

# **ДІАГНОСТИКА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Розділ 1 : “Загальні положення та методи технічної діагностики”**

**доц. Бороденко Ю.М.**

# СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

VIII семестр: 30год Л + 15 год ЛР = Інтегрований залік

## РОЗДІЛИ (залікові модулі)

- 1. Загальні положення та методи технічної діагностики (для проектувальника діагностичних систем)**
- 2. Засоби діагностування (для розробника та оператора-діагноста)**
- 3. Методи діагностування (для технолога-діагноста)**

## ЗМІСТ РОЗДІЛУ 1

### **1.1 Основні положення предмету технічної діагностики**

- 1.1.1 Основні визначення, аспекти та завдання технічної діагностики
- 1.1.2 Властивості та параметри технічних систем
- 1.1.3 Види та способи перевірок технічних систем

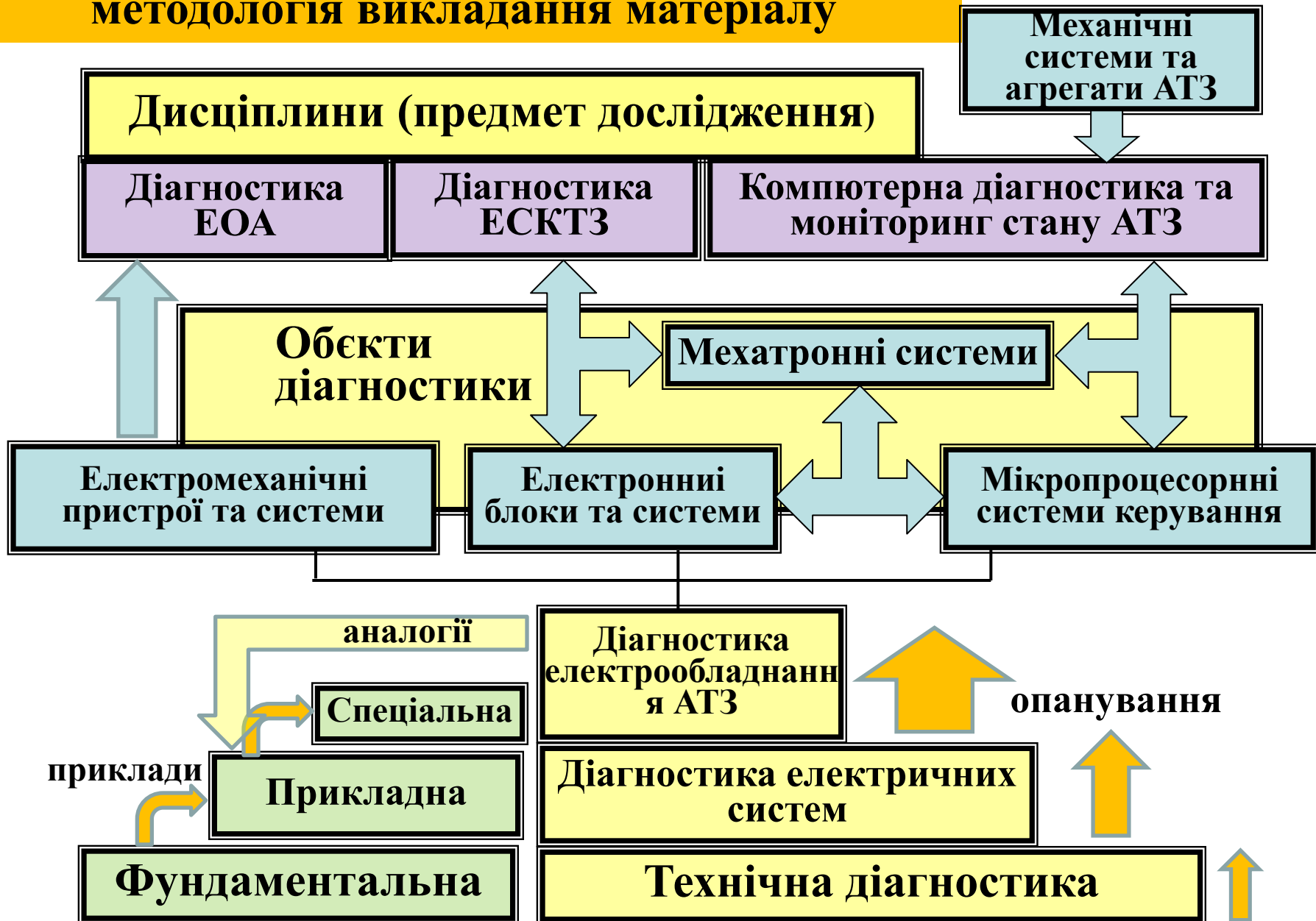
### **1.2 Побудування та аналіз діагностичних моделей електричних систем**

- 1.2.1 Побудування та аналіз функціональної діагностичної моделі
- 1.2.2 Побудування та аналіз дискретної діагностичної моделі
- 1.2.3 Способи розв'язування нерозрізняльності в таблицях несправностей
- 1.2.4 Особливості побудування цифрових діагностичних моделей

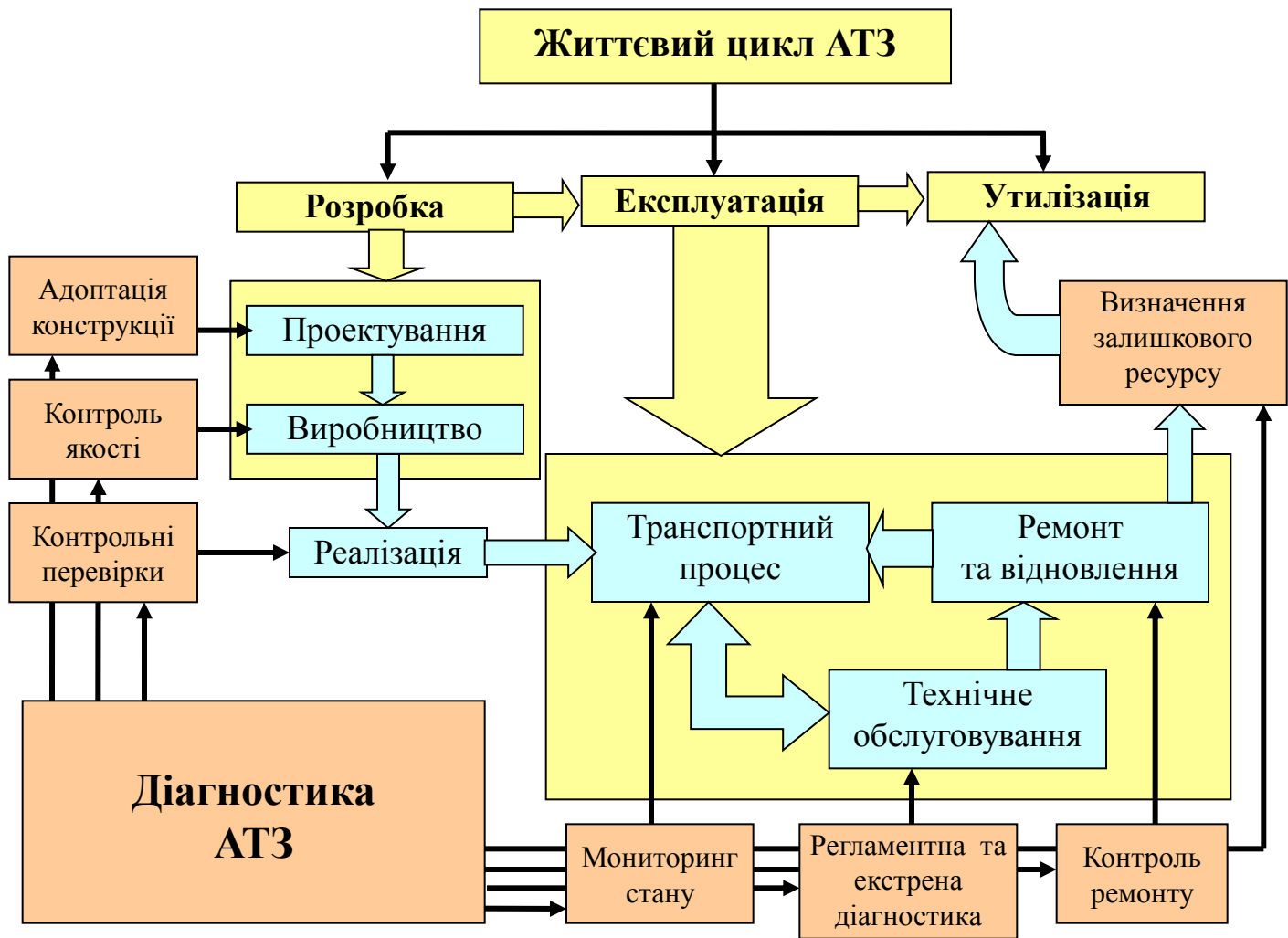
### **1.3 Методи визначення діагностичних тестів та побудування алгоритмів діагностування**

