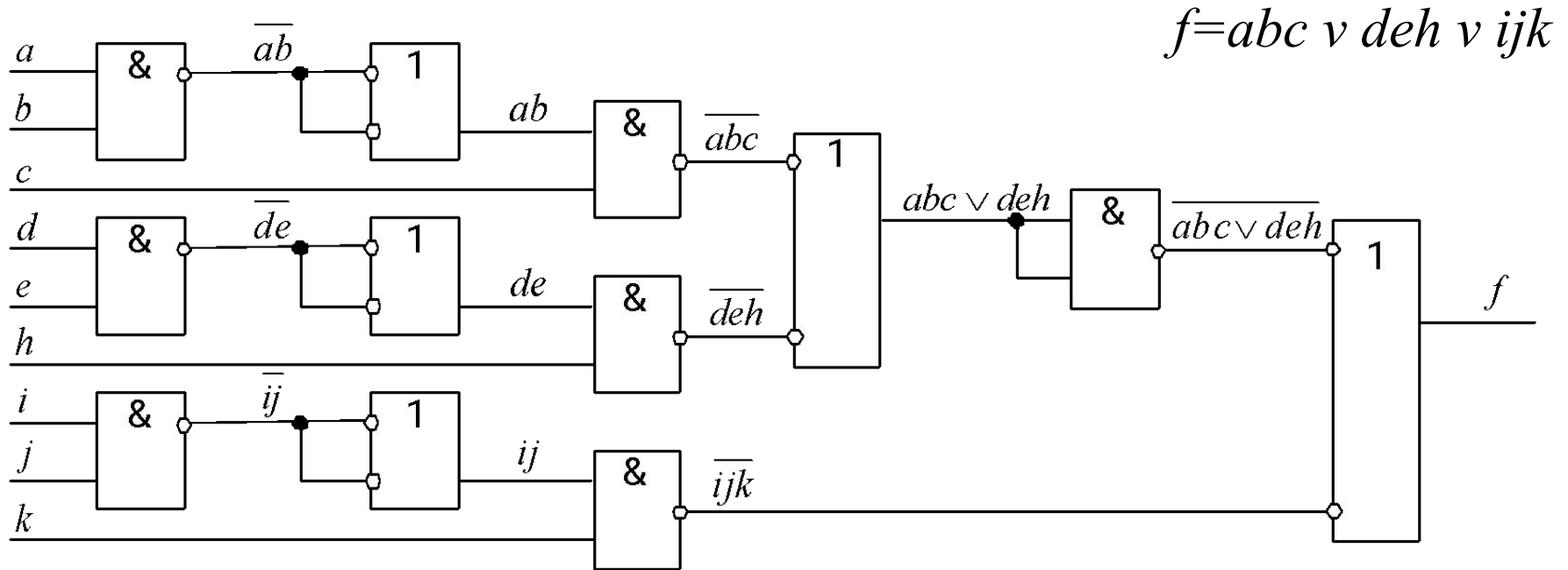


елементи 2I-HE

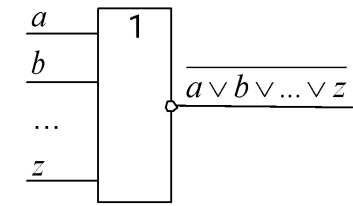
елемент HE-2ABO



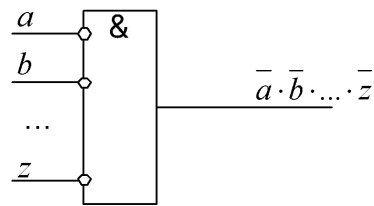
Синтез логічних схем з одним виходом у монобазисі 2І-НЕ (Шеффера)



Монобазис АБО-НЕ (NOR)

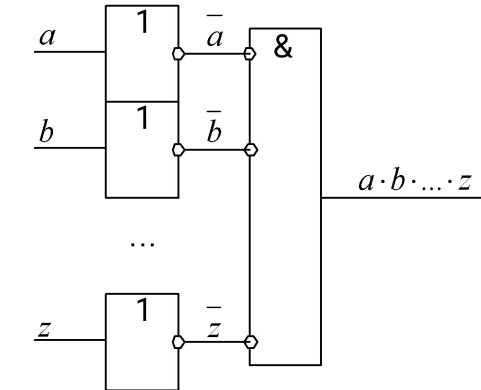
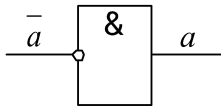
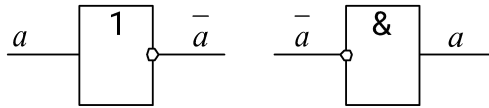


елемент АБО-НЕ (NOR)



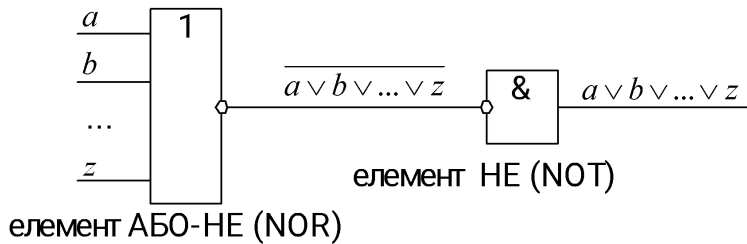
елемент НЕ-І

Аргументи				Функція АБО-НЕ
a	b	...	z	$\overline{ab\dots z}$
0	0	...	0	1
x	x	...	1	0
...
x	1	...	x	0
1	x	...	x	0



елементи НЕ

елемент НЕ-І



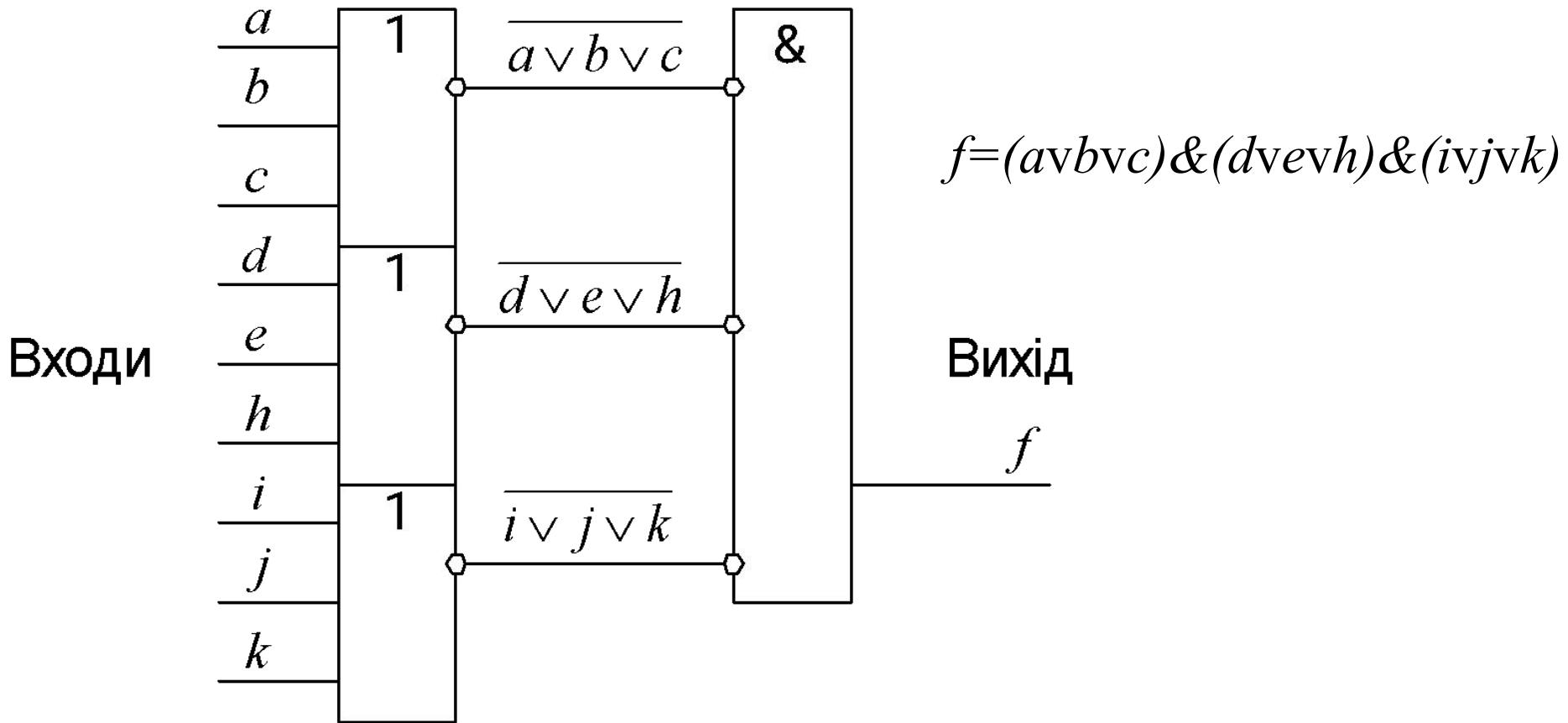
елемент АБО-НЕ (NOR)

елемент НЕ (NOT)

Синтез логічних схем з одним виходом у монобазисі АБО-НЕ

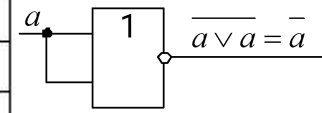
Матриця
елементів АБО-НЕ

Елемент НЕ-І

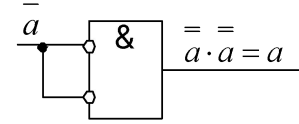


2АБО-НЕ

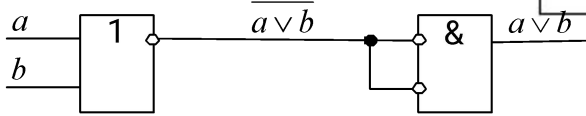
Номер набору	Аргументи		Функція
	a	b	АБО-НЕ
0	0	0	1
1	0	1	0
2	1	0	0
3	1	1	0



елемент 2АБО-НЕ

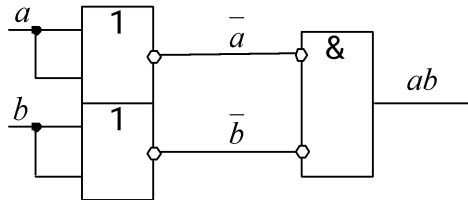


елемент НЕ-2I



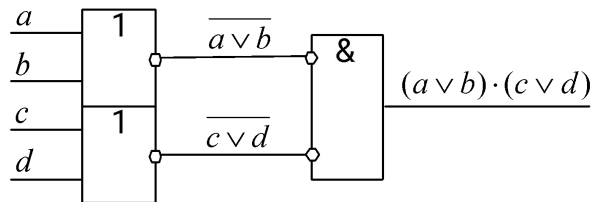
елемент 2АБО-НЕ (NOR)

