

ДІАГНОСТИКА МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ

**Розділ 1: “Загальні положення та принципи побудування
діагностичних систем”**

Доц. Бороденко Ю.М.

СТРУКТУРА КУРСУ

IX семестр: 36 год Л + 36 год ЛР + КР = Захист КР + Інтегрований іспит

Розділ 1. Загальні положення та принципи побудування діагностичних систем

Розділ 2. Аналіз структури мехатронних систем АТЗ як об'єкту діагностики

Розділ 3. Засоби і методи діагностування мехатронних систем автомобіля

Зміст розділу

Вступ. Структура блоку дисциплін з діагностики та методологія викладання матеріалу

1.1. Система діагностики АТЗ

- 1.1.1. Основні визначення технічної діагностики
- 1.1.2. Місце діагностики в життєвому циклі автомобіля.
- 1.1.3. Особливості будови та діагностики мехатронних систем.

1.2. Принципи побудування діагностичних приладів та систем

- 1.2.1. Класифікаційні ознаки засобів діагностики.
- 1.2.2. Структура діагностичних систем.
- 1.2.3. Електричні способи діагностики механічних систем АТЗ.
- 1.2.4. Способи діагностики електричних систем АТЗ.

Вступ. Структура блоку дисциплін з діагностики та методологія викладання матеріалу



Тема 1.1 Система діагностики АТЗ

1.1.1. Основні визначення технічної діагностики

Предмет наук дисципліни **Техн. діагн.** – дослідж методів обробки рез. Контролю з метою визначення виду техн. стану та локалізації несправності.

Технічний стан (ТС) – сукупність властивостей, що змінюються та характеризуються ознаками (якісними або кількісними характеристиками)

Залежно від ознак – **види ТС: Справн/ Несправн, Працездат/Непрацездат, Правильне функціон/ Неправильне функціон.**

Контроль технічного стану - процес визначення виду ТС

Об'єкт контролю – піддається перевірці ТС, **Об'єкт діагностики** – вимогає локалізації Н

Об'єкт діагностування (ОД) – (система, пристрій, агрегат) $> 2c+2e \times ne$

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

Операції перевірки (ОП) – дії по проведенню перевірки

Перевірка (П) = \in ОП

Діагностичний тест (ДТ) = \in П (МДТ, ОДТ)

Діагностичний параметр (ДП) – апаратна оцінка (величина неявно хар-зує 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.

Відмова - перехід з Працездат в Непрацездат (динаміка, залежність, причини),

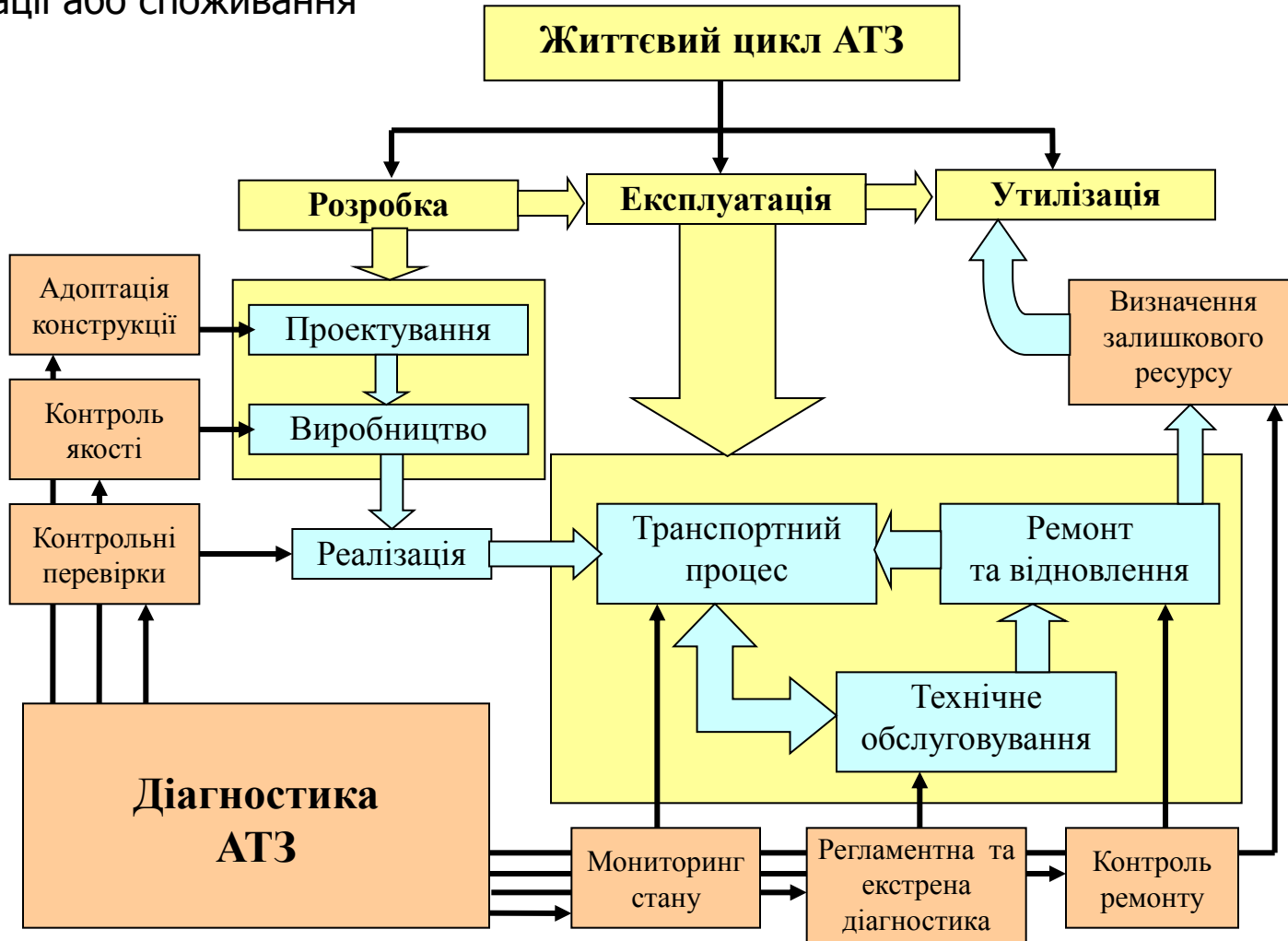
Збій (час існування відмови менше ніж локалізації несправності)

Контроль (перевірки, моніторинг) – чи потрібна діагностика ?

Діагностування (перевірки, моніторинг) – процес пошуку несправності з метою локалізувати несправний елемент (місце пошкодження) та з'ясувати причини несправності (які потрібні технічні втручання ?)

1.1.2. Місце діагностики в життєвому циклі автомобіля

Життєвий цикл продукції – сукупність взаємопов'язаних процесів створення та послідовної зміни стану продукції від формування вихідних вимог до неї до закінчення її експлуатації або споживання



Структура системи діагностики в життєвому циклі АТЗ

Перший аспект ТД (дослідження ОД)

- 1 Улаштування та 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

Задачі діагноста СК:

1. Ідентифікація типу СК.
2. Обирання діагностичної документації.
3. Обирання діагностичного обладнання.
4. Проведення операцій діагностики.

Задачі розробника ДС:

1. Аналіз режимних параметрів для СМ.
2. Побудування експертної системи ДП.
3. Інтегрування ДС в СК.