- 1.3.1 Формування таблиці покриттів та її властивості
- 1.3.2 Визначення діагностичних тестів методом скороченого перебору
- 1.3.3 Визначення діагностичних тестів методом еквівалентної нормальної форми
- 1.3.4 Побудування алгоритмів діагностування з використанням функцій переваги

# Структура блоку дисциплін з діагностики та методологія викладання матеріалу



# 1.1.1. Основні визначення, завдання та аспекти технічної діагностики



**Структура системи діагностики в життєвому циклі АТЗ**

## 1.1.1. Основні визначення технічної діагностики

**Технічна діагностика (ТД)** = форми прояву відмов + методи знаходження дефектів + принципи побудування діагностичних систем.

**Дефект** – невідповідність виробу вимогам, які встановлені нормативно-технічною документацією.

**Технічний стан об'єкта** – сукупність підданих зміні властивостей, що характеризують ступінь функціональної придатності об'єкта в заданих умовах цільового застосування.

**Контроль** технічного стану об'єкту – визначення виду технічного стану об'єкта.

**Вид технічного стану** характеризується відповідністю або невідповідністю якості об'єкта певним вимогам. (справність і несправність; працездатність і непрацездатність; правильне, неправильне функціонування)

**Діагностична система (ДС)** = засоби + методи діагностування > технічний стан раціональним способом (автоматично).

**Об'єкт діагностування (ОД)** – (система, пристрій, агрегат) > 2с+2ехпе

**Система діагностики (СД)** = ДС + ОД > придатність до Д на етапі проектування.

**Операції перевірки (ОП)** – дії по проведенню перевірки

**Перевірка (П)** = € ОП

**Діагностичний тест (ДТ)** = € П (МДТ, ОДТ)

**Діагностичний параметр (ДП)** – апаратна оцінка (неявно характеризує стан ОД).

**Симптом (С)** – суб'єктивна оцінка (форма прояву відхилення ДП від норми).

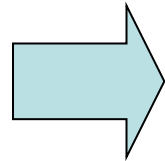
**Діагноз** = ДП + С = локалізація несправності ОД.

**Алгоритм діагностування (АД)** – послідовність П(ДТ) > діагноз.

# Аспекти технічної діагностики та завдання діагностування

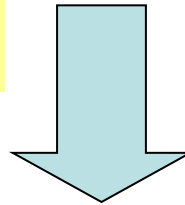
## Перший аспект ТД (дослідження ОД)

- 1 Функціонування
- 2 Блоки та зв'язки
- 3 Перелік відмов (станів)
- 4 Обирання ДП та засобів виміру
- 5 Ймовірності відмов (станів)
- 6 Витрати на перевірки



## Другий аспект ТД (побудування математичних моделей ОД та методів їх оптимального аналізу):

- 1 Визначення ДТ
- 2 Побудування АД (моніторингу стану)



## Мета діагностування:

1. Контроль фактичного стану ОД.
2. Локалізація несправного елемента.
3. Визначення причин відмови (несправності).
4. Визначення обсягу та глибини ТО, Р.
5. Прогнозування технічного стану ОД.

## 1.1.2. Параметри та властивості технічних систем

**Вихідні ДП = f(структурні ДП)**  
**Номинальне значення ДП**

**Основні + Допоміжні**  
**Граничні значення ДП**

### Вимоги до ДП

Чутливість ДП  
Інформативність ДП  
Стабільність ДП  
Технологічність вимірювання

**Число несправних станів**

$$N = m^n - 1$$

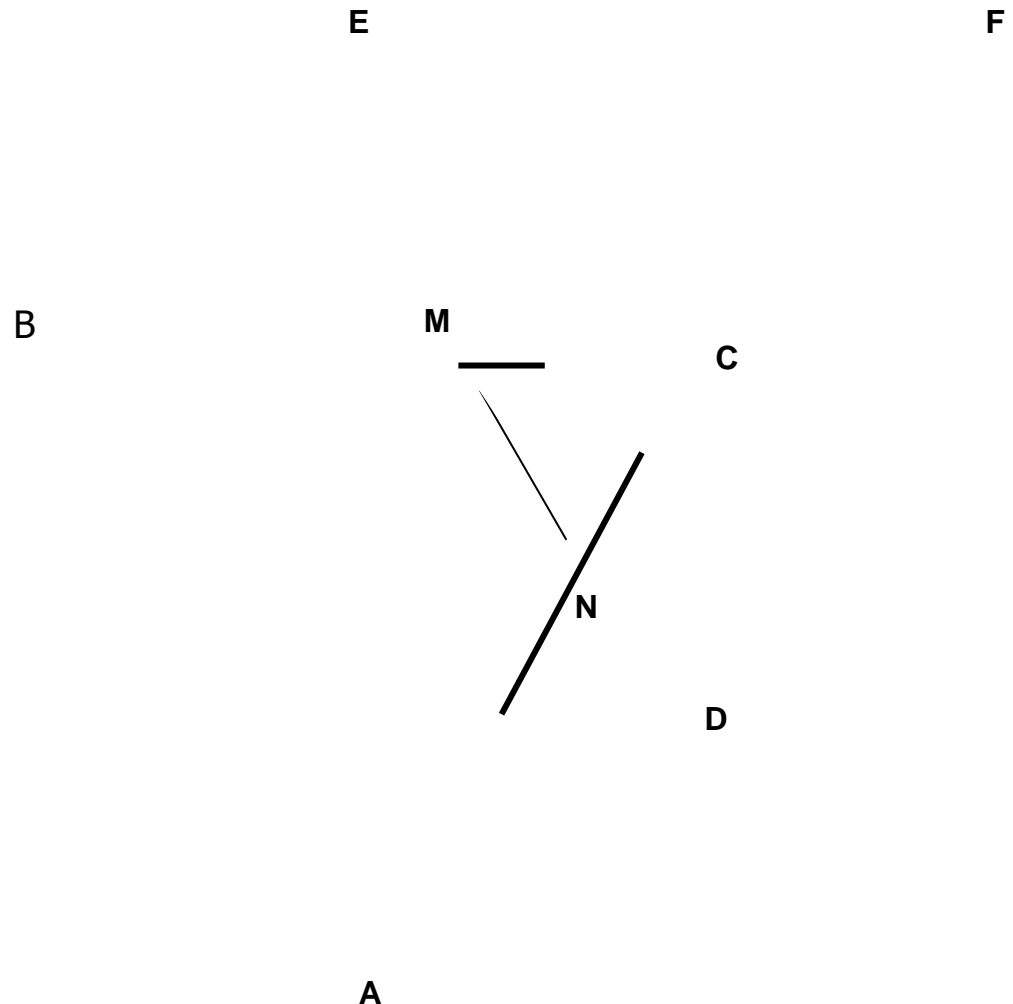
**ABC** – несправні;