елемент НЕ-2I



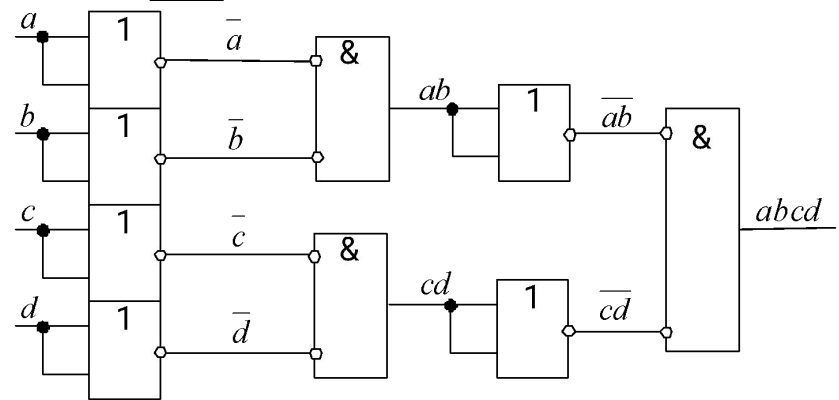
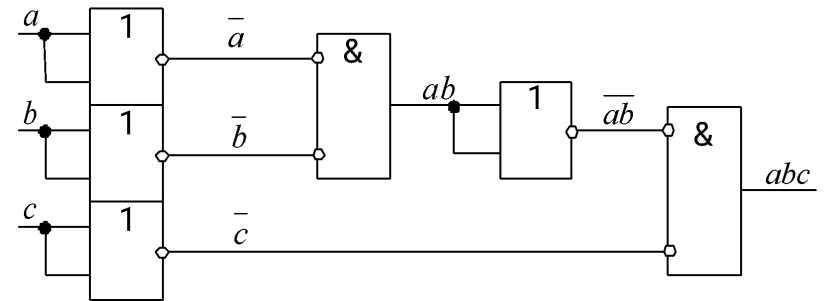
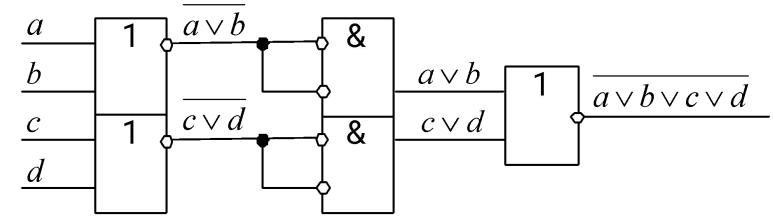
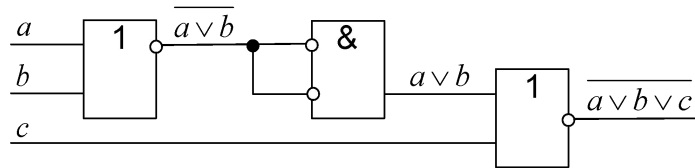
елементи 2АБО-НЕ

елемент НЕ-2I



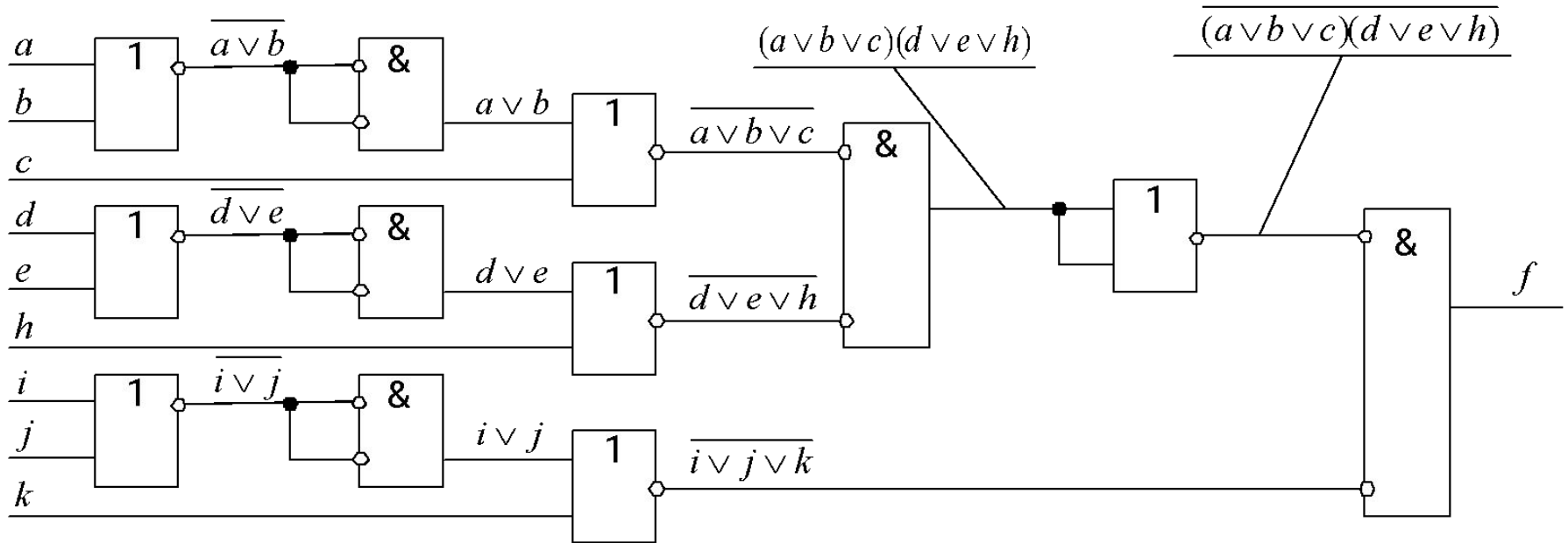
елементи 2АБО-НЕ

елемент НЕ-2I

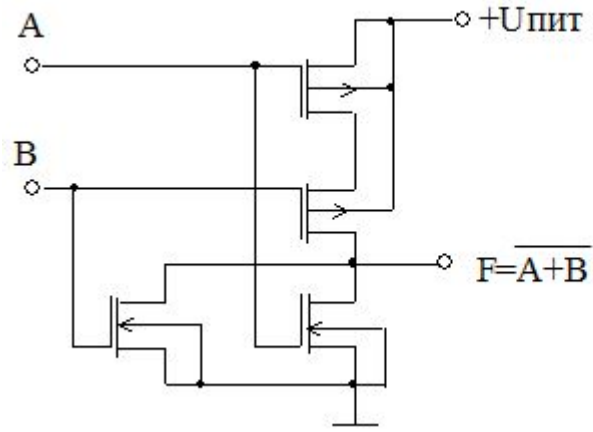


Синтез логічних схем з одним виходом у монобазисі 2АБО-НЕ (Пірса)

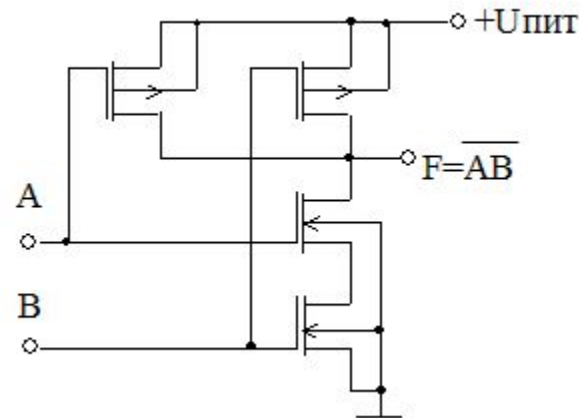
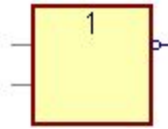
$$f = (a \vee b \vee c)(d \vee e \vee h)(i \vee j \vee k)$$



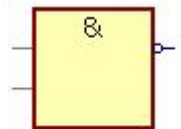
Схеми елементів монобазисів на КМОН-транзисторах