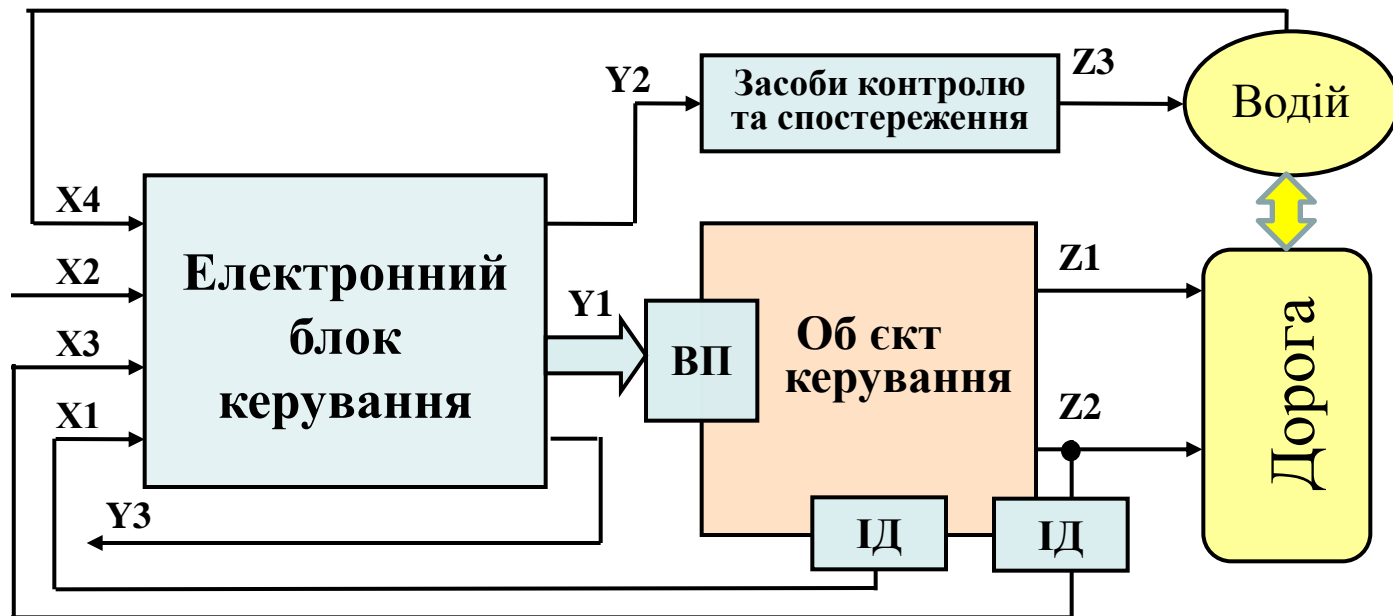
Контроль
Тестування
Діагностика
Моніторинг
Керування

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.

1.1.3. Особливості будови та діагностики мехатронних систем.

Функціональна схема системи "Автомобіль-водій-дорога"



Вхідні сигнали

X1-датчиків структурних параметрів об'єкту керування
X2-не пов'язані з об'єктом керування
X3-датчиків вихідних параметрів об'єкту
X4-від датчиків органів керування

Сигнали керування

Y1-управління виконавчим пристроєм
Y2-інформаційні для контролю
Y3-управління для інших систем

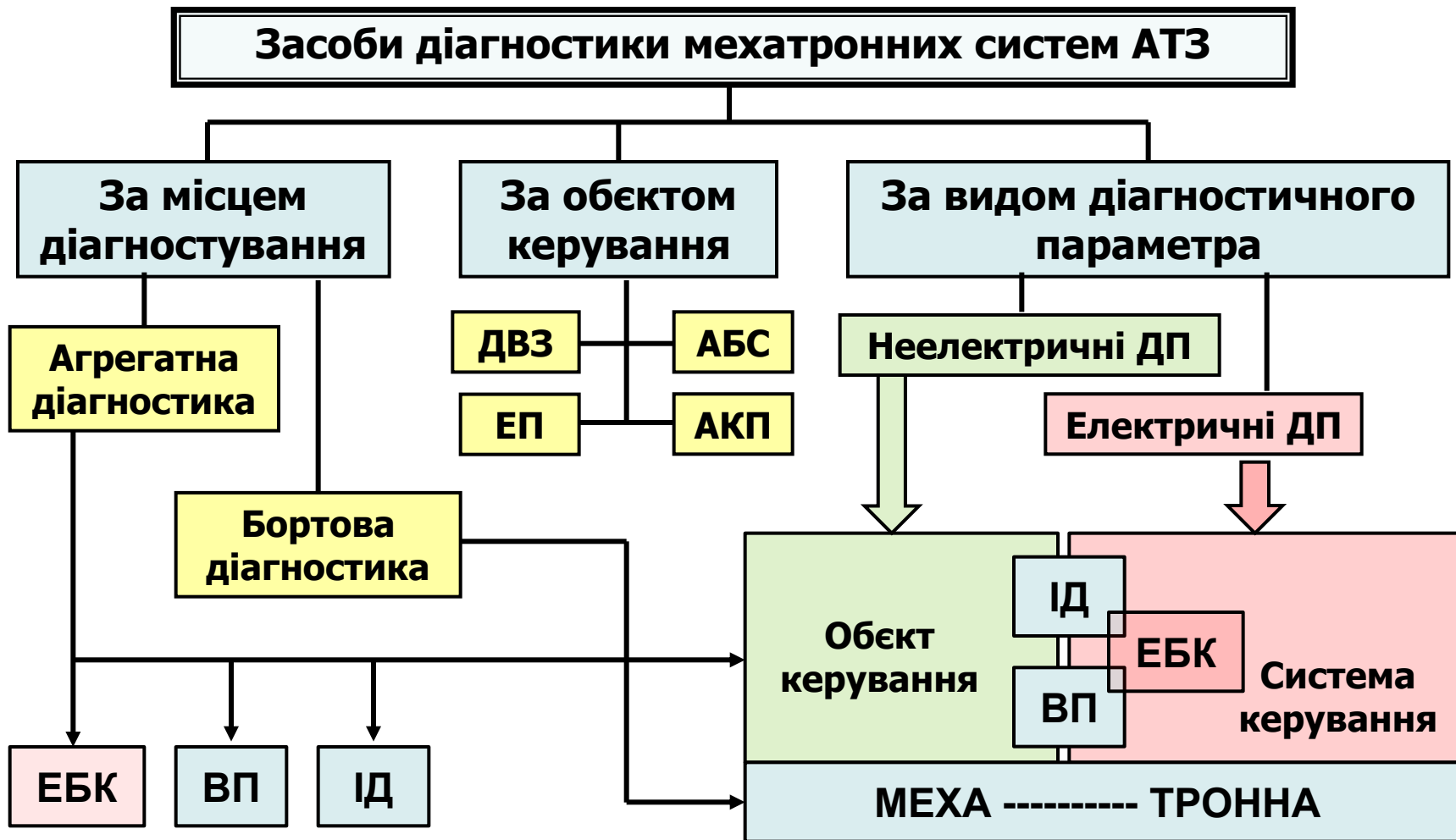
Вихідні сигнали

Z1-вихідний розімкнений.

Z2-вихідний замкнений.

Z3-вихідний контролю

Засоби та об'єкти діагностики мехатронних систем



Електричні параметри: параметри електричних величин (значення напруги, сили струму) сигналів (амплітуда, частота, шпаруватість, тривалість) та електричних кіл (опір, ємність, індуктивність)

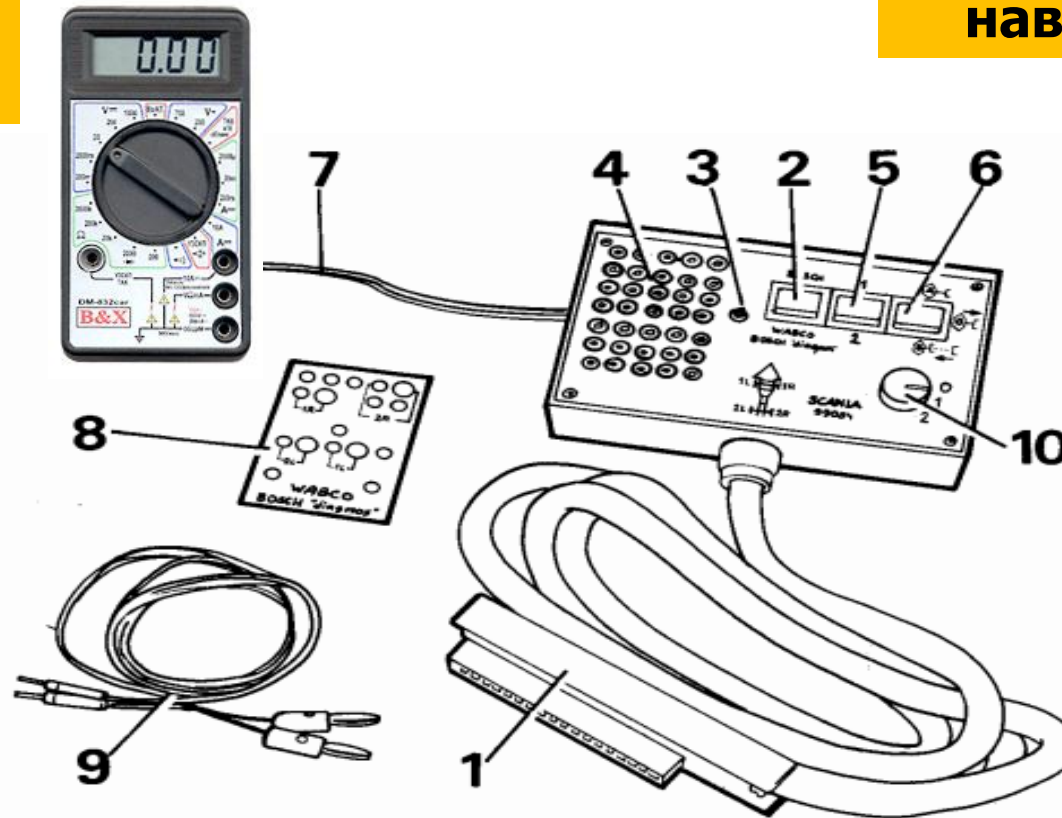
Результатом діагностування за вихідними параметрами (на виході об'єкту керування) або структурними параметрами (на виході системи керування) мехатронної системи є відповідь на питання «хто винен?» механіка або електроніка.