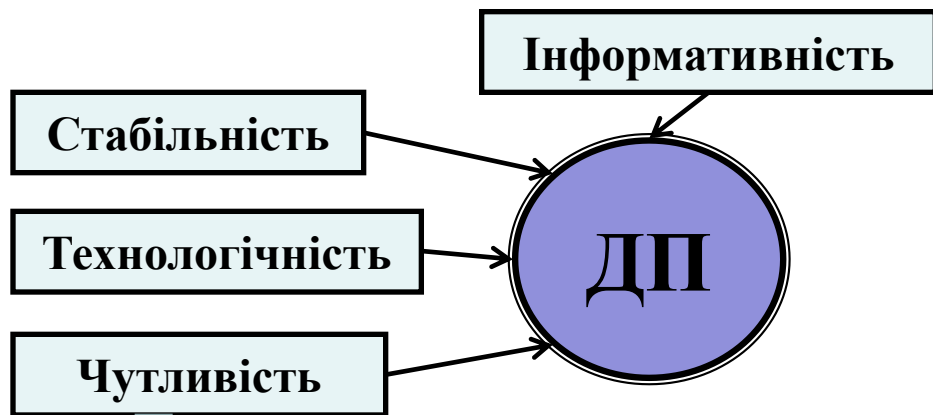
**DEF** – дієздатні;

**BMNA** – не дієздатні;

**DNCMEF** – справні;

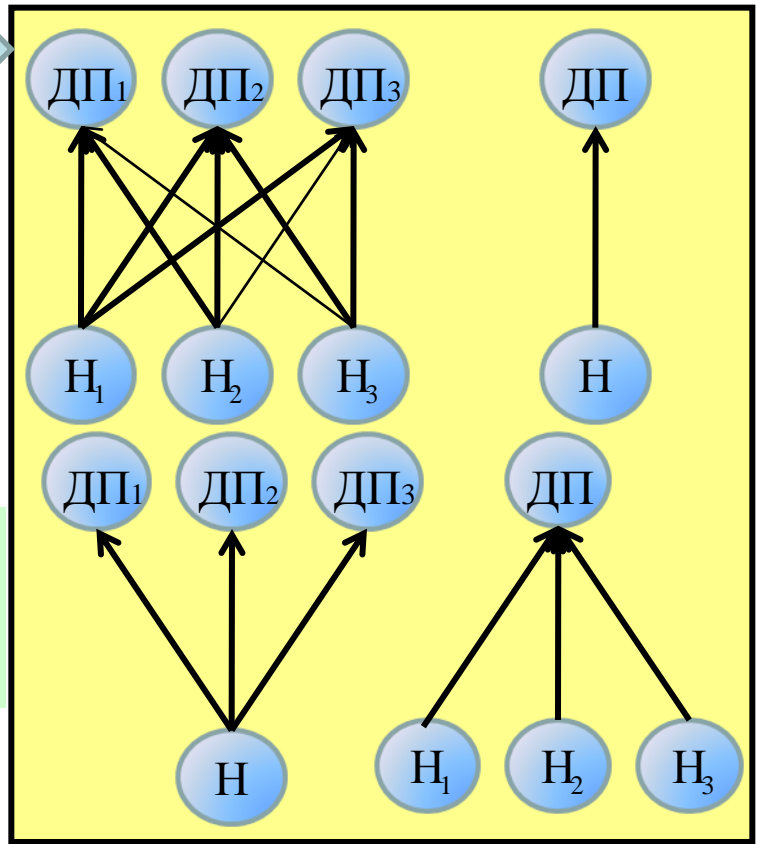
**MCSN** - несправні, дієздатні.



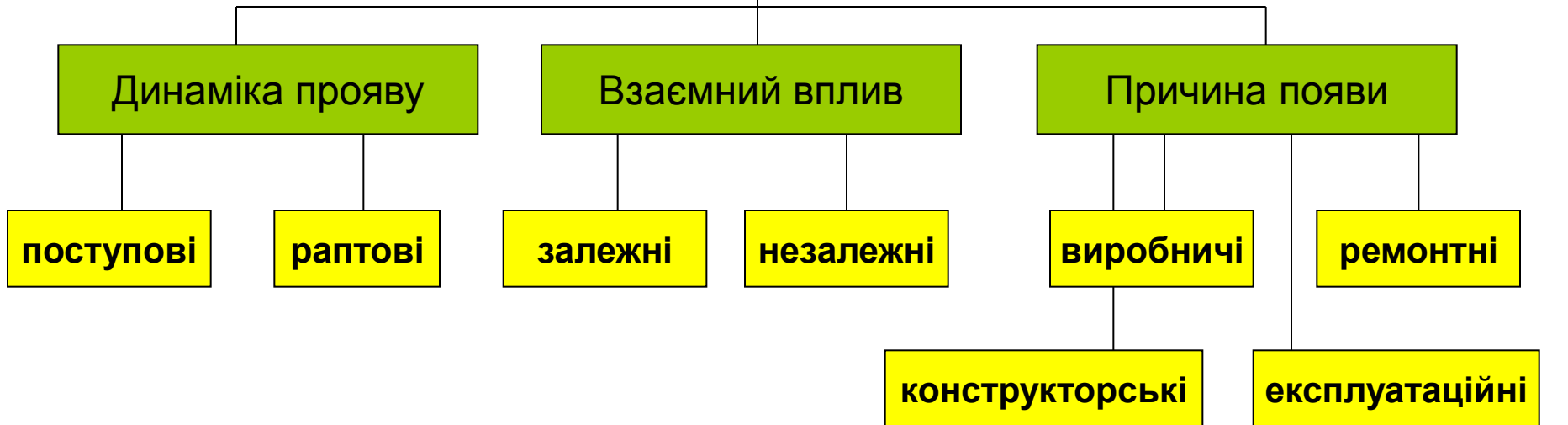


### Критерії вибору ДП

бієктивне  
 строго не функціональне  
 загального вигляду  
 строго неінєктивне



### Класифікація відмов





## Діагностичні параметри електричних систем

**Постійних параметрів** - напруга, струм, опір  
омметри, вольтметри амперметри постійного струму.

**Діючих значень** - напруга, струм, опір  
амперметри, вольтметри вимірювальні мости змінного струму.

**Часові** - період, частота, тривалість імпульсів та їх шпаруватість.  
частотоміри, осцилографи.

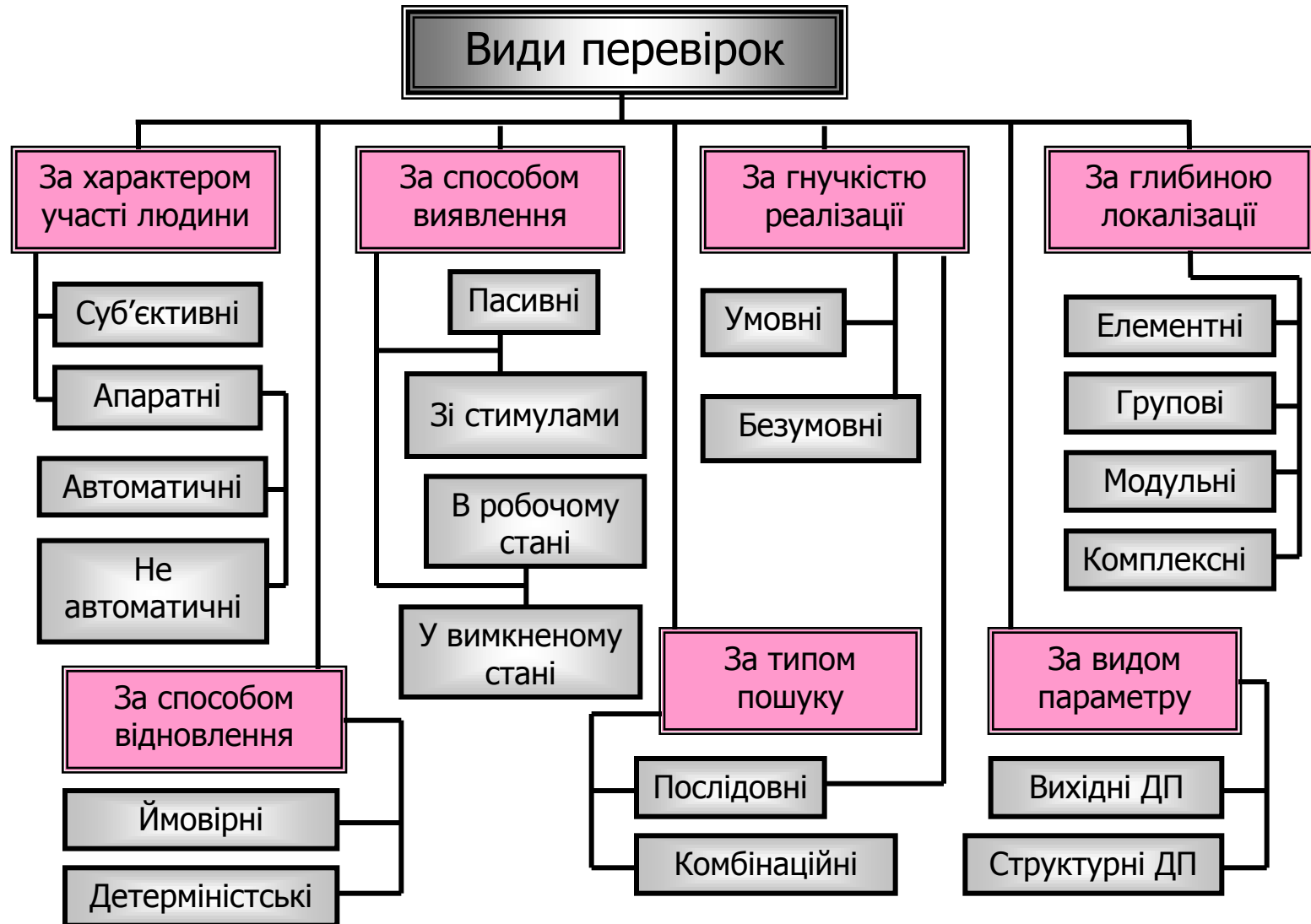
**Форми** - амплітуда, крутизна, нерівність вершини імпульсу  
Осцилографи.