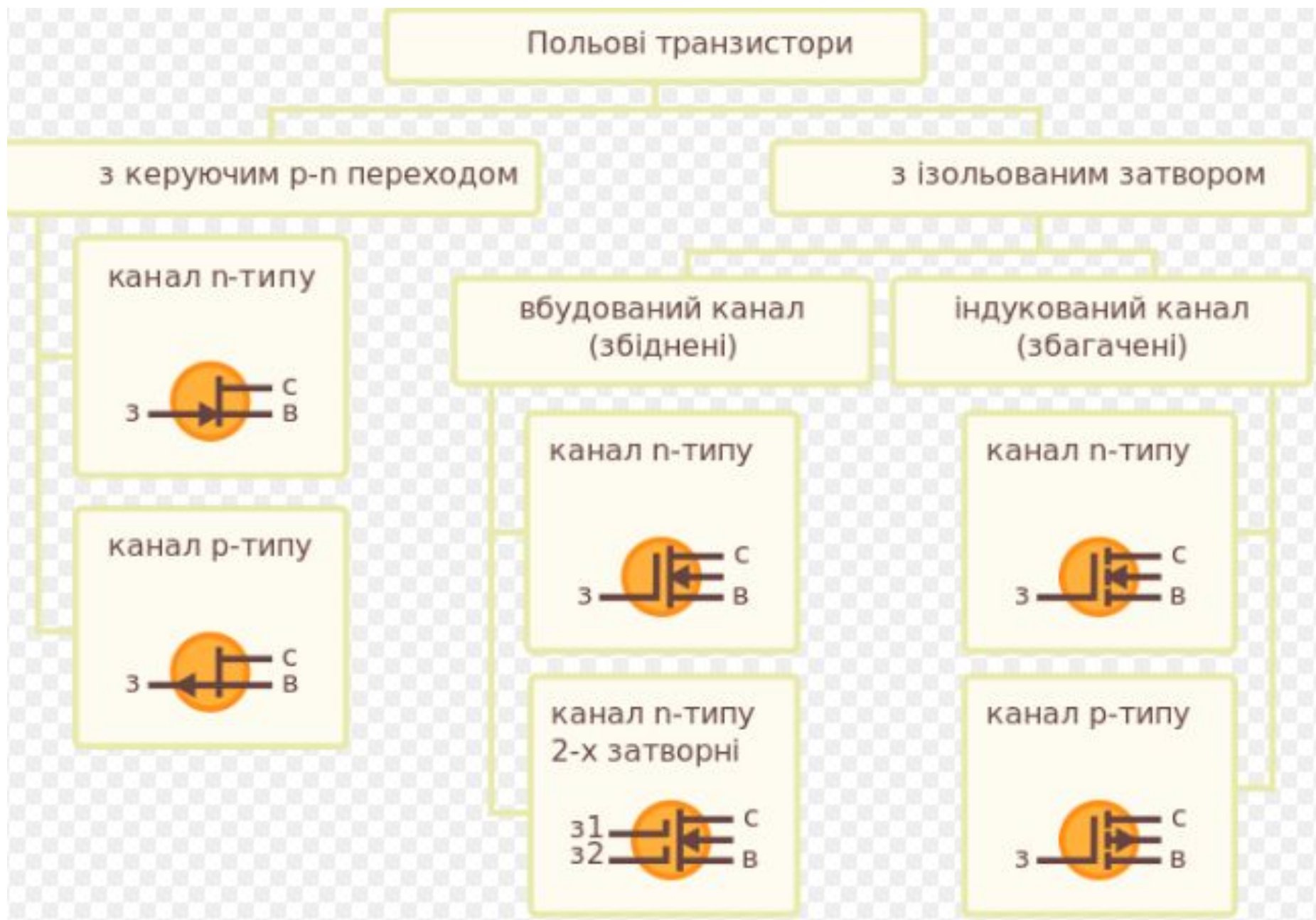


A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0





Елеманти монобазисів на КМОН-транзисторах

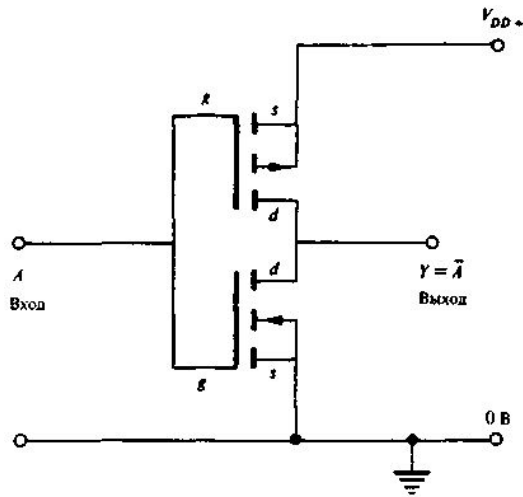
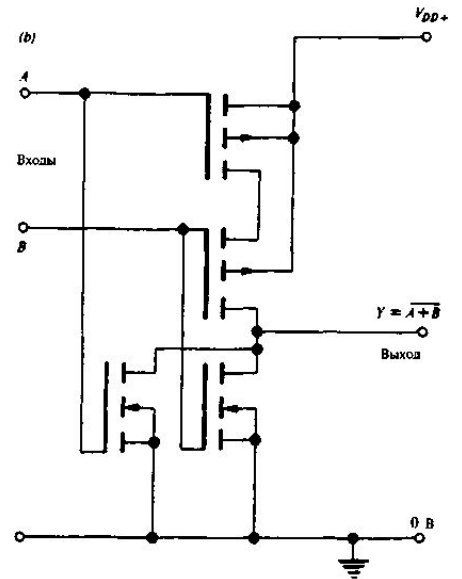
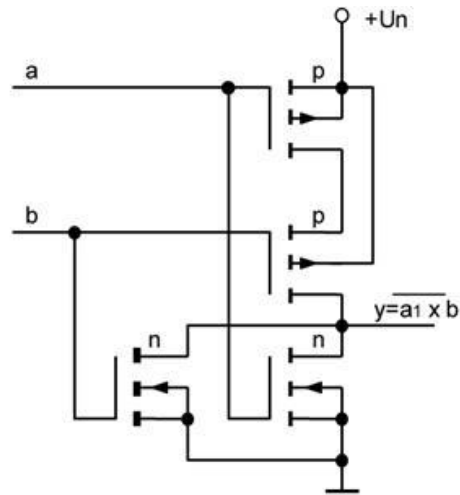
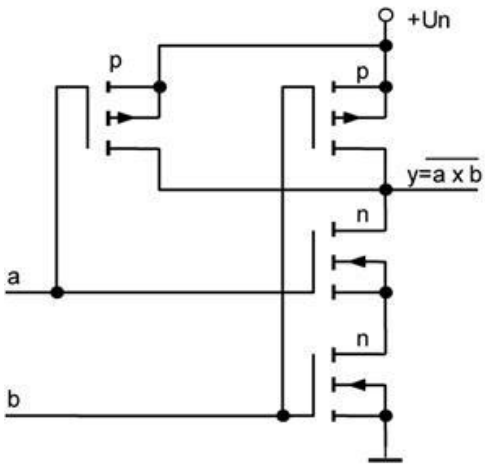
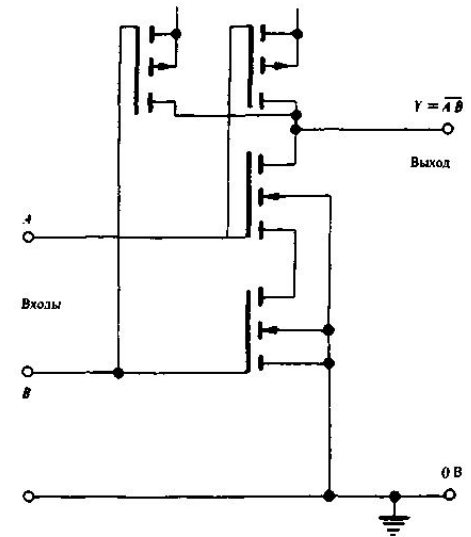
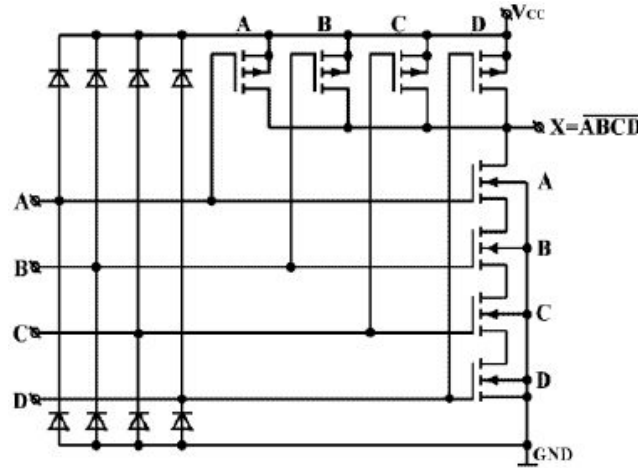


Рис.13.15. Основная схема КМОП-инвертора.



Основні правила виконання операцій у базисі Жегалкіна

$$a \oplus b = \bar{a} \cdot b \vee a \cdot \bar{b} = (a \vee b)(\bar{a} \vee \bar{b})$$

Для цієї функції справедливі наступні аксіоми:

$$a \oplus a = 0; \quad a \oplus a \oplus a = a;$$

$$a \oplus \bar{a} = 1 \quad \bar{\bar{a}} = a \oplus 1 \quad a \oplus 0 = a$$

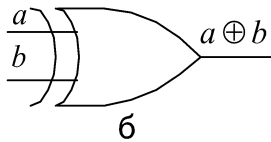
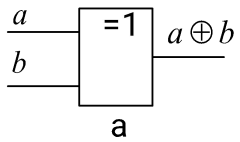
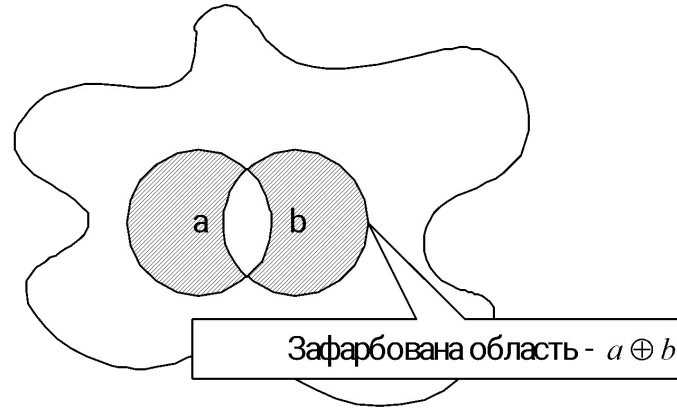
На підставі розглянутих аксіом і властивостей елементарних логічних функцій можна, наприклад, вивести правила представлення функцій І, АБО, НЕ через функцію додавання за модулем 2 і навпаки:

$$a \vee b = a \oplus b \oplus ab;$$

$$ab = (a \oplus b) \oplus (a \vee b).$$

Виключне АБО (XOR)

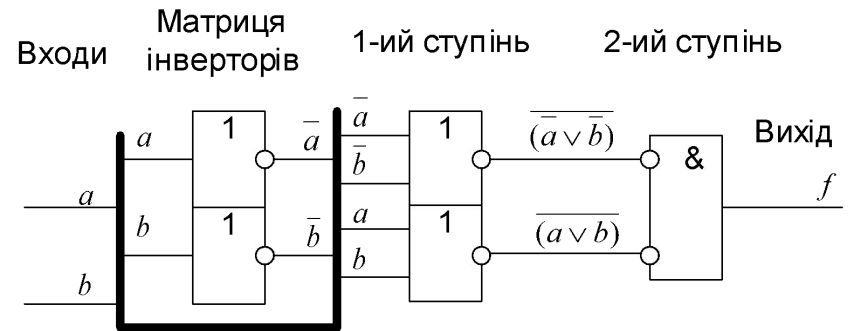
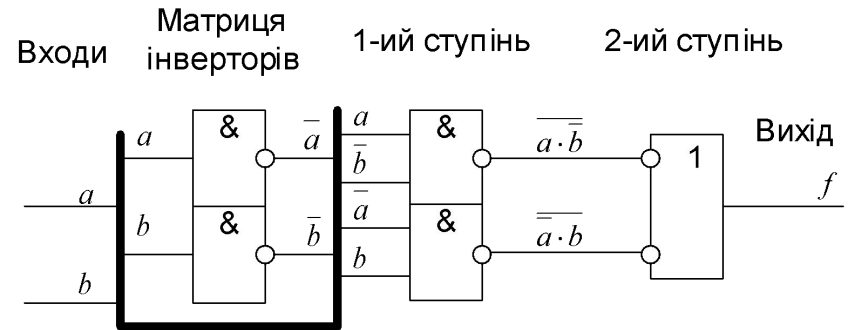
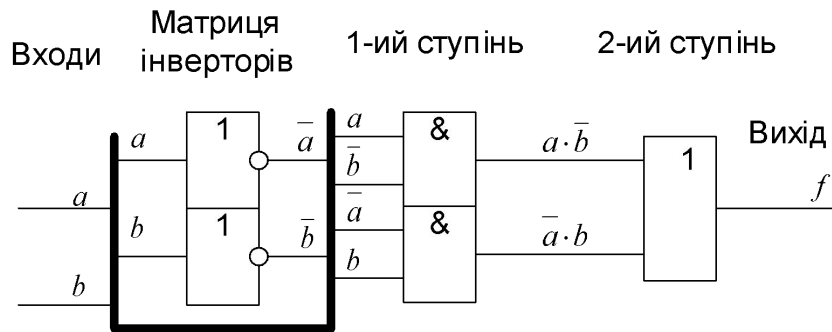
Змінні (аргументи)		Функція
a	b	$a \oplus b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Реалізація XOR

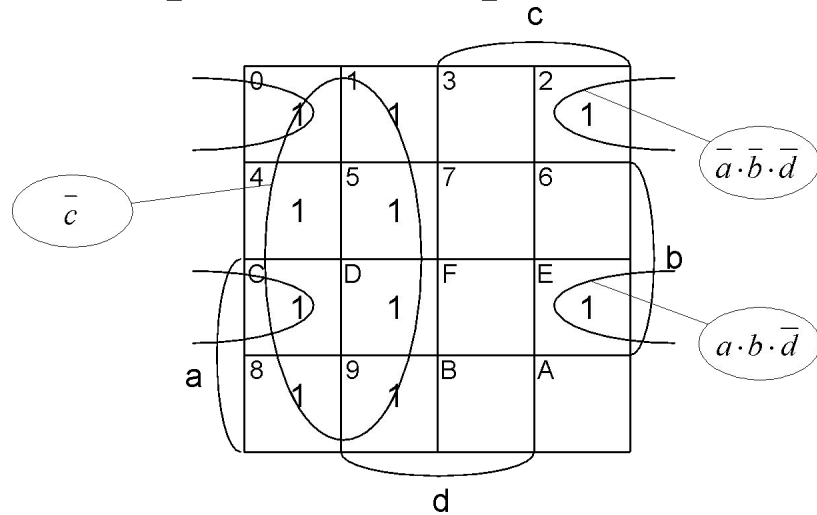
$$a \oplus b = a \cdot \bar{b} \vee \bar{a} \cdot b$$