Метод заміщення

Іміттори (стимулятори) сигналів



Емулятори ЕБК

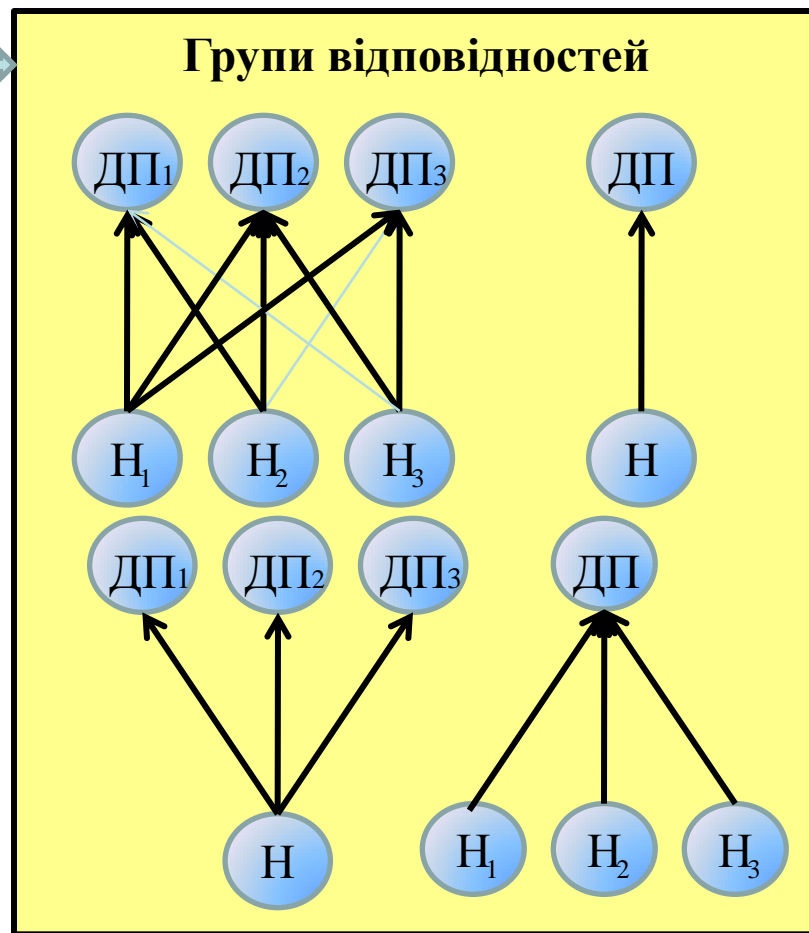
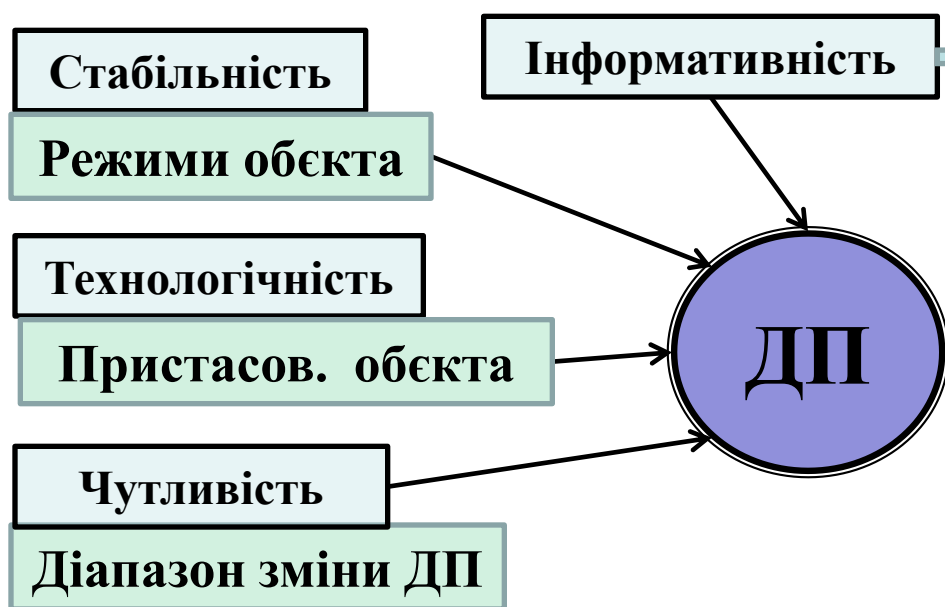


Симулятори навантажень



Контрольно-вимірювальний прилад Scania 99084:
1 – рознімання ЕБК; 2 – системний перемикач; 3 – світло-діод; 4 - точки вимірювання параметрів; 5 - перемикач реле; 6 - перемикач клапана;
7 – вимірювальні кабелі; 8-матриця; 9 – кабелі підключення універсальних вимірювальних приладів;10 – перемикач режиму

1.2. Принципи побудування діагностичних приладів і систем

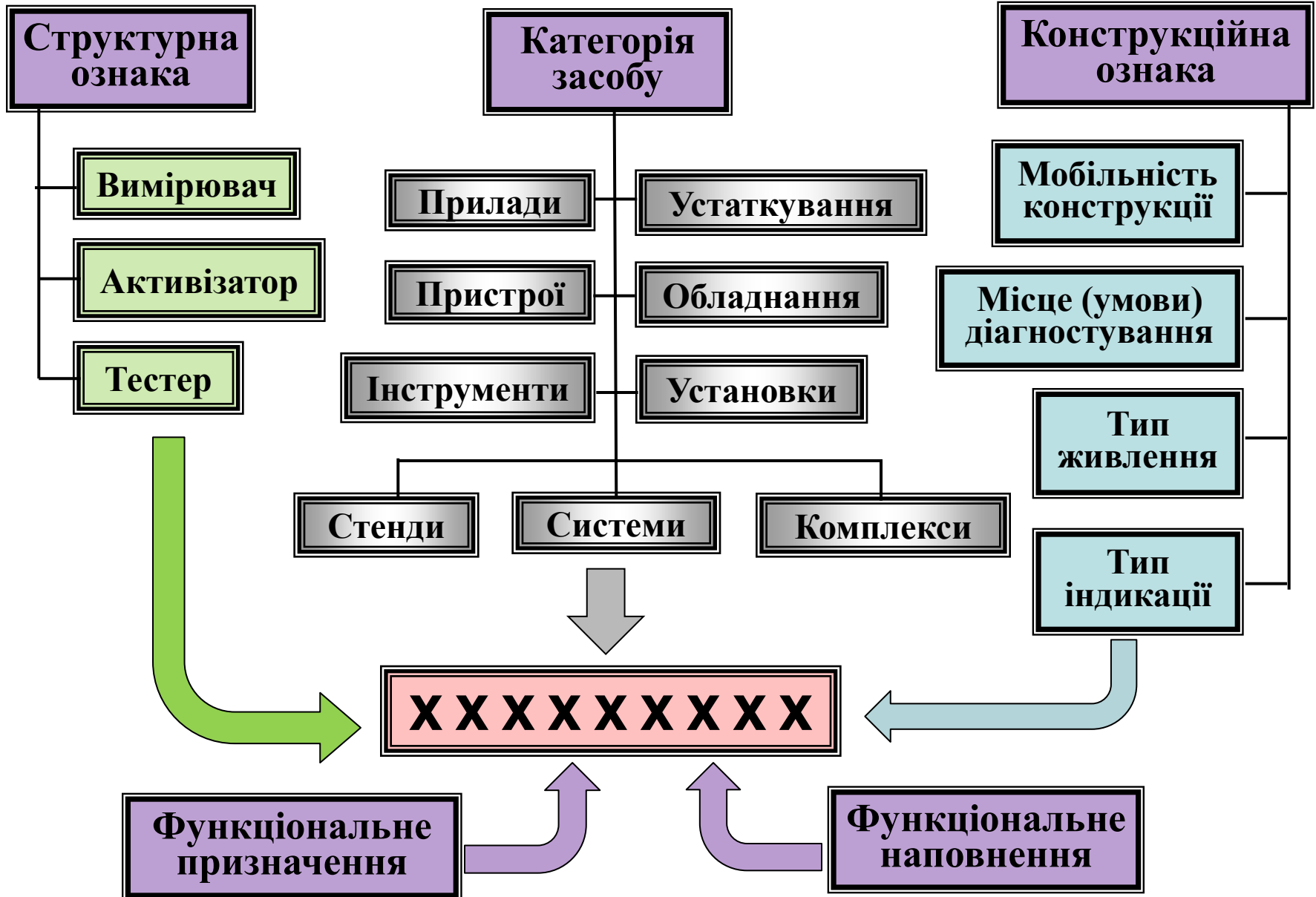


Ел. вимірювання електричних величин
Ел. вимірювання неелектричних величин
Неел. вимірювання неелектричних величин