**Викривлень** - нелінійні, фазні, частотні  
Осцилографи, вимірювачі АЧХ, аналізатори спектру.

**Відносні** - коефіцієнт підсилювання, відношення сигнал-шум

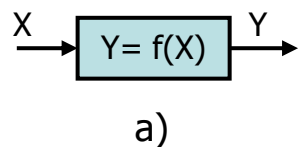
# 1.1.3. Види та способи перевірок технічних систем

## Класифікація перевірок технічних систем

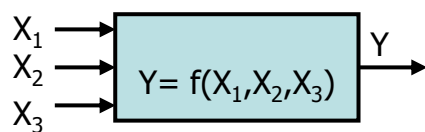


## 1.2.1 Побудування та аналіз функціональної діагностичної моделі

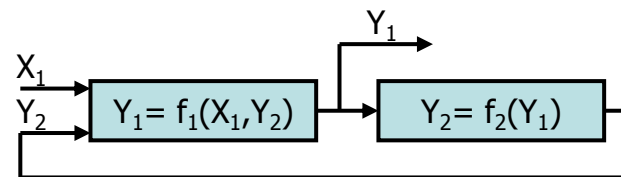
**Діагностична модель (функціональна, дискретна, цифрова)** – абстрактна форма надання **ОД > ДТ+АД** на підставі ознаки розрізняювальності станів



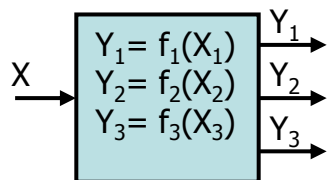
а)



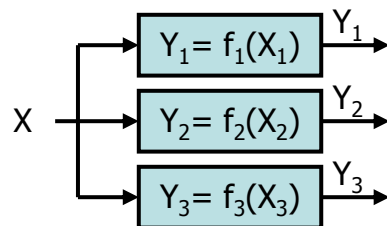
б)



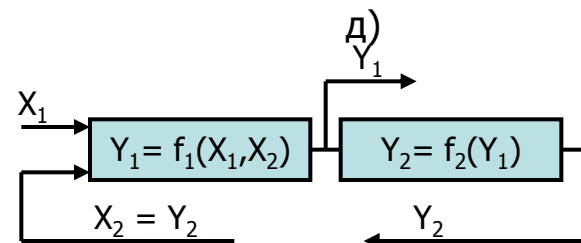
е)



в)



г)

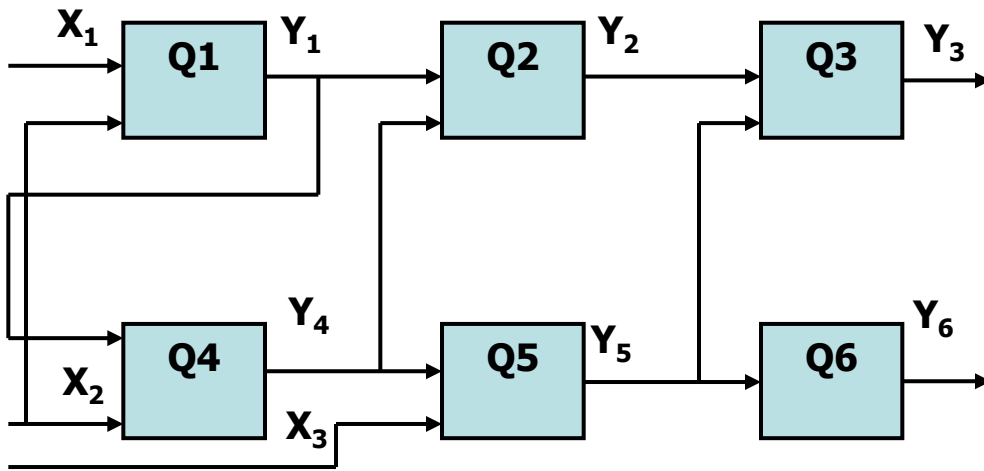


**Умови побудування функціональної діагностичної моделі** (блочної структури).

1. Перелічити можливі стани.
2. Вказати  $X_i$  до  $Q_i$  для  $Y_i$ .
3. Задати схему об'єкта.

- а) простий функціональний блок;  
 б) багатопараметричний функціональний блок;  
 в, г) багатфункціональний блок;  
 д, е) модель із зворотним зв'язком

## Аналіз функціональної діагностичної моделі



Таблиця несправностей

Стан и $S_i$	$\Pi_j$					
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$
$S_0$	1	1	1	1	1	1
$S_1$	0	0	0	0	0	0
$S_2$	1	0	0	1	1	1
$S_3$	1	1	0	1	1	1
$S_4$	1	0	0	0	0	0
$S_5$	1	1	0	1	0	0
$S_6$	1	1	1	1	1	0

$$Y_1 = X_1 \cdot X_2 \cdot Q_1$$

$$Y_2 = Y_1 \cdot Y_4 \cdot Q_2$$

$$Y_3 = Y_2 \cdot Y_5 \cdot Q_3$$

$$Y_4 = X_2 \cdot Y_1 \cdot Q_4$$

$$Y_6 = Y_5 \cdot Q_6$$

$$Y_5 = Y_4 \cdot X_3 \cdot Q_5$$

$$Y_1 = X_1 \cdot X_2 \cdot Q_1$$

$$Y_2 = X_1 \cdot X_2 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_4$$

$$Y_3 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot Q_4 \cdot Q_5$$

$$Y_4 = X_1 \cdot X_2 \cdot Q_1 \cdot Q_4$$

$$Y_5 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot Q_1 \cdot Q_4 \cdot Q_5$$