$$a \oplus b = (\bar{a} \vee \bar{b})(a \vee b)$$

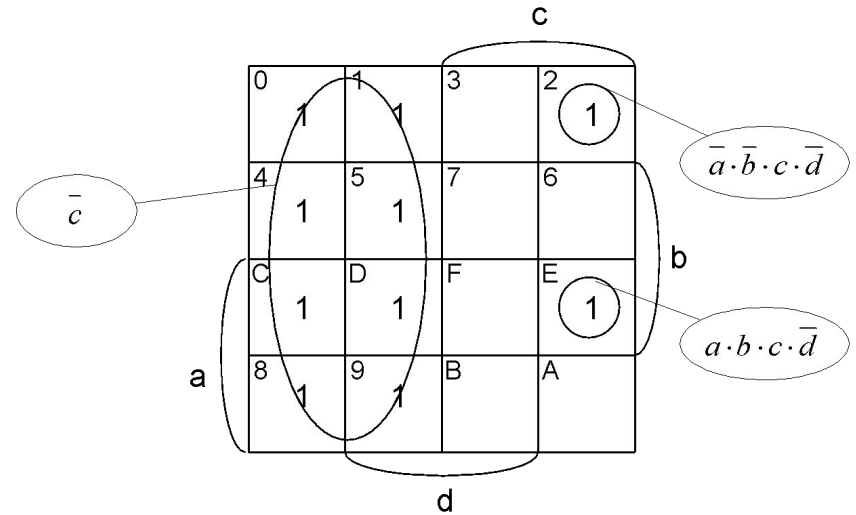


$$a \vee b = a \oplus b \oplus a \cdot b$$

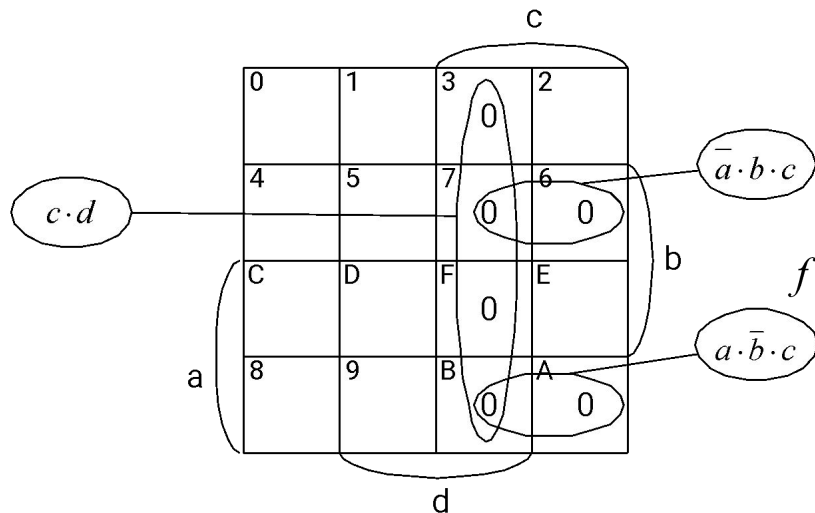
Порівняння варіантів синтезу комбінаційних логічних схем



$$f = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{d} \vee a \cdot b \cdot \bar{d} \vee \bar{c}$$



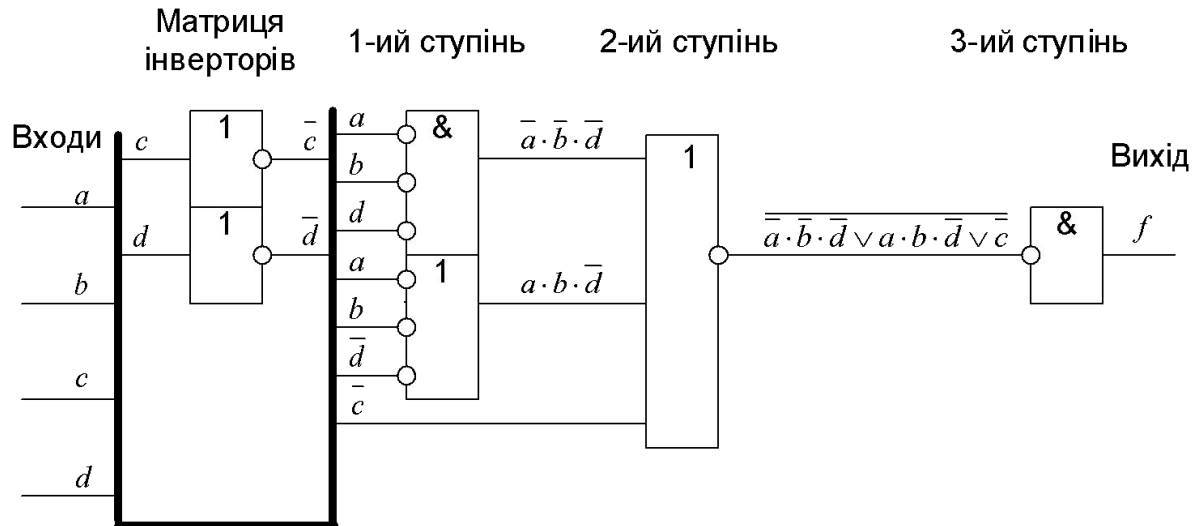
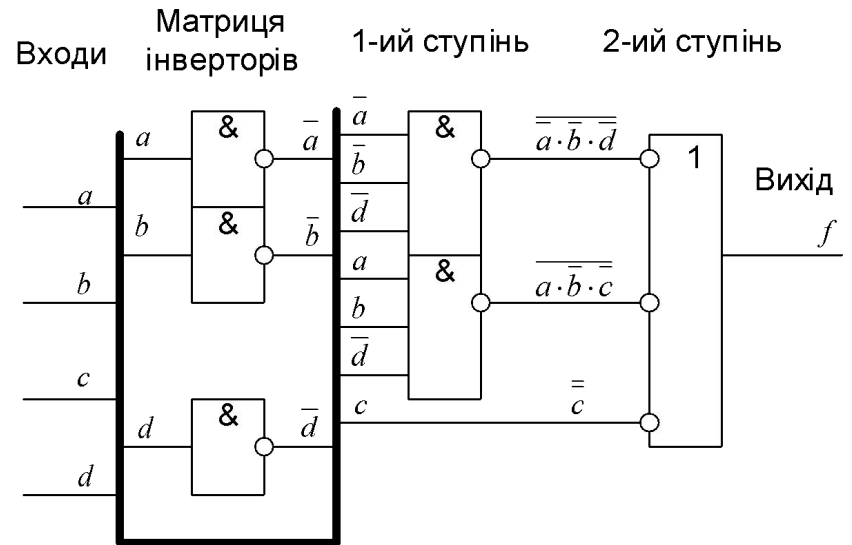
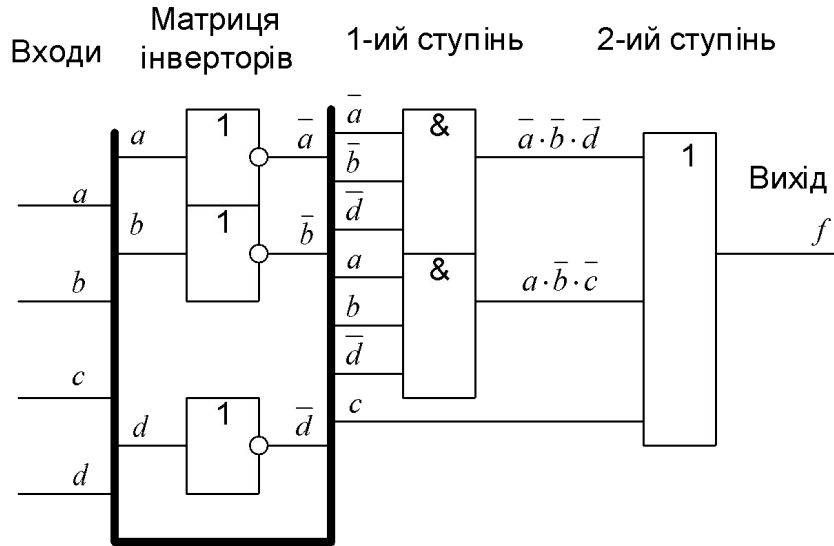
$$f = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} \oplus a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} \oplus \bar{c} = (1 \oplus a)(1 \oplus b)c(1 \oplus d) \oplus a \cdot b \cdot c \cdot (1 \oplus d) \oplus (1 \oplus c)$$



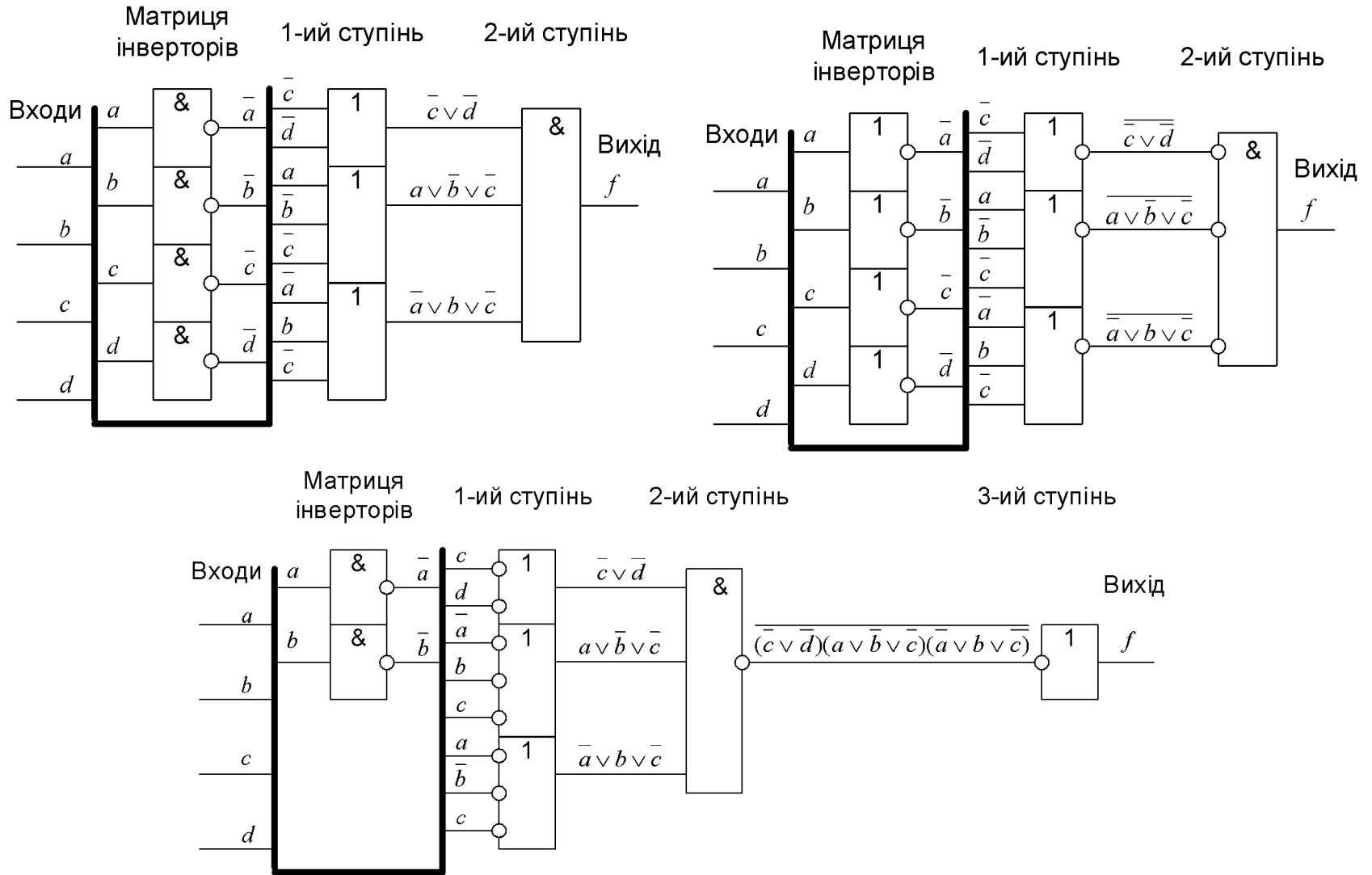
$$f = \overline{c \cdot d \vee \bar{a} \cdot b \cdot c \vee a \cdot \bar{b} \cdot c} = (\bar{c} \vee \bar{d}) \cdot (a \vee \bar{b} \vee \bar{c}) \cdot (\bar{a} \vee b \vee \bar{c})$$