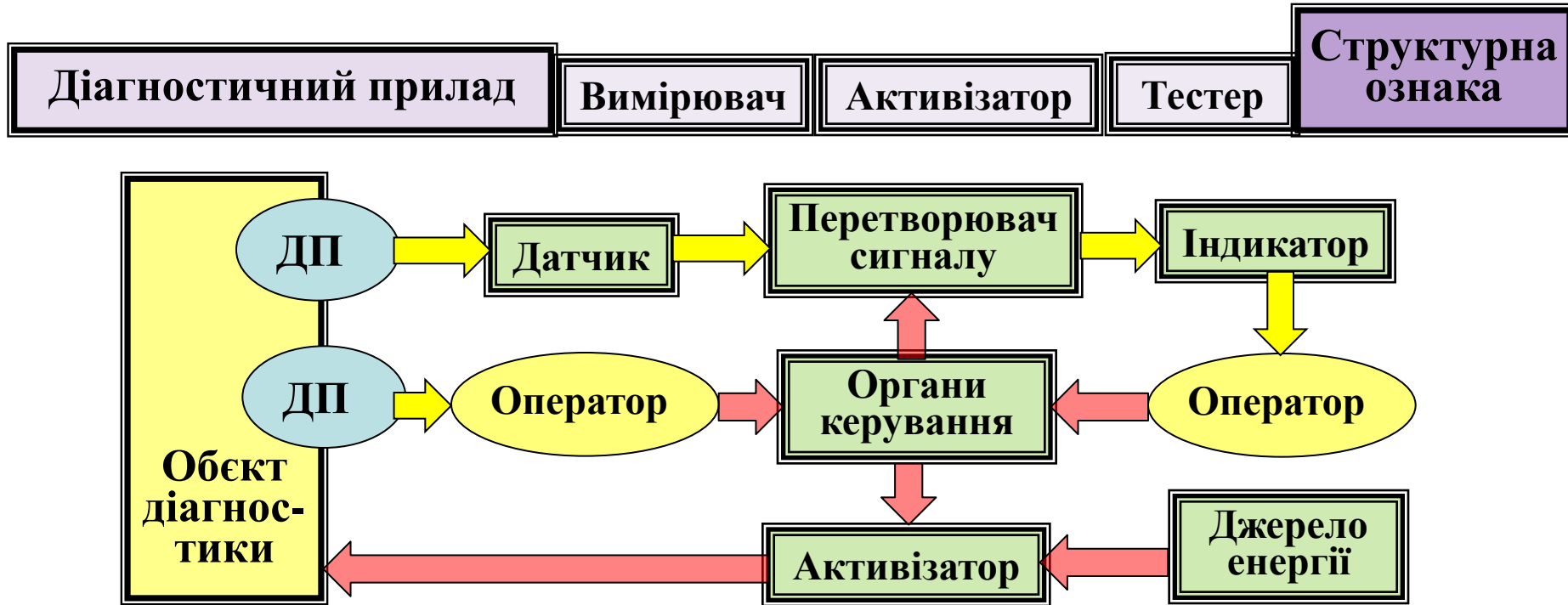
МС АТЗ - комплекс мех. агрегатів (систем) + ел.мех. пристроїв, електричних апаратів, електронних блоків, датчиків та виконавчих пристроїв, поєднаних в електричні системи = Мех. + трон.

ДП електричних сигналів електричних кіл, неелектричних величин

1.2.1. Класифікаційні ознаки засобів діагностики



Визначення діагностичного приладу за структурною ознакою



Вимірювач – діагностичний прилад, в якому інформаційний сигнал про діагностичний параметр формується за рахунок енергії об'єкту діагностики.

Активізатор – діагностичний прилад, в якому діагностичний параметр формується об'єктом діагностики за рахунок впливу джерела енергії діагностичного приладу, а сприйняття (якісна та кількісна оцінка) діагностичного параметра здійснюється суб'єктивно оператором.

Тестер – діагностичний прилад структура якого поєднує елементи (функції) вимірювача та активізатора

Визначення категорій засобів діагностики

Електричний діагностичний прилад – засіб діагностики, в якому вимірювання та реєстрація (індикація) діагностичного параметру (електричного або неелектричного) реалізується електричним способом.

Неелектричний діагностичний прилад – засіб діагностики, в якому вимірювання та реєстрація (індикація) неелектричного діагностичного параметру реалізується неелектричним способом за допомогою неелектричних приладів безпосередньої оцінки.

Діагностичний пристрій – Засіб діагностики, який входить до складу діагностичного приладу (стенду, комплексу), виконує певні функції перетворення, але не має операторської периферії (органів керування та індикаторів).

Діагностичне обладнання – засоби діагностики, які встановлюються на борту транспортного засобу або інтегроване в його агрегати чи системи (входить до складу транспортного засобу).

Діагностичне устаткування – засоби діагностики, які використовуються за межами борту транспортного засобу (не входить до складу транспортного засобу).

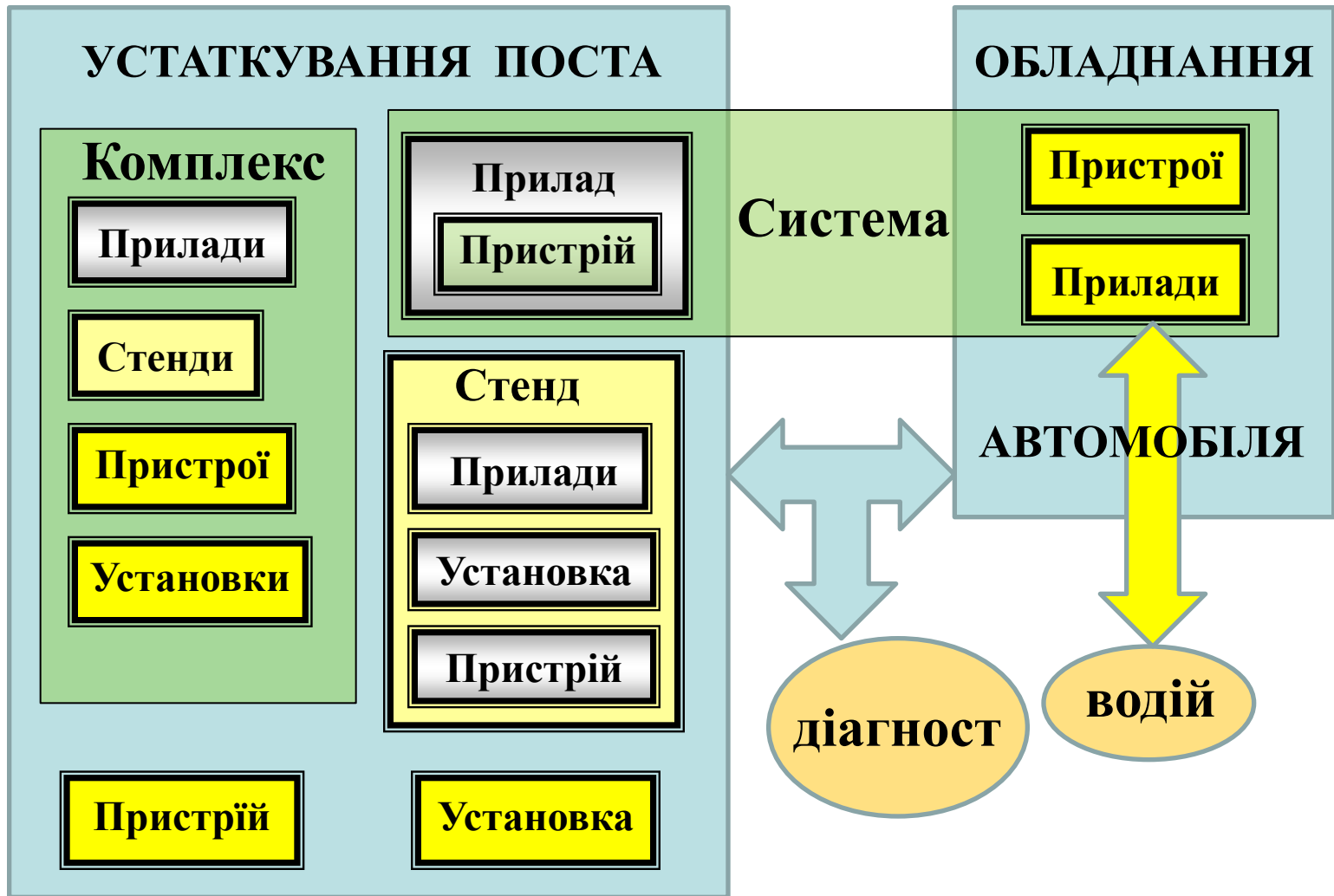
Діагностична установка – засіб діагностики, за допомогою якого активізується (стимулюється) об'єкт діагностики з метою проведення перевірок.