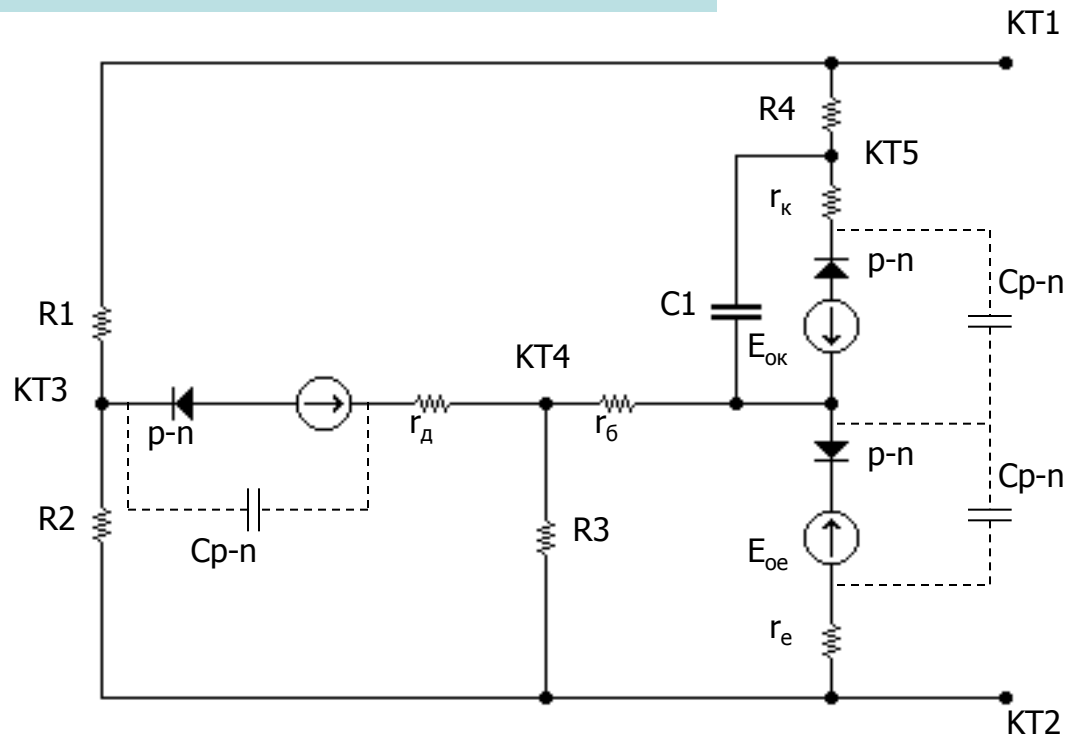
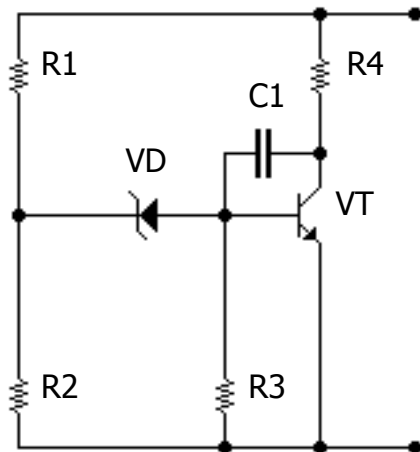
$$Y_6 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot Q_1 \cdot Q_4 \cdot Q_5 \cdot Q_6$$

## 1.2.2 Побудування та аналіз дискретної діагностичної моделі

**Дискретна діагностична модель** – електрична схемою на дискретних елементах

### Умови побудування дискретної діагностичної моделі

- 1.Задати діагностичний параметр.
- 2.Створити схему моделі.
- 3.Перерахувати можливі стани елементів схеми.
- 4.Вказати номінальні значення ДП.
- 5.Вказати на моделі точки контролю ДП.

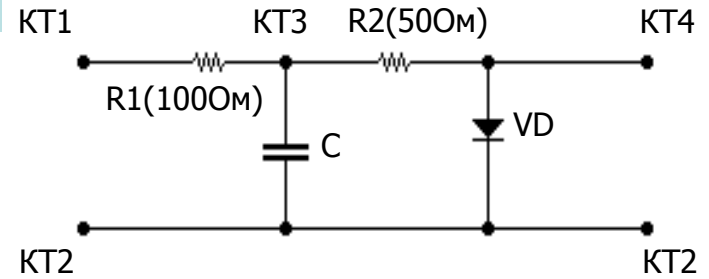


# Аналіз дискретної діагностичної моделі

## Технічні стани

- S0 – схема справна;
- S1 – пробитий діод VD;
- S2 – діод VD в обриві;
- S3 – пробитий конденсатор C;
- S4 – пробитий резистор R1;
- S5 – резистор R1 в обриві;

**R" +", "-"**



## Таблиця опорів

Стани $S_i$	$R_{ij}$											
	$R_{12}$	$R_{21}$	$R_{13}$	$R_{31}$	$R_{14}$	$R_{41}$	$R_{23}$	$R_{32}$	$R_{24}$	$R_{42}$	$R_{34}$	$R_{43}$
S0	150	$\infty$	100	100	150	150	$\infty$	50	$\infty$	0	50	50
S1	150	150	100	100	150	150	50	50	0	0	50	50
S2	$\infty$	$\infty$	100	100	150	150	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	50	50
S3	100	100	100	100	150	150	0	0	50	0	50	50
S4	50	$\infty$	0	0	50	50	$\infty$	50	$\infty$	0	50	50
S5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	50	$\infty$	0	50	50

## Розрізняль-ність станів

## Бінарна таблиця несправностей

- 1- позитивний результат
- 0 - негативний результат

Стани $S_i$	$R_{ij}$											
	$R_{12}$	$R_{21}$	$R_{13}$	$R_{31}$	$R_{14}$	$R_{41}$	$R_{23}$	$R_{32}$	$R_{24}$	$R_{42}$	$R_{34}$	$R_{43}$
S0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
S2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
S3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
S4	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
S5	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

## Нерозрізняль-ність станів

## 1.2.3 Способи розв'язання нерозрізнювальності станів

Метод квантування параметра за допустимими значеннями  
Метод негативної перевірки

Допустимі значення опорів схеми у справному стані

	$R_{ij}$											
	$R_{12}$	$R_{21}$	$R_{13}$	$R_{31}$	$R_{14}$	$R_{41}$	$R_{23}$	$R_{32}$	$R_{24}$	$R_{42}$	$R_{34}$	$R_{43}$
$R_{ном}$	150	$\infty$	100	100	150	150	$\infty$	50	$\infty$	0	50	50
$R_{max}$	165	$\infty$	110	110	165	165	$\infty$	55	$\infty$	5	55	55
$R_{min}$	135	165	90	90	135	135	165	45	165	0	45	45

Двосторонні обмеження

П1 –  $R_{12} > 135$ ; П8 –  $R_{23} > 165$ ;  
П2 –  $R_{12} < 165$ ; П9 –  $R_{32} > 45$ ;  
П3 –  $R_{21} > 165$ ; П10 –  $R_{32} > 55$ ;  
П4 –  $R_{13} > 90$ ; П11 –  $R_{24} > 165$ ;  
П5 –  $R_{13} < 110$ ; П12 –  $R_{42} < 5$ ;  
П6 –  $R_{14} > 135$ ; П13 –  $R_{34} > 45$ ;  
П7 –  $R_{14} < 165$ ; П14 –  $R_{34} < 55$ .

Скорочення таблиці несправностей

Стани $S_i$	П <sub>j</sub>													
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12	П13	П14
$S_0$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$S_1$	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
$S_2$	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
$S_3$	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
$S_4$	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$S_5$	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1

## Вихідна ТН (таблиця опорів)

Стани $S_i$	$R_{ij}$											
	$R_{12}$	$R_{21}$	$R_{13}$	$R_{31}$	$R_{14}$	$R_{41}$	$R_{23}$	$R_{32}$	$R_{24}$	$R_{42}$	$R_{34}$	$R_{43}$
$S_0$	150	$\infty$	100	100	150	150	$\infty$	50	$\infty$	0	50	50
$S_1$	150	150	100	100	150	150	50	50	0	0	50	50
$S_2$	$\infty$	$\infty$	100	100	150	150	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	50	50
$S_3$	100	100	100	100	150	150	0	0	50	0	50	50
$S_4$	50	$\infty$	0	0	50	50	$\infty$	50	$\infty$	0	50	50
$S_5$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	50	$\infty$	0	50	50

### Скорочена ТН після усунення нерозрізнювальності станів

Стани $S_i$	$\Pi_j$						
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_9$	$\Pi_{10}$
$S_0$	1	1	1	1	1	1	1
$S_1$	1	1	0	1	1	1	1
$S_2$	1	0	1	1	1	1	0
$S_3$	0	1	0	1	1	0	1
$S_4$	0	1	1	0	1	1	1
$S_5$	1	0	1	1	0	1	1