ДНФ

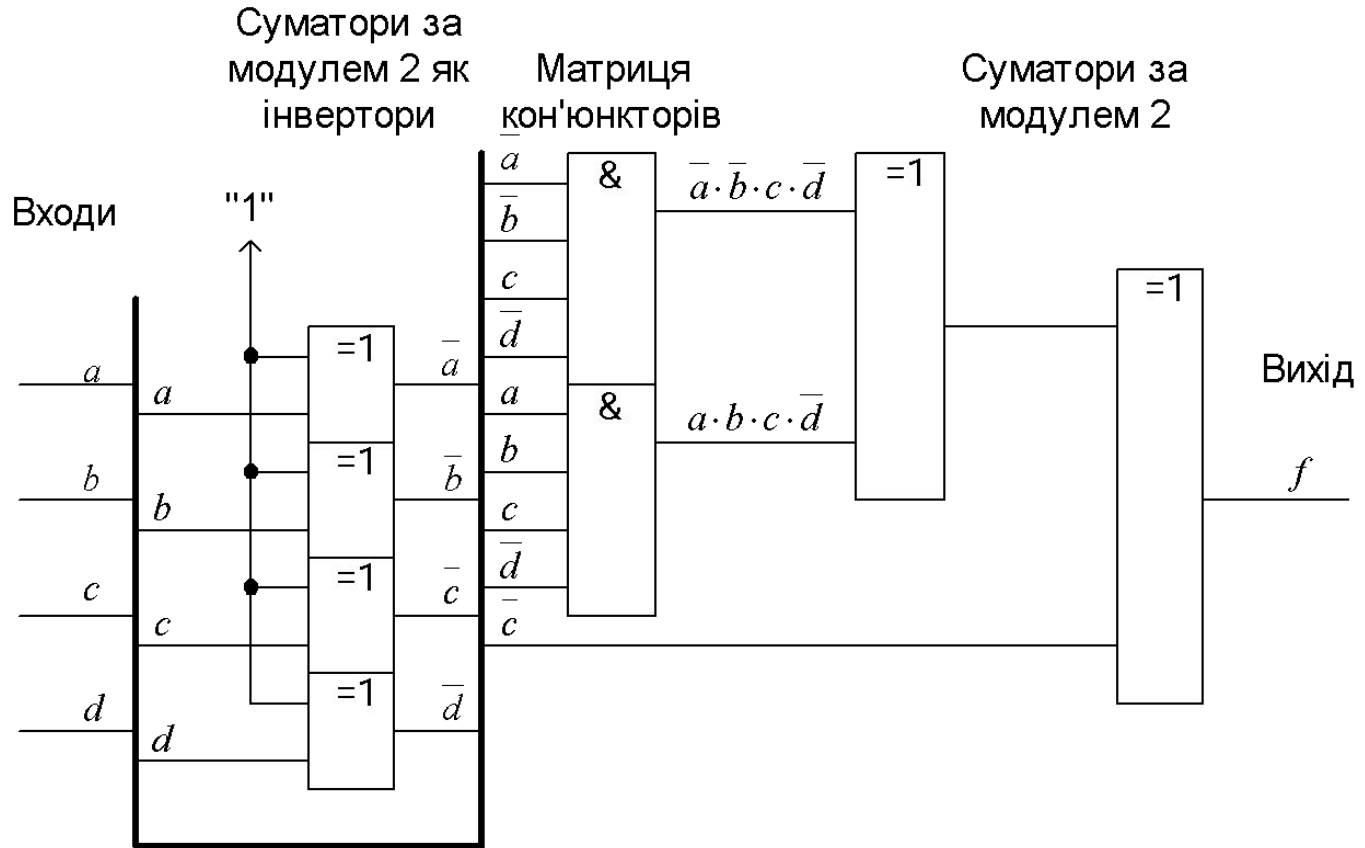
$$f = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{d} \vee a \cdot b \cdot \bar{d} \vee c$$



КНФ $f = (\bar{c} \vee \bar{d}) \cdot (a \vee \bar{b} \vee \bar{c}) \cdot (\bar{a} \vee b \vee \bar{c})$



Поліном Жегалкіна



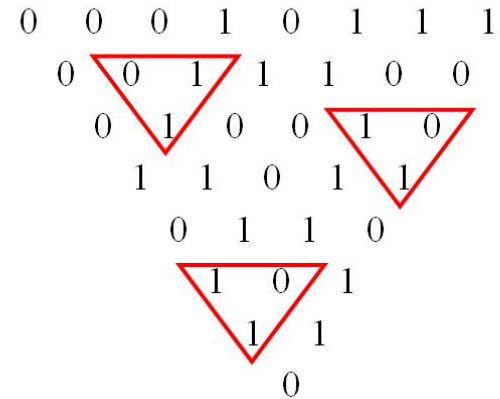
$$f = (1 \oplus a)(1 \oplus b)c(1 \oplus d) \oplus a \cdot b \cdot c \cdot (1 \oplus d) \oplus (1 \oplus c)$$

Поліном Жегалкіна

x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

0 0 0 1 0 1 1 1

x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



Трикутник Паскаля

Треугольник Паскаля

									1
								1	1
							1	2	1
					1	3	3	1	
			1	4	6	4	1		
		1	5	10	10	5	1		
	1	6	15	20	15	6	1		
1									

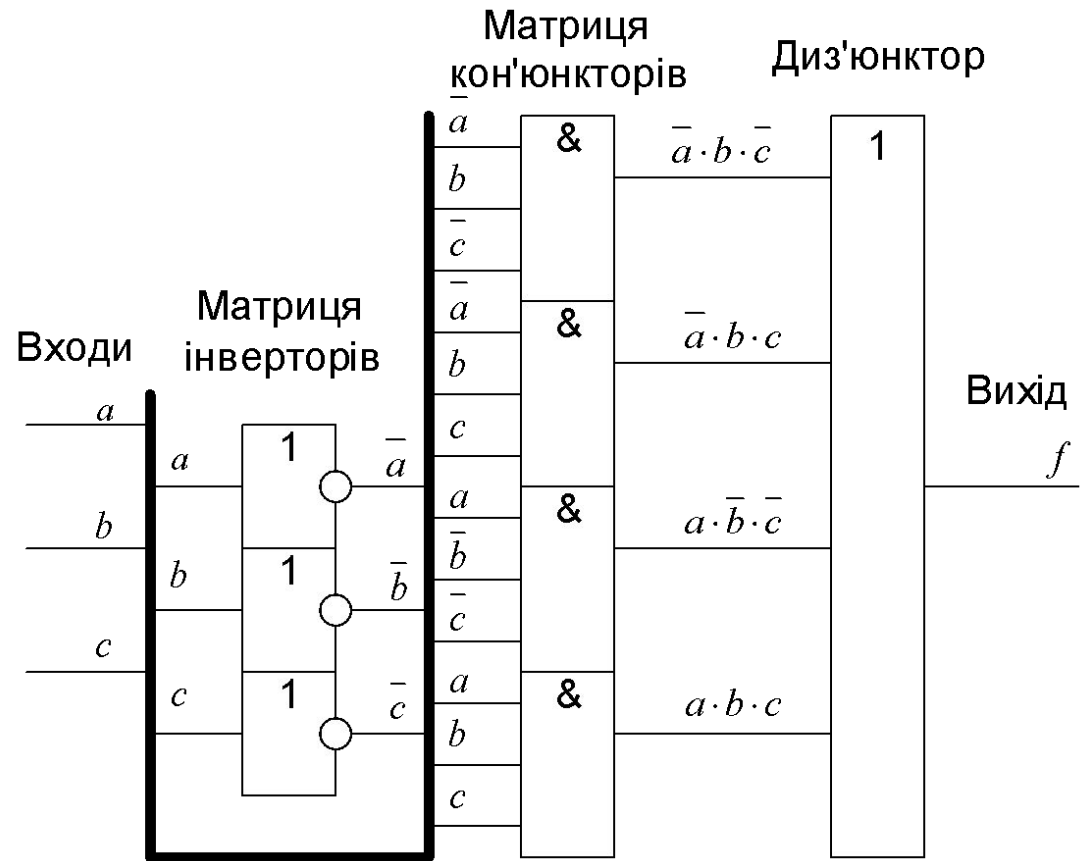
x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

1	0	0	0	1	0	1	1	1
x_3	0	0	1	1	1	0	0	
x_2	0	1	0	0	1	0		
x_2x_3	1	1	0	1	1			
x_1	0	1	1	0				
x_1x_3	1	0	1					
x_1x_2	1	1						
$x_1x_2x_3$	0							

$$f = x_2x_3 \oplus x_1x_3 \oplus x_1x_2$$

Синтез логічних схем з одним виходом у базисі Буля на елементах з довільною кількістю входів

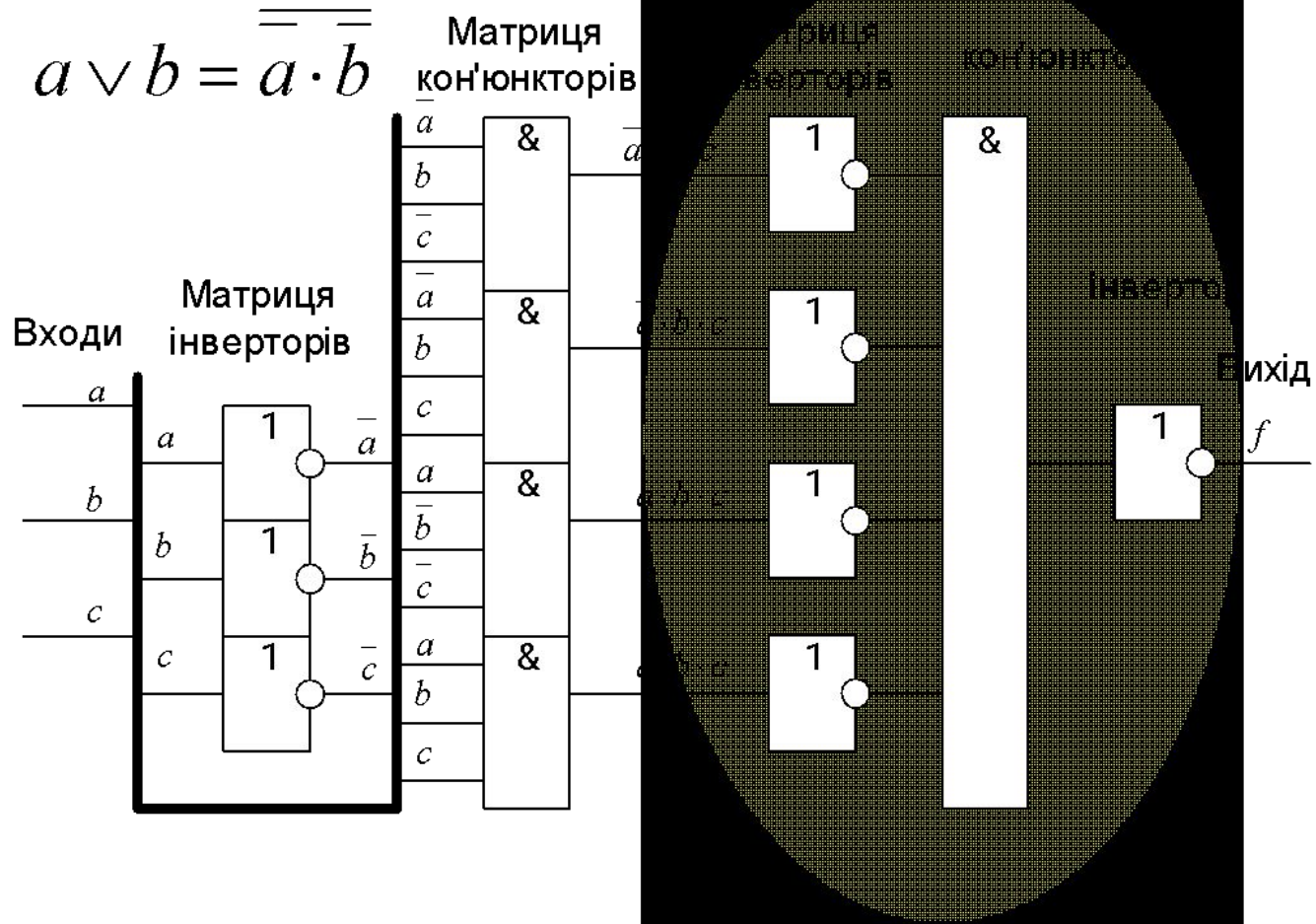
Номер набору	Аргументи			Функція	Терм
	a	b	c	f	
0	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	
2	0	1	0	1	$\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c}$
3	0	1	1	1	$\bar{a} \cdot b \cdot c$
4	1	0	0	1	$a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$
5	1	0	1	0	
6	1	1	0	0	
7	1	1	1	1	$a \cdot b \cdot c$



$$f = \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \vee \bar{a} \cdot b \cdot c \vee a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \vee a \cdot b \cdot c$$