Діагностичний стенд – стаціонарне конструктивне та функціональне поєднання діагностичної установки з діагностичними приладами.

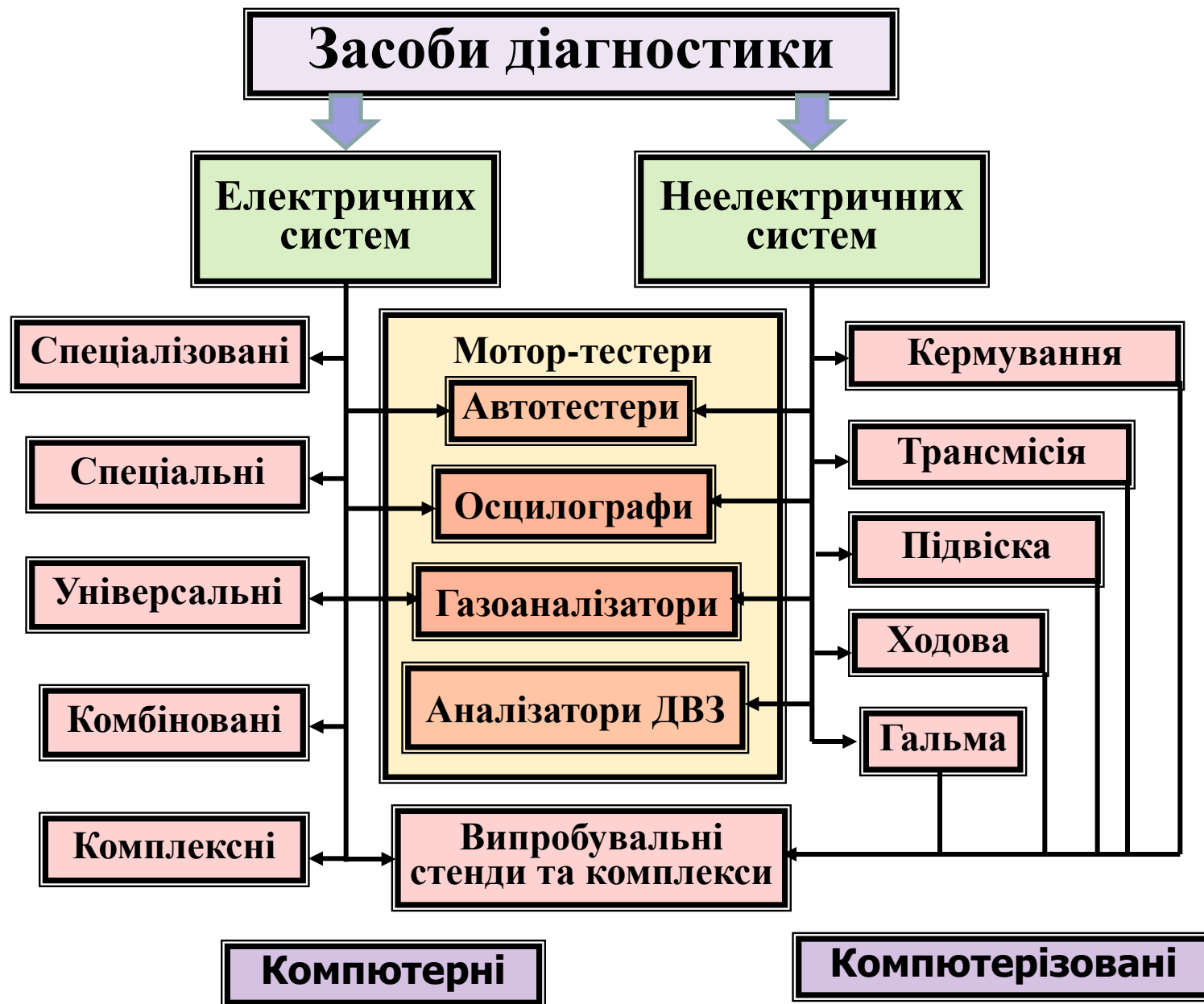
Діагностична система – засіб діагностики в якому реалізоване поєднання діагностичного обладнання та устаткування на функціональному (програмному) та апаратному рівні.

Діагностичний комплекс – функціонально пов'язане діагностичне устаткування до складу якого входять діагностичні стенди та прилади різного призначення. (діагностичні пости, лінії).

Категорійна підпорядкованість засобів діагностики



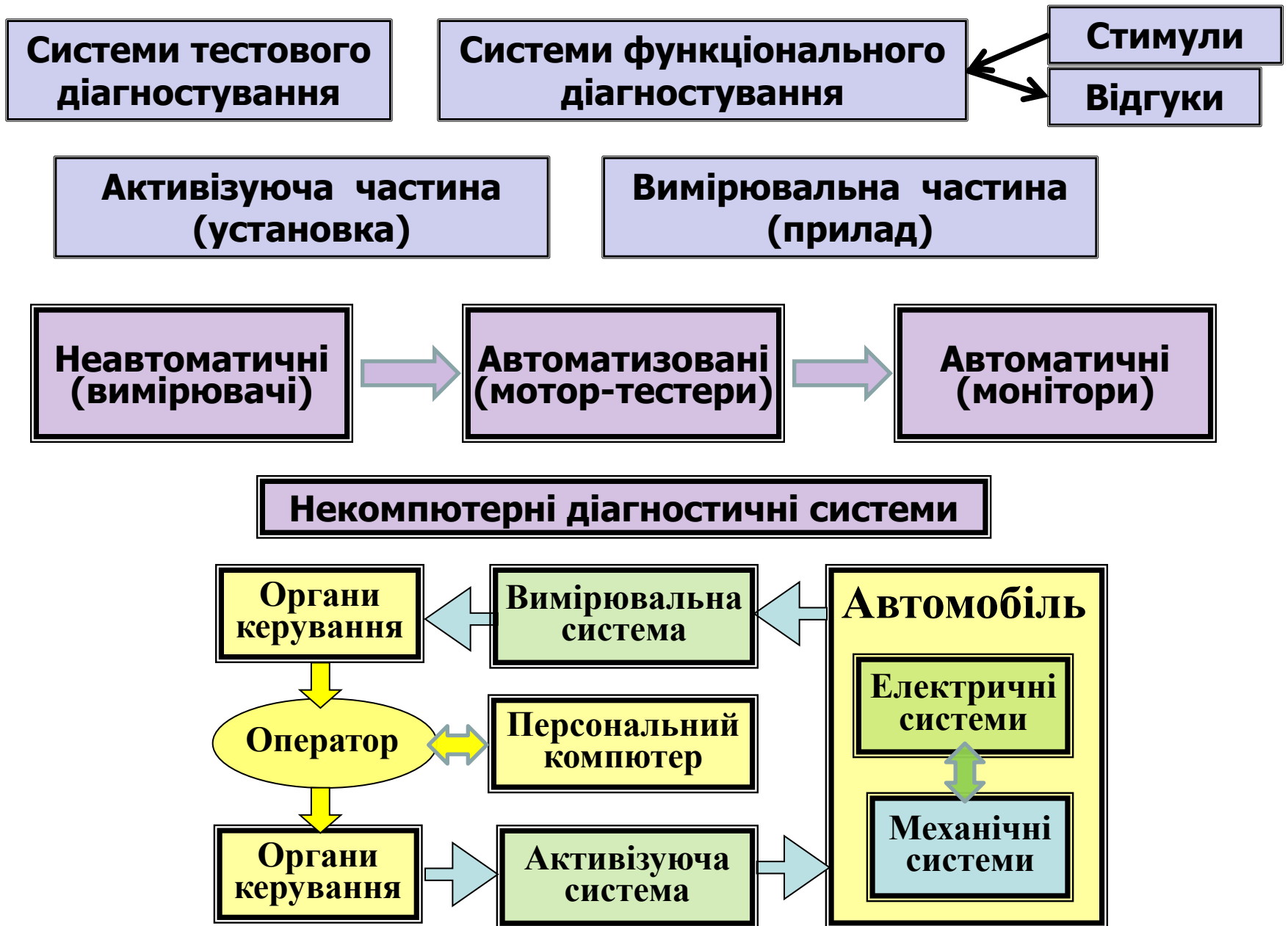
Класифікація електричних засобів діагностування АТЗ за функціональним призначенням та наповненням