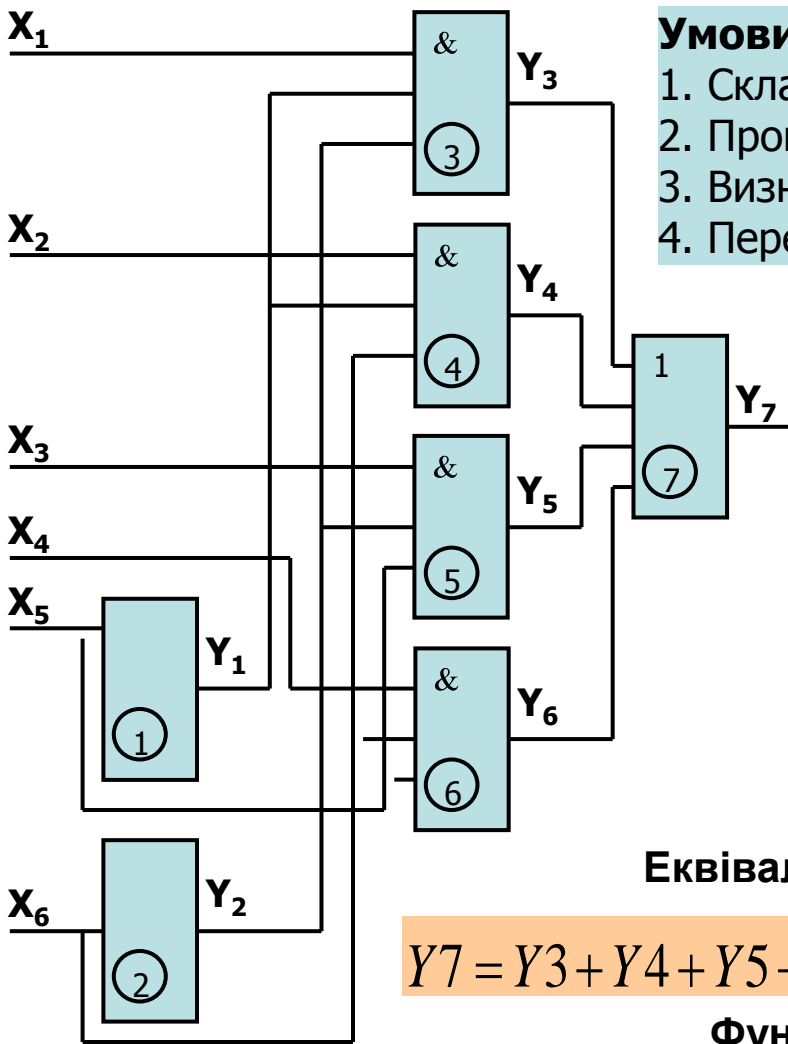
### ТН перетворена за методом негативної перевірки

Стани $S_i$	$R_{ij}$				
	$R_{12} = 50$	$R_{21} = \infty$	$R_{13} = 100$	$R_{32} = 50$	$R_{42} = 0$
$S_0$	0	1	1	1	1
$S_1$	0	0	1	1	1
$S_2$	0	1	1	0	0
$S_3$	0	0	1	0	1
$S_4$	1	1	0	1	1
$S_5$	0	1	0	1	1



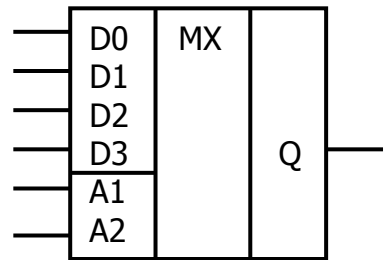
# 1.2.4 Особливості побудування цифрових діагностичних моделей

**Цифрова діагностична модель** – електрична схема на логічних елементах.



**Умови побудування цифрової діагностичної моделі**

1. Скласти схему моделі.
2. Пронумерувати позиції логічних елементів.
3. Визначити вхідні та вихідні виводи пристрою на ДМ.
4. Перерахувати можливі несправності у вигляді їх прояву.



Код адреси		Адреса Y7
X5	X6	
0	0	X1
0	1	X2
1	0	X3
1	1	X4

**Еквівалентна нормальна форма (ЕНФ)**

$$Y7 = Y3 + Y4 + Y5 + Y6 = X1\bar{X}5\bar{X}6 + X2\bar{X}5\bar{X}6 + X3\bar{X}6X5 + X4X5X6$$

**Функціональна прив'язка**

$$Y7 = X1_{3,7} \bar{X}5_{1,3,7} \bar{X}6_{2,3,7} + X2_{4,7} \bar{X}5_{1,4,7} \bar{X}6_{4,7} + X3_{5,7} \bar{X}6_{2,5,7} X5_{5,7} + X4_{6,7} X5_{6,7} X6_{6,7}$$

# Тема 1.3

## 1.3.1. Формування таблиці покриттів та її властивості

Таблиця несправностей

Стан $S_i$	$\Pi_j$					
	П1	П2	П3	П4	П5	П6
S0	1	1	1	1	1	1
S1	0	0	0	0	0	0
S2	1	0	0	1	1	1
S3	1	1	0	1	1	1
S4	1	0	0	0	0	0
S5	1	1	0	1	0	0
S6	1	1	1	1	1	0

Діагностичні тести

- П1,П2,П3,П4,П5 -  $\sum C_j=16, m=5$  – елементарний
- П1,П2,П3,П6 -  $\sum C_j=12, m=4$  – ОДТ, МДТ
- П1,П2,П5,П6 -  $\sum C_j=14, m=4$  – МДТ
- П1,П2,П3,П5 -  $\sum C_j=13, m=4$  – МДТ
- П1,П2,П4,П5,П6 -  $\sum C_j=17, m=5$  – елементарний

Функція таблиці покриттів

$$f_{\Pi} = (П1+П4+П5+П6) \cdot (П1+П2+П4+П5+П6) \cdot П1 \cdot (П1+П2+П4) \cdot (П2+П5+П6) \cdot (П1+П2+П3+П4+П5) \cdot П2 \cdot (П4+П5+П6) \cdot (П2+П3+П6) \cdot (П2+П4+П5+П6) \cdot (П5+П6) \cdot (П3+П6) \cdot (П2+П4) \cdot (П3+П5) \cdot (П2+П3+П4+П5).$$

Таблиця покриттів

$U_e$	$S_i, S_k$	$\Pi_j$						п.п
		П1	П2	П3	П4	П5	П6	
U1	S1, S2	1			1	1	1	3
U2	S1, S3	1	1		1	1	1	3
U3	S1, S4	1						1
U4	S1, S5	1	1		1			4
U5	S1, S6	1	1	1	1	1		2
U6	S2, S3		1					1
U7	S2, S4				1	1	1	3
U8	S2, S5		1			1	1	3
U9	S2, S6		1	1			1	5
U10	S3, S4		1		1	1	1	3
U11	S3, S5					1	1	3
U12	S3, S6			1			1	5
U13	S4, S5		1		1			4
U14	S4, S6		1	1	1	1		2
U15	S5, S6			1		1		2
$C_j$		2	1	4	3	6	5	21

## Теорема булевої алгебри

Закони: комутативний, асоціативний, дистрибутивний, поглинання, склеювання, інверсії

$$XX=X$$

$$X(X+Y)=X+XY=X$$

$$X+Y Z=XZ+YZ$$

$$X+Y(X+Z)=X+YZ$$

$$XY+X\bar{Y}=X$$

$$\overline{XY}=\bar{X}+\bar{Y}$$

Таблиця істинності

X	Y	Z	X*X	X(X+Y)	X+XY	(X+Y)Z	XZ+YZ	(X+Y)(X+Z)	X+YZ	XY+XY	XY	X+Y
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1

$$f_{\text{тн}}=p_1p_2p_3p_4p_5+p_1p_2p_3p_6+p_1p_2p_5p_6+p_1p_2p_3p_5+\dots+p_1p_2p_4p_5p_6.$$