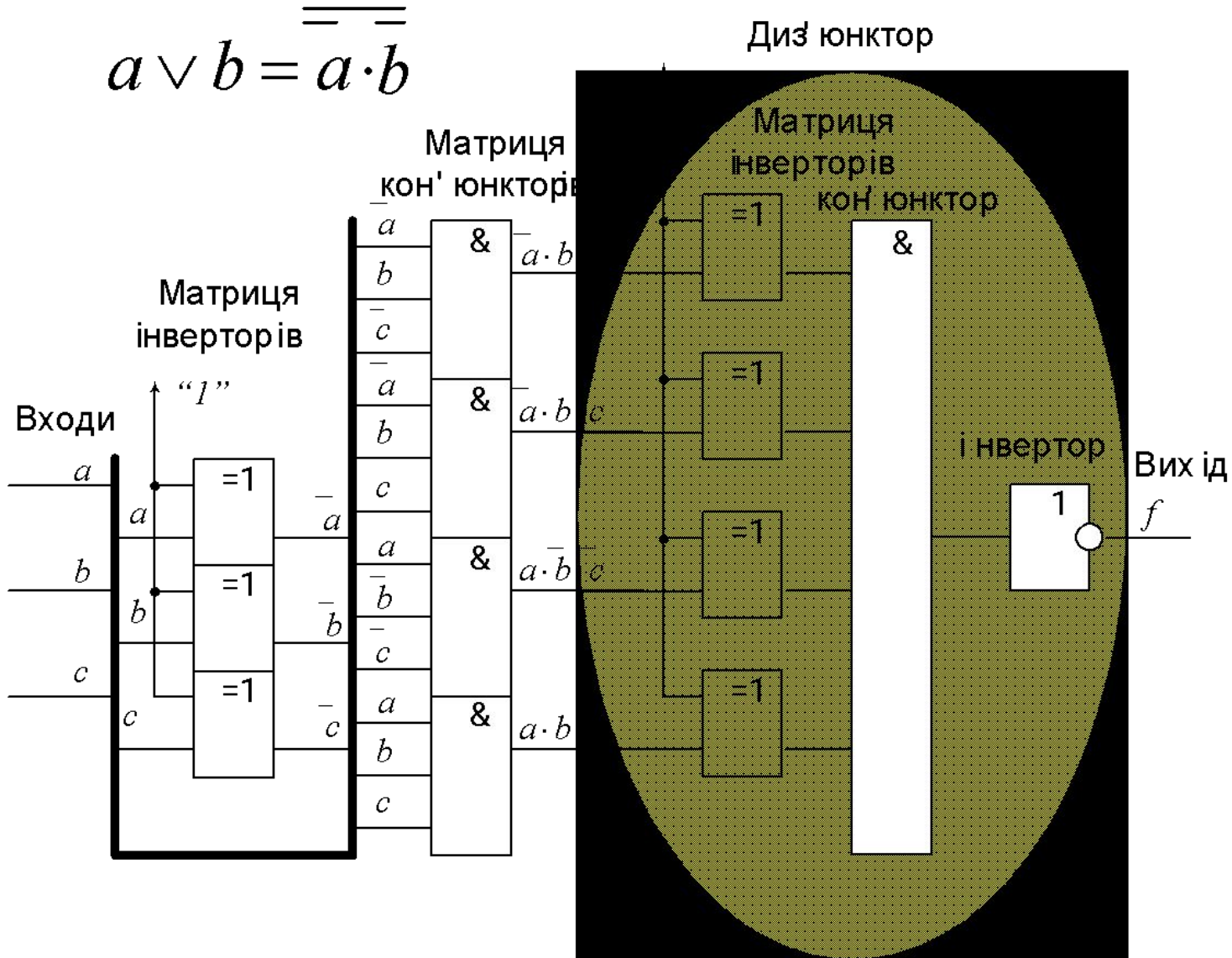
Використання базису з 2-х ФАЛ: (І, НЕ)

Диз'юнктор



Використання базису з 2-х ФАЛ: (І, НЕ)

$$a \vee b = \overline{\overline{a \cdot b}}$$



Небулеві базиси

- Базис Жегалкіна (1, I, XOR)

- Мажоритарний базис

$$f(x_1, x_2, \dots, x_{2n+1}) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } \sum_{i=1}^{2n+1} x_i > n \\ 0, \text{ якщо } \sum_{i=1}^{2n+1} x_i \leq n \end{cases}$$

- Пороговий базис, w_i , $T - const$

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } \sum_{i=1}^n x_i w_i > T \\ 0, \text{ якщо } \sum_{i=1}^n x_i w_i \leq T \end{cases}$$

- Штучний інтелект, w_i , $T - var$

Порогові функції

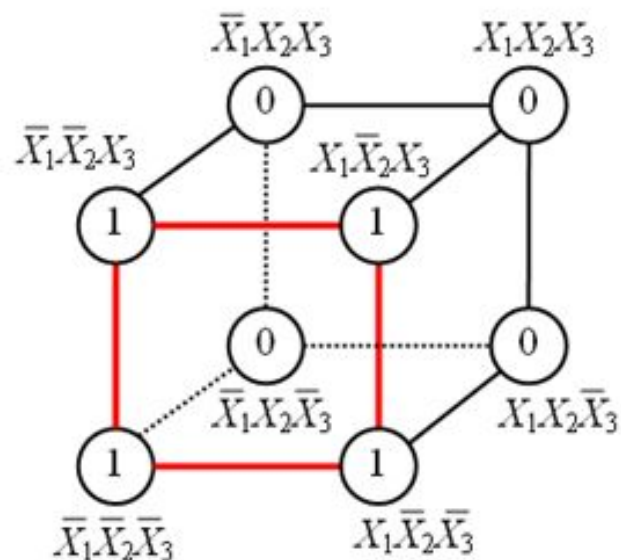
a	b	(>0) $a \vee b$	$(=n)$ $(=2)$ ab
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1

Форми представлення ФАЛ

- Табличні
 - Таблиці істинності
 - Сингулярні таблиці
- Геометричні
- Числові
- Часові діаграми
- Схеми
- Аналітичні (формули)
- інші

Геометричний спосіб представлення ФАЛ

X_1	X_2	X_3	$f(X_1, X_2, X_3)$
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0



Аналітичні форми представлення ФАЛ

- Нормальні
 - Досконалі
 - дДНФ
 - дКНФ
 - інші
 - Скорочені (ДНФ, КНФ)
 - Глухого кута – з найменшою кількістю термів
 - Мінімальні – форма глухого кута з найменшою кількістю літер
 - Абсолютно мінімальні – мінімальна у базисі Буля
- Анормальні
 - Дужкові
 - Із запереченням більше ніж над однією змінною

Терм

- **Терм** - це група літерал і констант, об'єднаних тим самим знаком логічного зв'язування: логічного додавання або ж логічного множення. У термі кожен літерал і кожна константа зустрічається тільки один раз, тобто в терм може входити або змінна, або її заперечення.
- *Диз'юнктивний терм (макстерм, елементарна диз'юнкція)* - це логічна функція, що зв'язує всі літерали знаком диз'юнкції.
- Наприклад:
- $f_1 = a \vee \bar{b} \vee c \vee d; \quad f_2 = a \vee b.$
- Макстерм називають також **конституентою нуля**, тому що *ця логічна функція дорівнює 0 тільки тоді, коли всі її літерали рівні 0 одночасно.*
- *Кон'юнктивний терм (мінтерм, елементарна кон'юнкція)* - це логічна функція, що зв'язує літерали знаком кон'юнкції.
- Наприклад:
- $f_1 = \bar{a} \& b \& \bar{c} \& d; \quad f_2 = a \wedge b \wedge c.$
- Мінтерм називають також **конституентою одиниці**, тому що *ця функція дорівнює 1 тільки тоді, коли всі її літерали одночасно дорівнюють одиниці.*

Нормальні форми з мінтермами

- Будь-яка таблично задана ФАЛ може бути представлена аналітично у вигляді
 - диз'юнкції скінченного числа мінтермів, на кожному з яких функція дорівнює одиниці (диз'юнктивна нормальна форма, ДНФ):

$$f(a, b, \dots, z) = F_1 \vee F_2 \vee \dots \vee F_n,$$

- суми за модулем 2 скінченного числа мінтермів, на кожному з яких функція дорівнює одиниці (поліном Жегалкіна):

де i - номери наборів, на яких функція дорівнює 1.

Нормальні форми з макстермами

- Будь-яка таблично задана ФАЛ може бути представлена аналітично у вигляді
 - кон'юнкції скінченного числа макстермів, на кожному з яких функція дорівнює нулю (кон'юнктивна нормальна форма, КНФ):

$$f(a, b, \dots, z) = \Phi_1 \& \Phi_2 \& \dots \& \Phi_m,$$

- результату порівняння скінченного числа макстермів, на кожному з яких функція дорівнює нулю (поліном рівнозначності):

$$f(a, b, \dots, z) = \Phi_1 \equiv \Phi_2 \equiv \dots \equiv \Phi_m,$$

де i - номери наборів, на яких функція дорівнює 1.