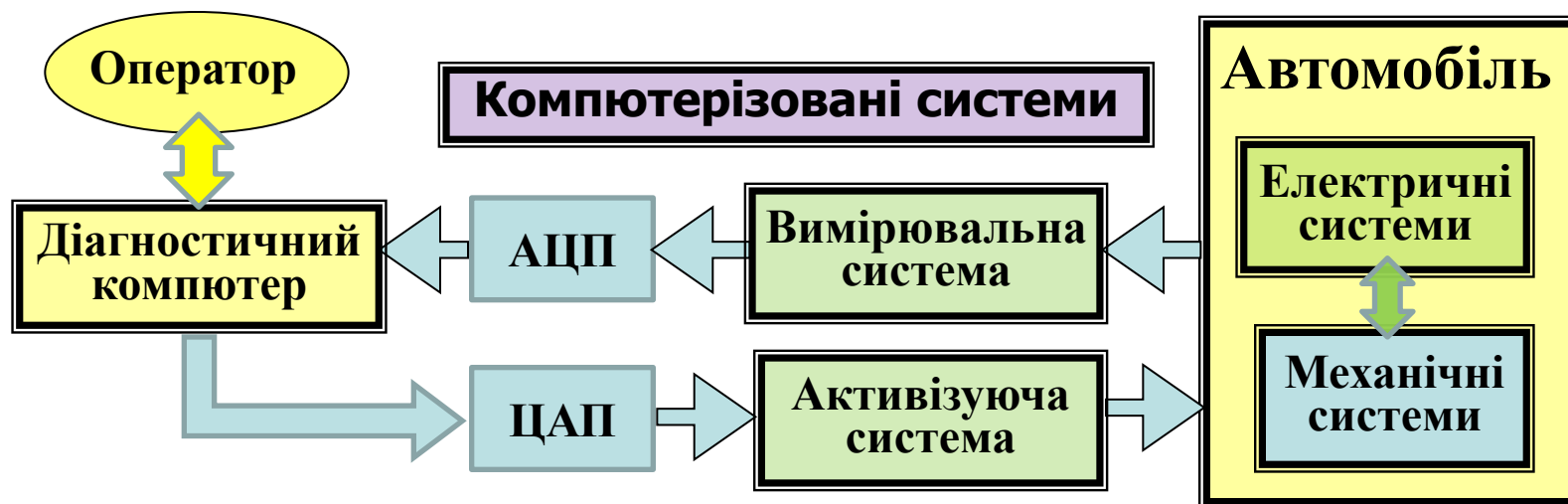
Класифікація засобів діагностування ТЗ за конструкційною ознакою



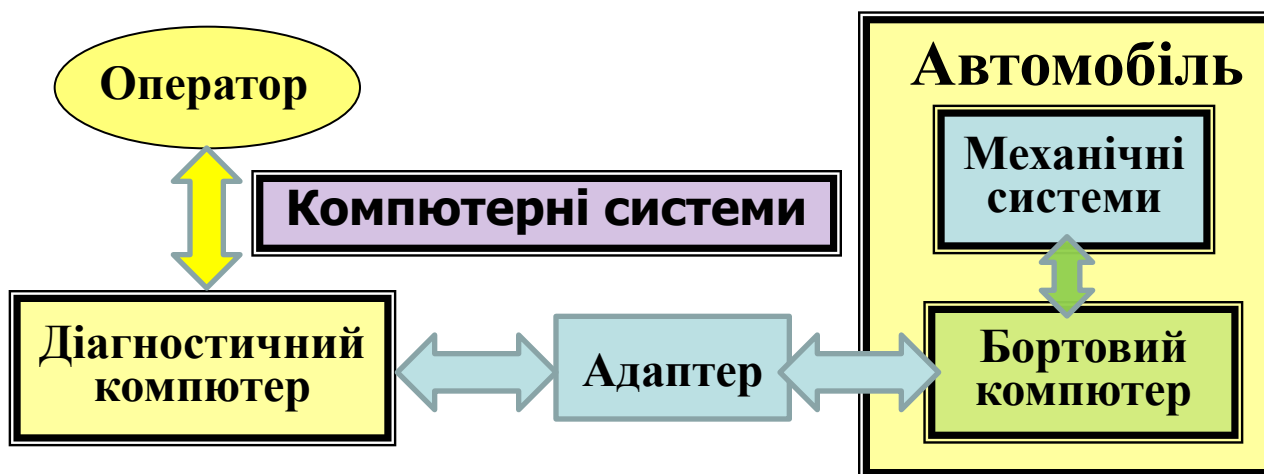
1.2.2. Структура діагностичних систем.



Діагностичні системи



датчики, актуатори, перетворювачі сигналів, комп'ютери



Визначення інтегрованих діагностичних систем

Експертна система – програмно-апаратні засоби призначені для оцінки стану об'єкту дослідження, шляхом порівняння еталонних характеристик об'єкту (бібліотеки параметрів справної системи) з його фактичними характеристиками.

Інформаційна система – інтегрована система, побудована на базі експертної системи, яка призначена для контролю ДП об'єкту керування та виконує пасивні функції діагностики (реєстрація відхилень ДП за межі допустимих значень).

Система самодіагностики – інтегрована діагностична система, побудована на базі експертної системи, яка призначена для діагностики елементів системи керування та виконує пасивні функції діагностики (реєстрація факту та локалізація несправності).

Система адаптації – інтегрована діагностична система, побудована на базі експертної системи, яка призначена для підтримки оптимального керування в разі впливу на мехатронну систему дестабілізуючих факторів (зовнішніх, структурних) та виконує активні функції діагностики (корекція функцій перетворення у середовищі ЕБК). Використовується в гнучких (зі зворотними зв'язками) системах керування.

Система резервування – інтегрована діагностична система побудована на базі експертної системи, яка призначена для підтримки працездатності мехатронної систем в разі виходу з ладу окремих її елементів та реалізує активні функції діагностики (апаратна заміна елемента або програмне заміщення сигналу).

Експертна система

Узагальнена структура

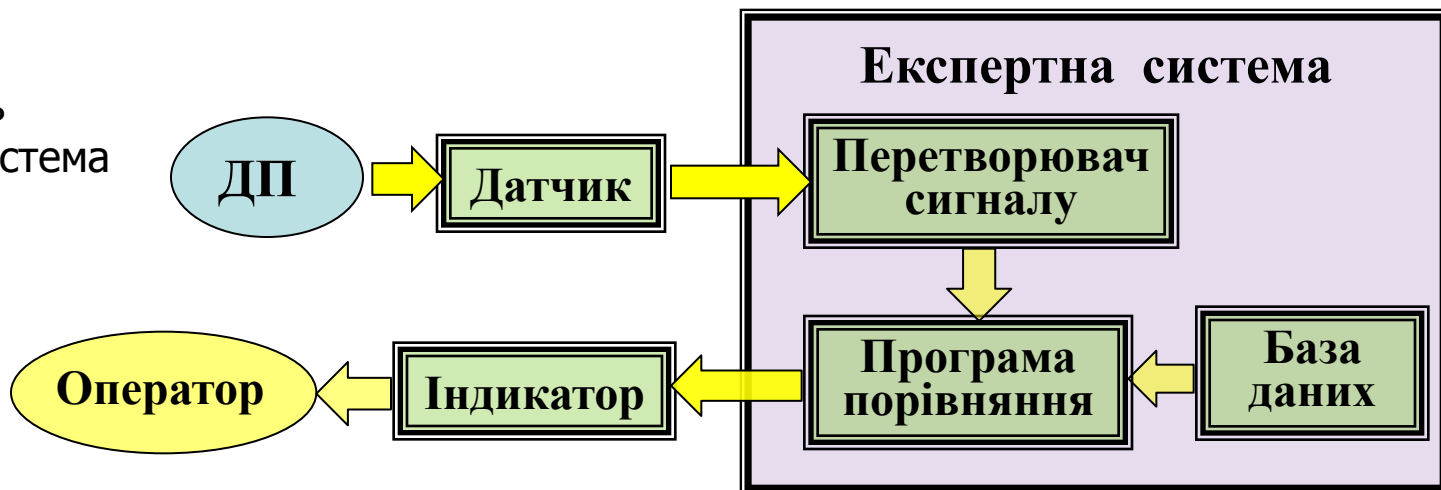
Радять
Аналізують
Класифікують
Консультують
Ставлять діагноз



База даних (**база поточних даних**)
База знань (**база еталонних даних**)

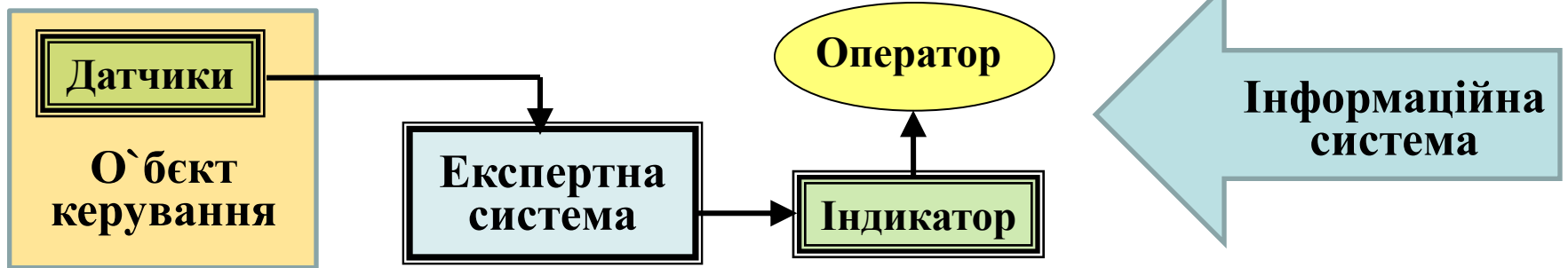
Технічна реалізація

об'єктна область
– мехатронна система
предметна –
технічний стан.