### 1.3.2. Визначення МДТ методом скороченого перебору

$A_1(0,0,1,1) < B_1(0,1,1,1)$

– порівнювані масиви

$A_2(1,0,0,1)$  та  $B_2(0,1,1,1)$

– непорівнювані масиви

1. Рядки  $A_1 < B_1$  –  $B_1$  поглинається

2. Стовці  $A_1 < B_1$  –  $A_1$  поглинається

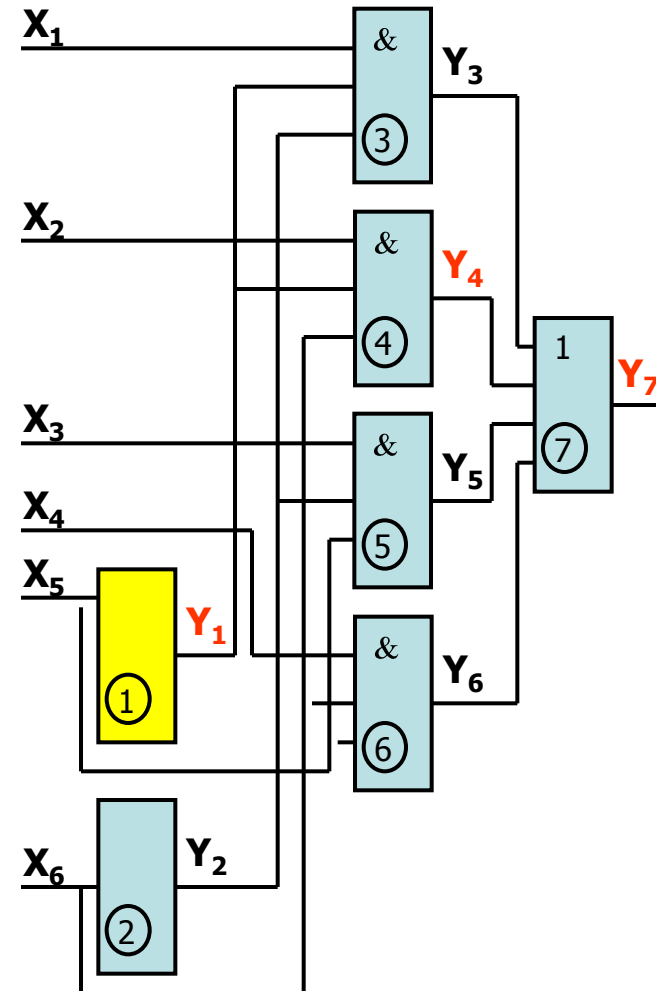
3. Рядок з однією «1» в  $P_j$  додається до ДТ

4. Порожній стовець - викреслюється

### 1.3.3. Визначення ДТ методом ЕНФ

- 1.Схему представляють аналітичним логічним виразом у вигляді ЕНФ.
- 2.Задають несправність у формі її прояву.
- 3.Визначають маршрут на якому виникає несправність.
- 4.Знаходять змінну ЕНФ (вхідний параметр), на маршруті несправності.
- 5.Обраній змінній надають значення, при якому виявляється несправність.
- 6.Забезпечують умову сутності обраного маршруту.
- 7.Задають вхідні змінні та визначають значення вихідної функції моделі.

1. Вираз ЕНФ
2. «НІ» з індексом «1» у вигляді сигналу  $Y_1 = \text{«1»}$ .
3. Маршрут від  $X_5$  до  $Y_7$  (137) або (147).
4. На маршруті 147 змінна  $X_5$  у другому термі.
5. Задаємо  $X_5=1$ , при якому  $Y_1=1$ .
6. Приймаємо у другому термі  $X_2, X_6=1$  та в інших термах  $X_1, X_3, X_4=0$ .
7. Функція справного пристрою:  $Y_7 = 0 \cdot 0 \cdot 0 + 1 \cdot 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 \cdot 1 = 0$ .  
Для несправного стану ( $X_5=0$ ):  $Y_7 = 0 \cdot 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 \cdot 1 = 1$ .



$$Y_7 = X_{1,3,7} \overline{X_{5,1,3,7}} \overline{X_{6,2,3,7}} + X_{2,4,7} \overline{X_{5,1,4,7}} X_{6,4,7} + X_{3,5,7} \overline{X_{6,2,5,7}} X_{5,5,7} + X_{4,6,7} X_{5,6,7} X_{6,6,7}$$

## Формування цифрових діагностичних тестів

$$Y7 = X1_{3,7} \overline{X5}_{1,3,7} \overline{X6}_{2,3,7} + X2_{4,7} \overline{X5}_{1,4,7} X6_{4,7} + X3_{5,7} \overline{X6}_{2,5,7} X5_{5,7} + X4_{6,7} X5_{6,7} X6_{6,7}$$

$Y7=000+101+001+011=0$	$Y7=000+111+001+011=1$
$Y7=000+101+101+011=0$	$Y7=000+111+101+011=1$
$Y7=100+101+001+011=0$	$Y7=100+111+001+011=1$
$Y7=100+101+101+011=0$	$Y7=100+111+101+011=1$
$Y7=101+001+000+010=0$	$Y7=111+011+001+010=1$
$Y7=101+101+000+010=0$	$Y7=111+111+001+010=1$
$Y7=101+001+000+110=0$	$Y7=111+011+001+010=1$
$Y7=101+101+000+110=0$	$Y7=111+111+001+010=1$

### Пакет діагностичних тестів

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y7	Y7	Маршрут
0	1	0	0	1	1	1	0	1, 4, 7
0	1	1	0	1	1	1	0	1, 4, 7
1	1	0	0	1	1	1	0	1, 4, 7
1	1	1	0	1	1	1	0	1, 4, 7
1	0	0	0	1	0	1	0	1, 3, 7
1	1	0	0	1	0	1	0	1, 3, 7
1	0	0	1	1	0	1	0	1, 3, 7
1	1	0	1	1	0	1	0	1, 3, 7

### Діагностичні тести цифрової ДМ

	Xj						Y	Y
	X1	X2	X3	X4	X5	X6		
Y1=1	0	1	0	0	1	1	1	0
Y2=1	0	0	1	0	1	1	1	0
Y3=1	0	1	1	1	0	0	1	0
Y4=1	1	0	1	1	0	1	1	0
Y5=1	1	1	0	1	1	0	1	0
Y6=1	1	1	1	0	1	1	1	0
Y7=1	1	1	0	1	1	0	1	0

### 1.3.4. Побудування алгоритмів діагностування з використанням функцій переваги

**Функція переваги**  
(критерії оптимізації)

$$F = \frac{f_1 \ddot{I}_j}{f_2 \ddot{I}_j}$$

**Вартість алгоритму**  
(умовні витрати на локалізацію однієї несправності)

$$\hat{A}_{\Delta\Delta} = \sum_{i=1}^N C_{Si} \cdot P_i$$

$$F_1 = \frac{1}{c_j}$$

$$F_2 = \frac{1}{l_j}$$

$$F_3 = \frac{1}{p_j}$$

$$F_{3,1,2} = \frac{1}{p_j \cdot c_j \cdot l_j}$$

$$F_4 = \frac{P_i}{c_j}$$

$$F_5 = \frac{P_i}{c_j(1 - P_i)}$$

$C_j$  – вартість  $j$ -тої перевірки  
 $P_i$  – ймовірність  $i$ -го технічного стану  
 $l_j = |n_{1j} - n_{0j}|$  – інформаційний показник  
 $p_j = |P_{1i} - P_{0i}|$  – ймовірносний показник

$N$  – кількість технічних станів ОД  
 $C_{Si}$  – сума вартостей елементарних перевірок, по локалізації несправності за станом  $S_i$   
 $P_i$  – ймовірність  $i$ -го технічному стану.

1. ТН в обсязі ДТ.
2. Розподіл ймовірностей  $P_i$ .
3. Вартості перевірок  $C_j$ .
4. Функцію переваги  $F$ .