Досконалі нормальні форми

- Кількість термів дорівнює кількості одиничних (нульових) значень ФАЛ у її таблиці істиності
- У кожному термі присутні усі змінні
- Немає однакових термів

Анормальні форми

Дужкова

$$f = \bar{a}b \vee a\bar{b} = (a \vee b)\bar{a}\bar{b}$$

Із запереченням більше ніж над
однією літерою

Критерії синтезу схем ФАЛ

- Правильна робота
- Швидкодія (продуктивність)
- Апаратні витрати
- Споживана потужність
- Надійність
- Складність
- Однорідність структури
- Ціна
- інші

Методи визначення ціни реалізації ФАЛ

- Грошові одиниці
- Негрошові одиниці
 - Кількість операцій
 - І, АБО, НЕ
 - І, АБО
 - І (АБО)
 - Кількість термів
 - В ДНФ
 - В КНФ
 - Кількість літер
 - В нормальних формах
 - В аномальних формах
 - Кількість входів
 - І, АБО, НЕ
 - І, АБО
 - І (АБО)
 - інші

Мінімізація ФАЛ

- Канонічна задача мінімізації
 - У базисі Буля
 - Над нормальними формами
 - Мета – зменшення кількості літер
- Загальна задача мінімізації
 - Усі інші методи

Методи розв'язання канонічної задачі мінімізації

- Аналітичні
 - Квайна-МакКласкі-Петрика
 - Інші
- Табличні
- Геометричні
- Графо-аналітичні
 - Карті Карно
 - Діаграми Вейча
- Алгебро-топологічні
- інші

Методи розв'язання загальної задачі мінімізації – **не гарантують** знаходження найкращого рішення

- Евристичний (Метод спроб і помилок)
- Винесення за дужки
- Внесення надлишковості і глобального винесення за дужки
- Перехід до небулевого базису
- Метод функціональної декомпозиції
- інші

Швидкодія комбінаційних схем

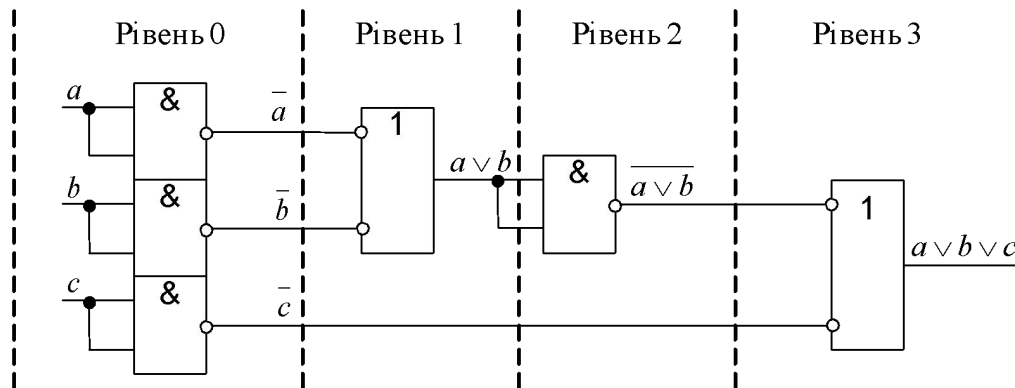
Швидкодія комбінаційної схеми оцінюється максимальною затримкою сигналу при проходженні його від входу схеми до виходу, тобто визначається проміжком часу від моменту надходження вхідних сигналів до моменту встановлення відповідних вихідних значень. Затримка сигналу кратна числу елементів, через які проходить сигнал від входу до виходу схеми. Тому швидкодія схеми характеризується часом проходження сигналів найдовшим шляхом від входу до виходу:

$$T = \sum_{i=0}^r t_i$$

де t_i - затримка сигналу на елементі i -того рівня. Значення r визначається кількістю рівнів комбінаційної схеми, яка розраховується наступним чином. Входам схеми приписується рівень 0 . Логічні елементи, пов'язані тільки з входами схеми відносяться до рівня 1 . Елемент відноситься до рівня k , якщо він пов'язаний входами з елементами рівнів $k-1$, $k-2$, і т.д. Максимальний рівень елементів r визначає кількість рівнів комбінаційної схеми - **ранг схеми**.

Будь-яку ФАЛ можна представити у ДНФ, якій відповідає дворівнева комбінаційна схема. Отже, швидкодія будь-якої комбінаційної схеми в принципі можна довести до $2t$, якщо затримки t всіх елементів однакові.

Мінімізація ФАЛ з метою зменшення апаратної складності схем зазвичай призводить до необхідності подання функцій у дужковій формі, якій відповідають схеми з $r > 2$. Тобто, зменшення витрат обладнання в загальному випадку призводить до зниження швидкодії схем.



Еврістичний

$$f = \overline{a}b \vee a\overline{b} = (a \vee b)\overline{ab}$$

Винесення за дужки

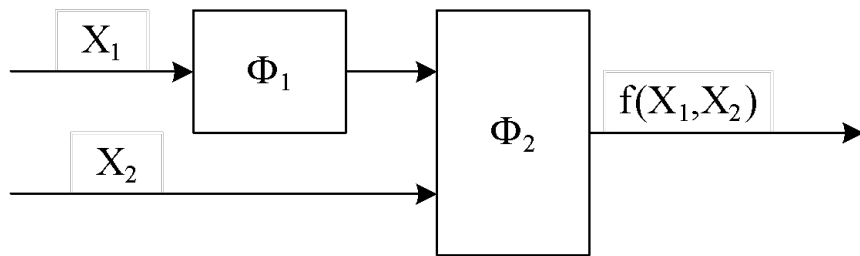
$$f = abc \vee acde \vee abdg \vee deg = \\ = ac(b \vee de) \vee dg(ab \vee e)$$

Внесення надлишковості і

глобального винесення за дужки

$$f = abc \vee acde \vee abdg \vee deg = \\ = aabc \vee acde \vee abdg \vee ddeg = \\ = ab(ac \vee dg) \vee de(ac \vee dg) = \\ = (ab \vee de)(ac \vee dg)$$

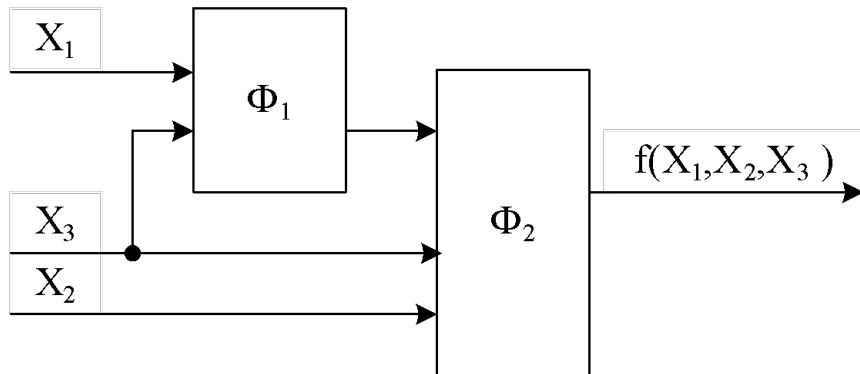
Метод функціональної декомпозиції проста розділова і загальний випадок



$$f = \bar{a} \cdot \bar{b}d \vee bc \vee ac$$

$$\Phi_1 = a \vee b$$

$$\Phi_2 = \overline{\Phi_1}d \vee \Phi_1 \cdot c$$

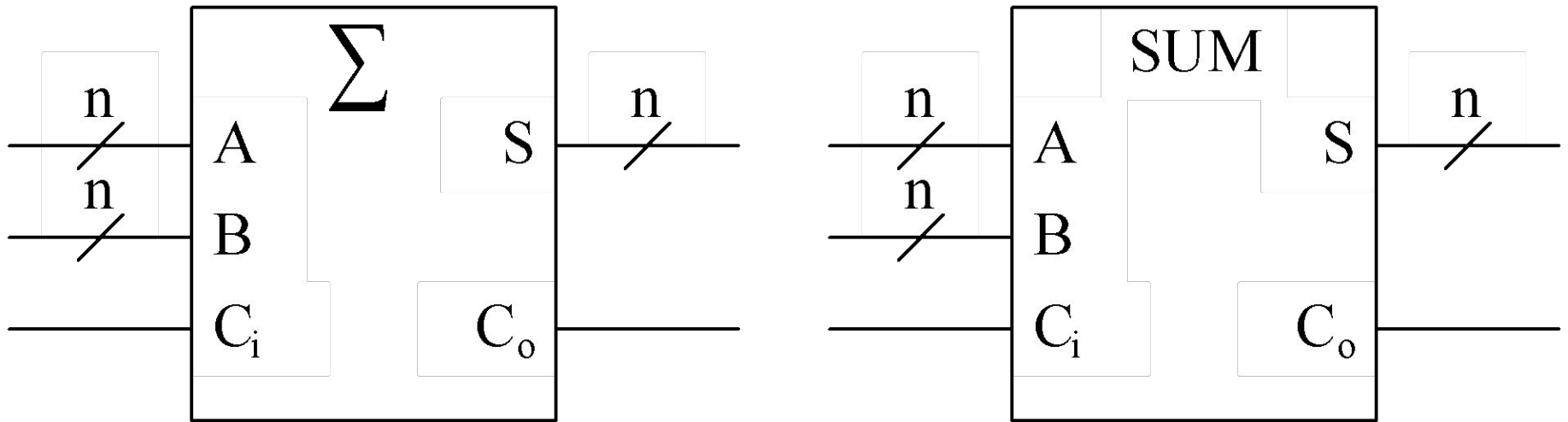


$$f = a\bar{b} \vee ade \vee bc\bar{d} \vee b\bar{e}$$

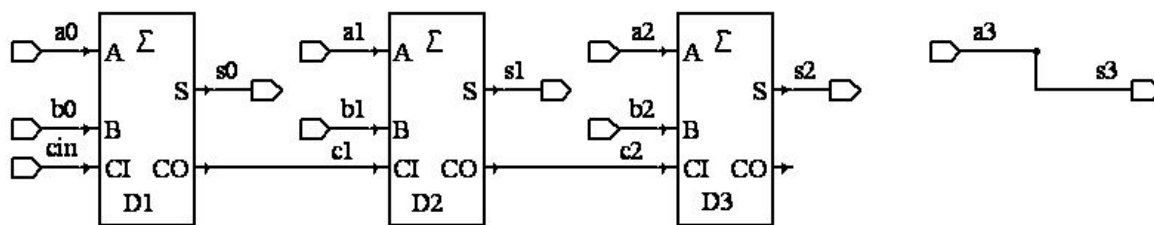
$$\Phi_1 = \bar{b} \vee de$$

$$\Phi_2 = \Phi_1 \cdot a \vee \overline{\Phi_1} \cdot (c \vee \bar{e})$$

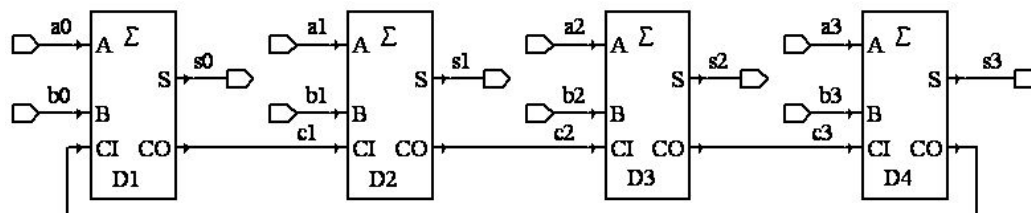
Багаторозрядний суматор



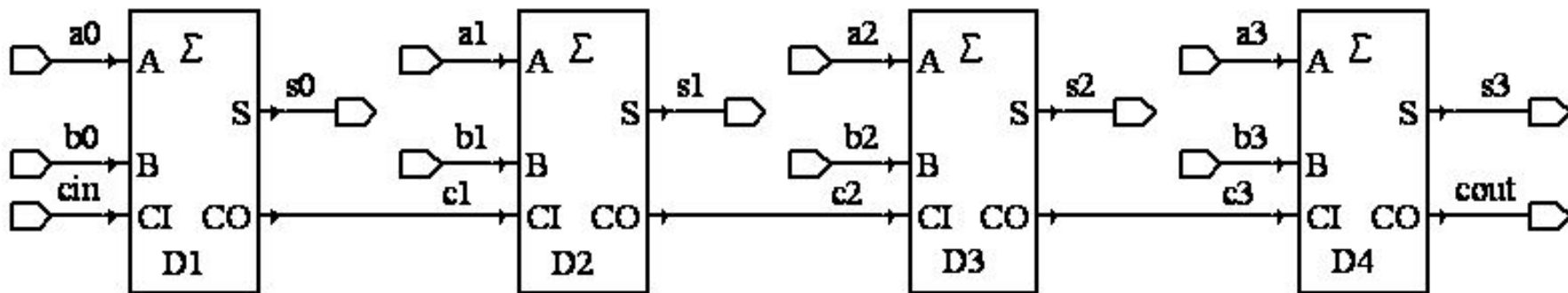
4-розрядні суматори (у прямому, оберненому і доповняльному кодах)