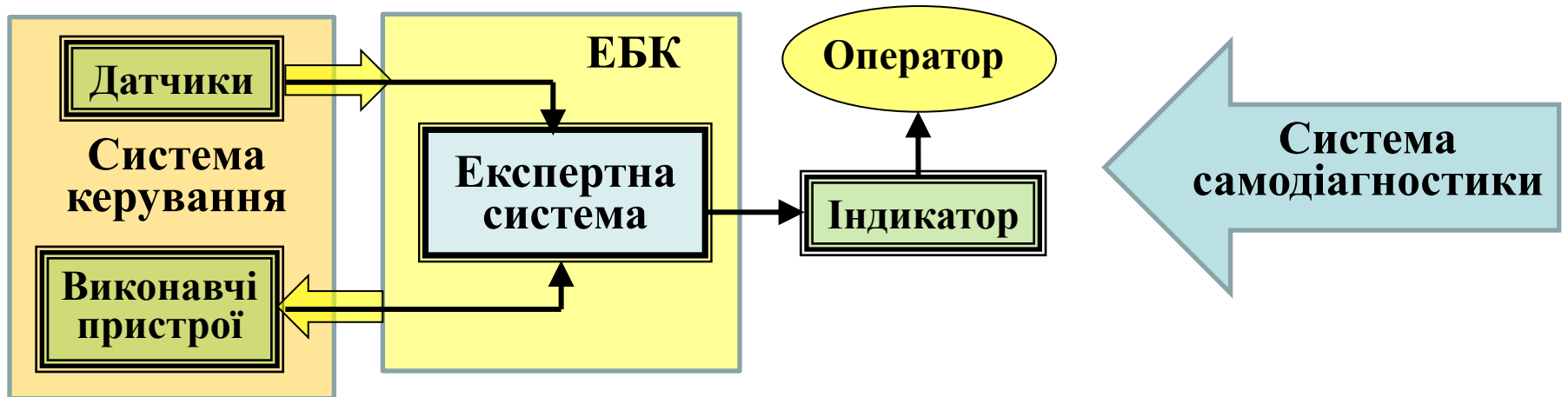


Структура інтегрованих діагностичних систем

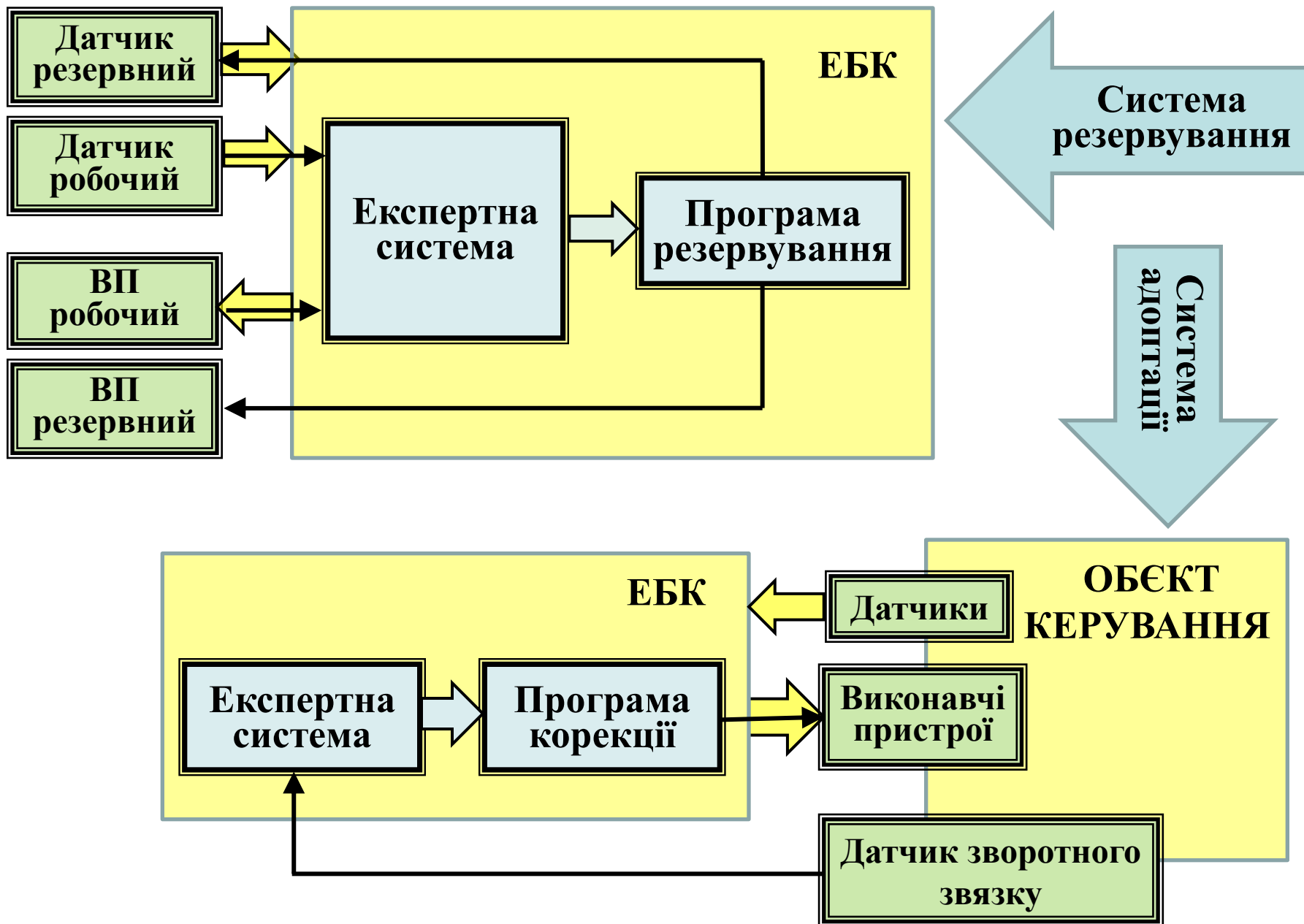
Діагностичні параметри (технічний стан)



Режимні параметри (режимний стан) = діагностичні параметри



Структура інтегрованих діагностичних систем



1.2.3. Електричні способи діагностики механічних систем АТЗ

Способи діагностики механічних систем АТЗ

Метод постановки діагнозу

Органолептичні

Статистичні

Інструментальні

Вібро-акустичні

Механічні

Електричні

Хімічні

Спектрографічні

Вид параметра

Функціональні
Структурні

Продуктив
зношення

Робочих
процесів

Герметичності
робочих об'ємів

Нерівномірність
обертання КВ

Склад газів

Місце та умови діагностування

На борту

На посту

В АРП

У відділені

Актюатори

Датчики

Вимірювачі

Засіб діагностики

Прилади
безпосередньої
оцінки

Мотор-тестер

Газоаналізатор

Випробувальні
стенди

Некомп'ютерні

Комп'ютеризовані

Інструментальні

Вимірювальний інструмент
Механічне устаткування
Прилади безпосередньої
оцінки

Апаратні

електричні вим. прилади
для контролю електр. та
неелектр. ДП

некомп'ютерні або
комп'ютеризовані
діагностичні **стенди**
і комплекси.

Органолептичні

Суб'єктивні

Функціональні

Комплексна діагностика

На борту

На посту

тестове діагностування
в умовах поста,
функціональне під час
їздових випробувань.