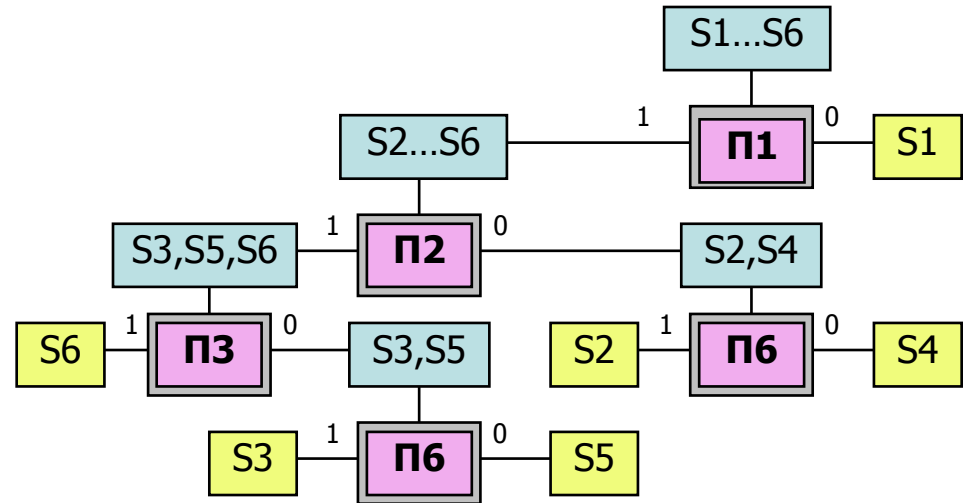
1. Обирається перевірка, для якої  $F$  - екстремальна.
2. Множина станів розбивається на дві підмножини. з позитивними результатами «1» та негативними «0».

# Порівняльний аналіз алгоритмів діагностування

## ТН в обсязі ДТ

$S_i$	$\Pi_j$				$P_i$
	П1	П2	П3	П6	
$S_1$	0	0	0	0	0.08
$S_2$	1	0	0	1	0.2
$S_3$	1	1	0	1	0.3
$S_4$	1	0	0	0	0.15
$S_5$	1	1	0	0	0.25
$S_6$	1	1	1	0	0.02
$C_j$	1	2	3	4	$\sum P_i=1$
$l_j$	4	0	4	2	
$p_j$	0.84	0.14	0.96	0	

## АД оптимізований за вартістю



## вартості виділення кожного технічного стану

$$CS_1=C_1=1;$$

$$CS_2, CS_4=C_1+C_2+C_6=1+2+4=7;$$

$$CS_3, CS_5= C_1+C_2+C_3+C_6=1+2+3+4=10;$$

$$CS_6= C_1+C_2+C_3=1+2+3=6.$$

$$l_j=|n_{1j}-n_{0j}|$$

$$p_j=|P_{1i}-P_{0i}|$$

$$\hat{A}_{\Delta\Delta} = \sum_{i=1}^N C_{S_i} \cdot P_i$$

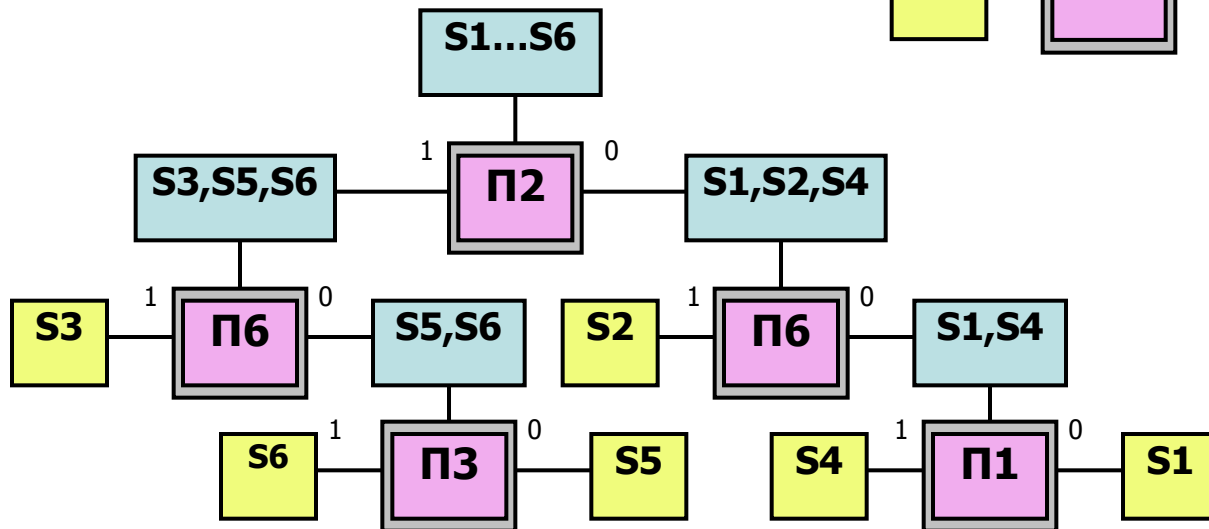
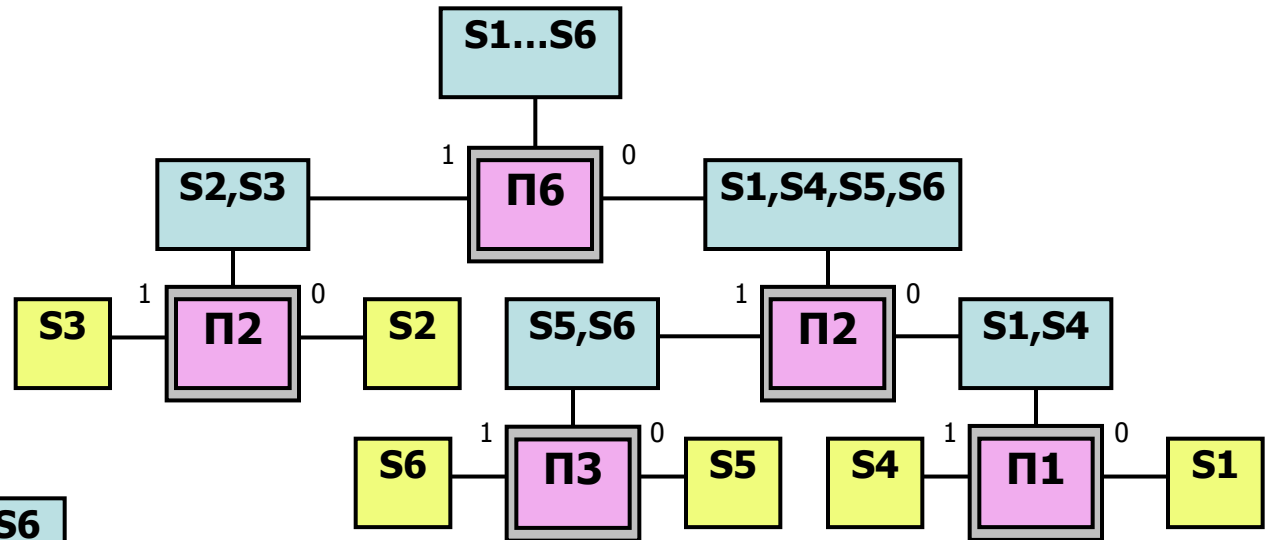
## Умовна ціна АД оптимізованого за вартістю

$$\Pi_1= CS_1 \cdot P_1+ CS_2 \cdot P_2+ CS_3 \cdot P_3+ CS_4 \cdot P_4+ CS_5 \cdot P_5+ CS_6 \cdot P_6 =$$

$$1 \cdot 0,08+7 \cdot 0,2+10 \cdot 0,3 + 7 \cdot 0,15+10 \cdot 0,25+6 \cdot 0,02=8,15$$

**АД, оптимізований за інформативністю**

**АД, оптимізований за результативністю**



Ц<sub>3</sub>=7,04.

$$Ц_2 = 7 \cdot 0,08 + 6 \cdot 0,2 + 6 \cdot 0,3 + 7 \cdot 0,15 + 9 \cdot 0,25 + 9 \cdot 0,02 = 7,04;$$