а



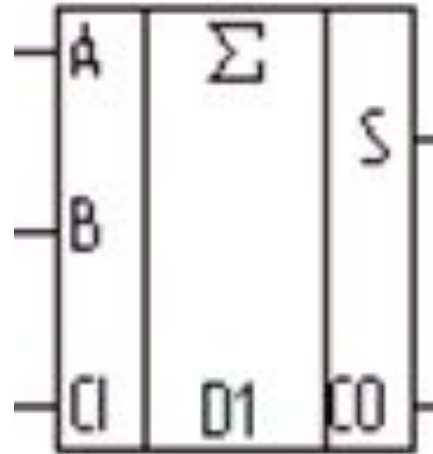
б



в

Повний однорозрядний двійковий суматор

Входи			Виходи	
A	B	C _i	C _o	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1



$$C_o = \overline{A}BC_i \vee A\overline{B}C_i \vee AB\overline{C}_i \vee ABC_i = BC_i \vee AC_i \vee AB$$

$$S = \overline{A}\overline{B}C_i \vee \overline{A}B\overline{C}_i \vee A\overline{B}\overline{C}_i \vee ABC_i$$

Функціональна схема повного однорозрядного двійкового суматора

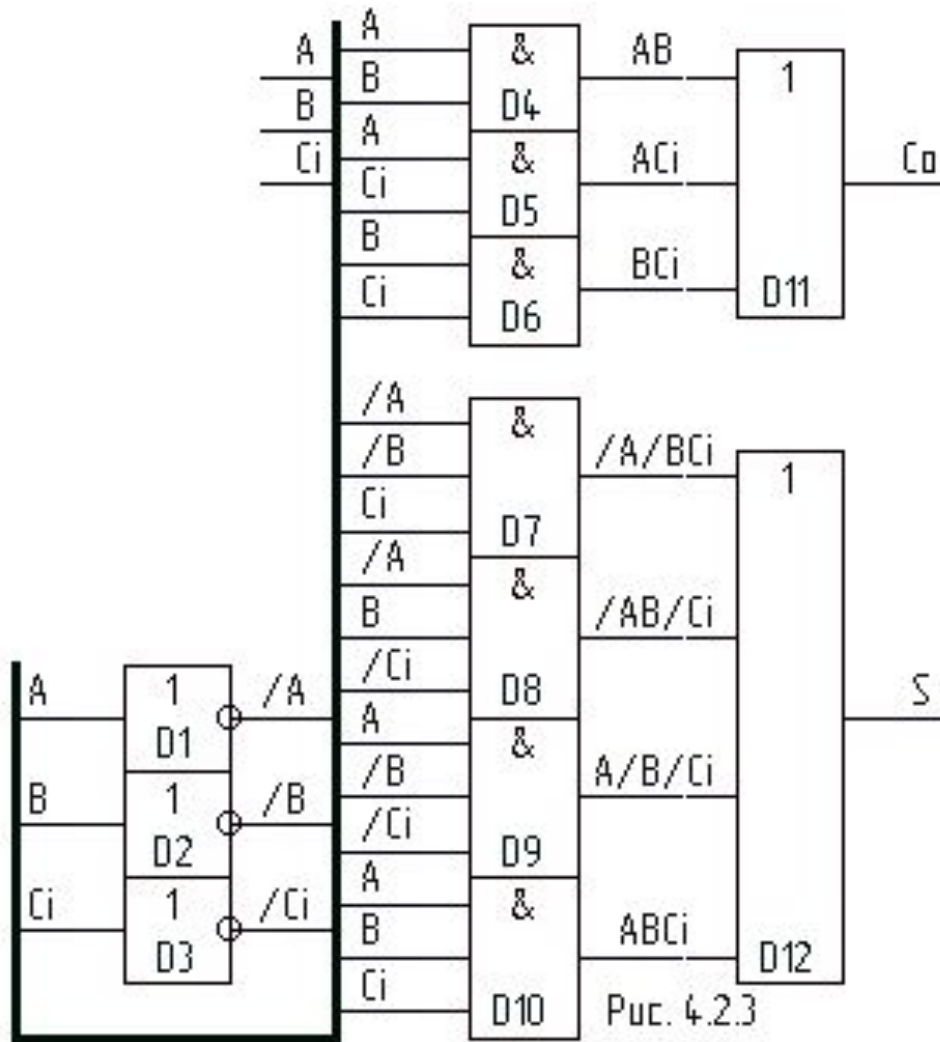
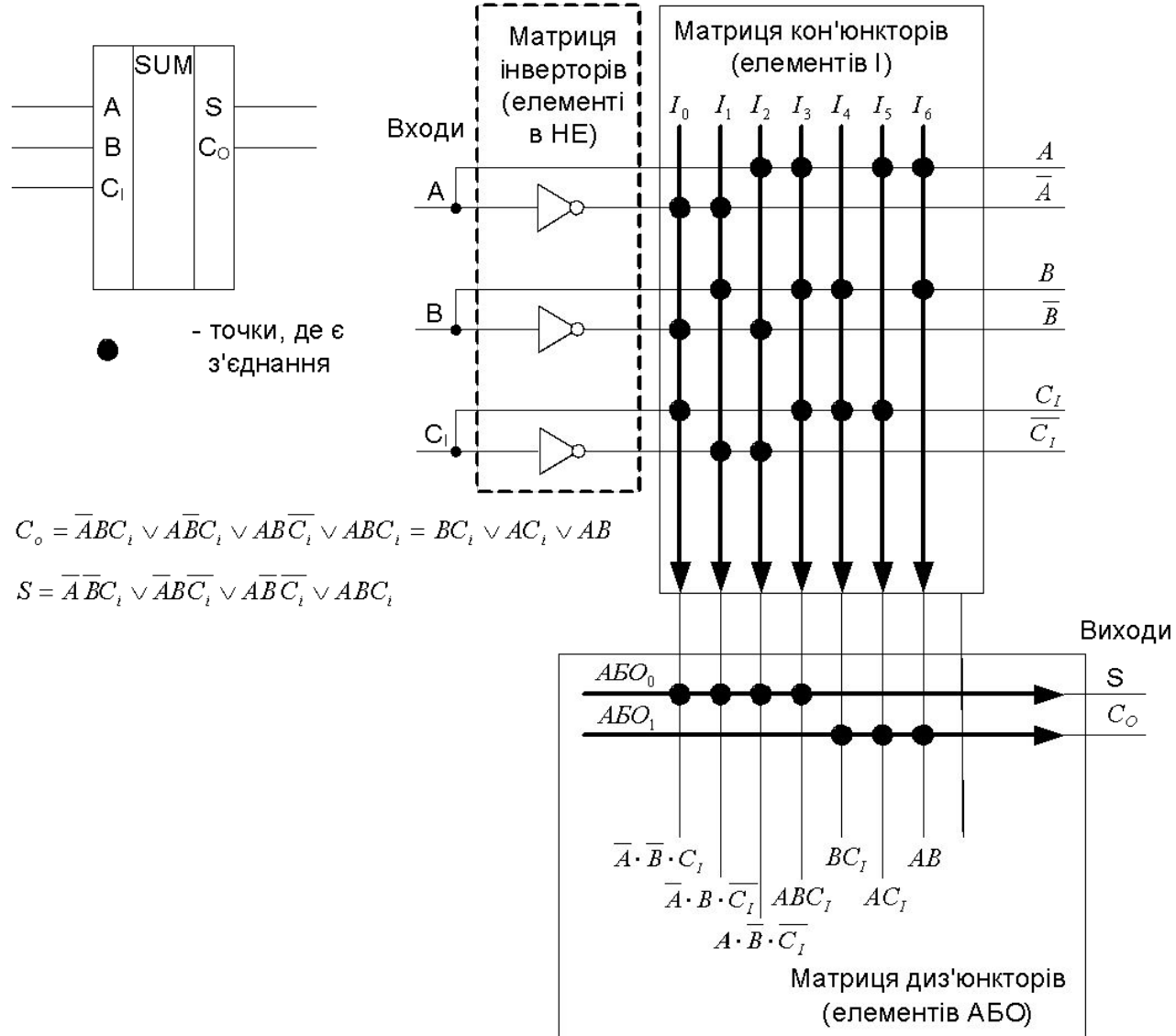


Рис. 4.2.3

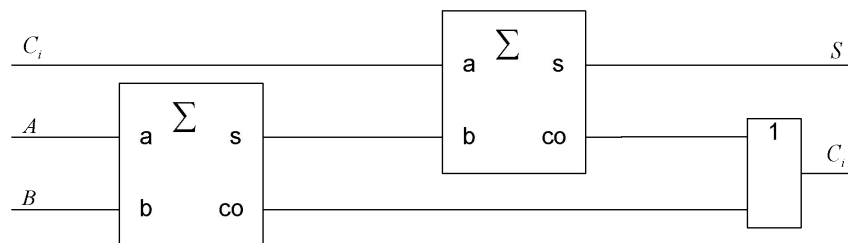
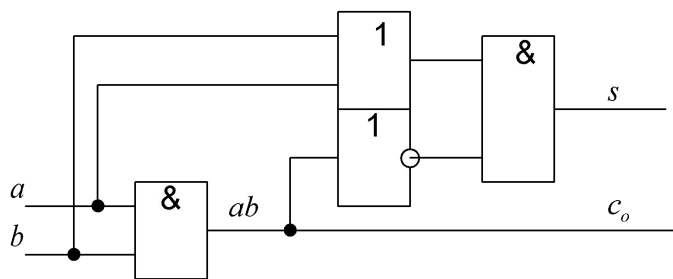
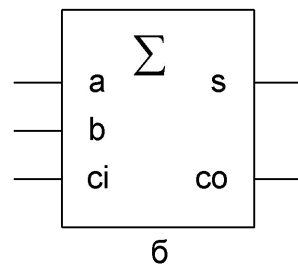
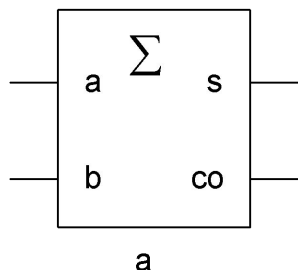
Повний однорозрядний двійковий суматор (матрична схема)



Двійкові однорозрядні напівсуматор (а) та повний суматор (б)

$$c_0 = ab;$$

$$s = a\bar{b} \vee \bar{a}b = (a \vee b)\bar{c}_0$$



A	B	C ₀	S		S	AB = 00	AB = 01	AB = 11	AB = 10
0	0	0	0			0	1	0	1
0	1	0	1						
1	0	0	1		C ₀	AB = 00	AB = 01	AB = 11	AB = 10
1	1	1	0			0	0	1	0

Мінімізація сукупності (системи, набору) ФАЛ – метод функціональної декомпозиції

- Сукупність 3-х ФАЛ

- Ціна - 12

- $f_0 = abc \vee d$;
- $f_1 = abc \vee e$;
- $f_2 = abc \vee g$;

- Сукупність 4-х ФАЛ

- Ціна – 9

- $\Phi = abc$;
- $f_0 = \Phi \vee d$;
- $f_1 = \Phi \vee e$;
- $f_2 = \Phi \vee g$;

- Сукупність 3-х ФАЛ?

- Ціна - 12

- $f_0 = (/a)bc \vee d$;
- $f_1 = a(/b)c \vee e$;
- $f_2 = abc \vee g$;

Багатозначні логіки. Нечітка логіка

- Тризначна логіка Лукасевича $\{0, 1/2, 1\}$
(ні, може бути, так)
- N-значна логіка Лукасевича $\{0/n-1, 1/n-1, \dots, n-1/n-1\}$

$$\bar{a} = 1 - a; \quad a \& b = \min(a, b); \quad a \vee b = \max(a, b)$$

- Тризначна логіка Поста $\{0, 1, 2\}$
- N-значна логіка Поста $\{0, 1, 2, \dots, n-1\}$

$$\bar{a} = (a + 1) \bmod N; \quad a \& b = \min(a, b); \quad a \vee b = \max(a, b)$$