Структурні

Системна, агрегатна,
діагностика вузлів

У відділені

В АРП

Герметичності робочих об'ємів

Компресометр, вакуометр або
мотор-тестер з датчиком
тиску чи струму стартера

Продуктів зношення

Склад мастила - хімічним методом із
застосуванням реактивів або
спектрографічним – за допомогою
спектрографа рідини

Стенди контролю ходової частини



ВК розвал сходження

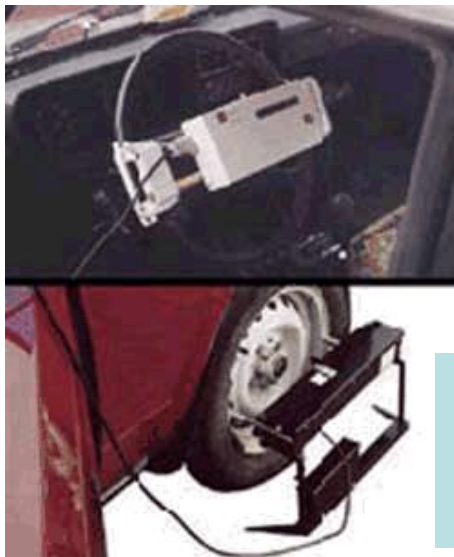
Кути сходження,
розвалу
Нахилу шкворня,
Співвідношення кутів
повороту;
Паралельності осей,
Зміщенню моста вбік.

Рівні, Динамометри
Датчики бічної сили
Електрооптичні системи

Гальмівні стенди



Деселерометри
Деселерографи
Педометри
Самописци
Секундоміри
Температурні
щупи



ВК системи керма

Люфтомір, динамометр, датчики кутових відхилень, зусилля, повороту

Контроль характеристик підвіски



Стенд для перевірки амортизаторів



Амплитудний метод



Метод BOGE/MAXA



Торможение с "клевком"



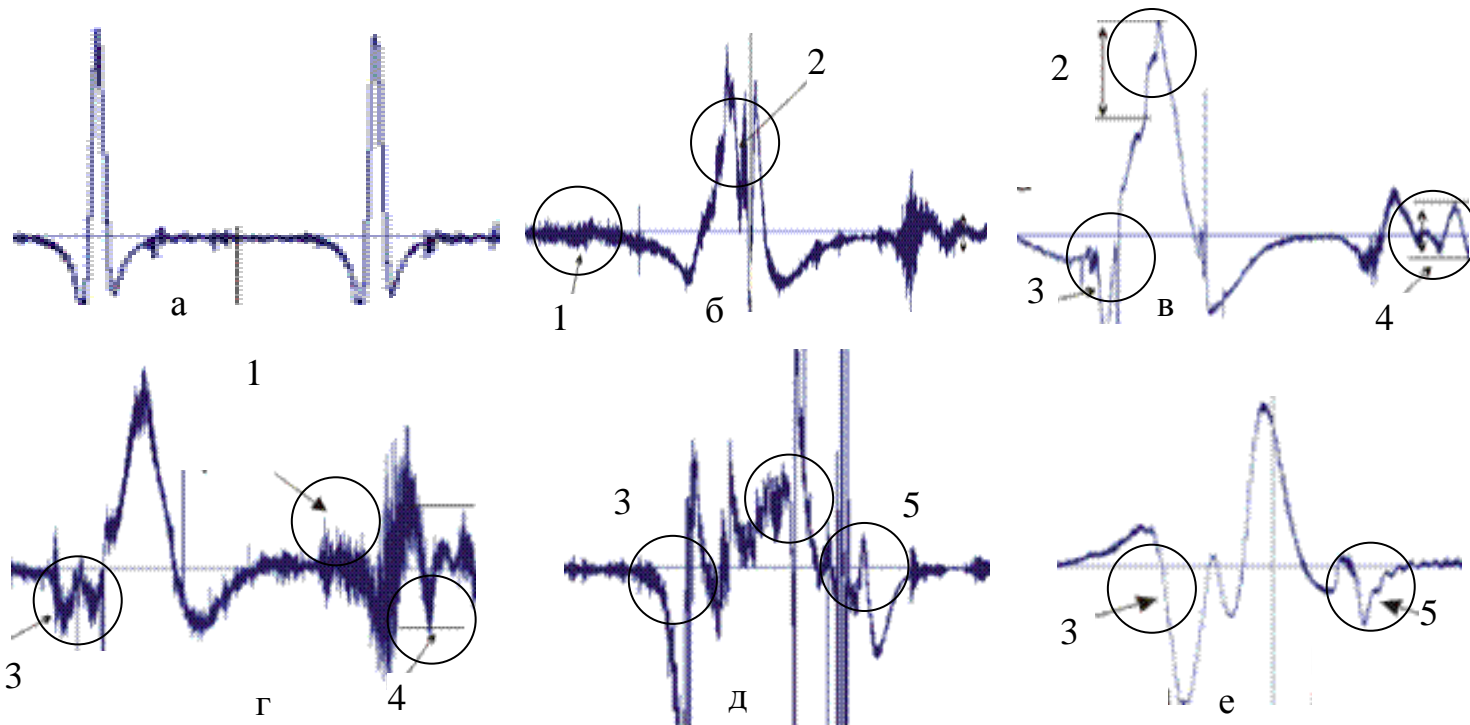
Шок-тест



Метод EUSAMA

По трансмісії: потужність, затрачувану на прокручування трансмісії та ведучих коліс; кутовий зазор у карданній передачі; биття карданного вала; рівень вібрації; сумарний люфт головної передачі; сумарний люфт коробки передач; зусилля включення передачі; сталу температуру та рівень мастила в агрегатах трансмісії; вміст продуктів зношування в мастилі агрегатів .

Часові (кутові) діаграми шуму у циліндрах ДВЗ



**Часові (кутові) діаграми шуму у циліндрах ДВЗ:
а – справного двигуна; б...е – несправного двигуна**

1 – тертя кулачків ГРМ; 2 – зношення КШМ; 3 – несправність механізму впускного клапану ГРМ; 4 – втрата щільності випускних клапанів ГРМ; 5 – несправність механізму випускного клапану ГРМ; 6 – значне зношення КШМ.

Діагностичні параметри ДВЗ та засоби їх контролю

Характеристики АТЗ, що підлягають контролю (вихідні ДП АТЗ)

Нормативні характеристики	Об'єкт діагностики	Засіб діагностики
Норми токсичності	ДВЗ	Газоаналізатори
Питома витрата палива	ДВЗ та трансмісія	Витратоміри палива
Потужність на колесах (осях), механічні втрати	ДВЗ та трансмісія	Бігові барабани
Час розгону (вибігу)	Трансмісія Ходова частина	Бігові барабани
Амплітуда коливань	Система підвіски	Вібро-платформи
Характеристики керованості	Система керма Ходова частина	Поворотні платформи Вимірювачі кутів
Орієнтація головних фар	Система освітлення	Реглоскопи
Гальмівні характеристики	Система гальм	Гальмівні стенди

Альтернативні прилади (універсальні) – певна несправність може бути локалізована за допомогою різних діагностичних приладів (при різних витратах на постановку діагнозу та різній інформативності параметру).

Безальтернативні прилади (спеціалізовані) – певна несправність може бути локалізована тільки за допомогою певного діагностичного приладу.

Діагностичний параметр (метод)	Рівень локалізації	Засіб діагностування
Компресія або розрядження в циліндрі	Герметичність ЦПГ та клапанів ГРМ	Компресометр Вакуометр Мотор-тестер
Ефективна потужність	Справність роботи ДВЗ	Бігові барабани
Тиск мастила в системі змащування	Зношення спряжених деталей КШМ, підшипників РВ	Манометр
Склад мастила в картері (спектрографічний)	Стан мастила, зношення спряжених елементів ДВЗ	Спектрограф
Тиск картерних газів	Стан ЦПГ	Манометр
Розрідження у впускному колекторі	Стан ЦПГ	Вакуумметр Ендоскоп
Вібрації, стуки, шуми (віброакустичний)	Стан свічок запалювання, підшипників та ЦПГ	Стетоскоп Аналізатор шуму
Димність вихлопу	Стан системи охолодження змащувальної системи, ГРМ	Димомір
Склад ВГ	Механічні вузли ДВЗ	Газоаналізатор
Нерівномірність обертання КВ	ЦПГ, ГРМ, КШМ	Мікропроцесорна система
Амплітуда пульсацій тиску газів на випуску	Прогар клапанів ГРМ, негерметичність випускної системи.	Суб'єктивна оцінка
Кількість газів, що прориваються в картер	Зношення спряжених деталей ЦПГ	Газовий лічильник, Газовий витратомір
Стан поверхні деталей	Усталосні тріщини	Дефектоскопи

Технологія діагностування на комп'ютеризованому стенді типу Dynapack 6033 4WD

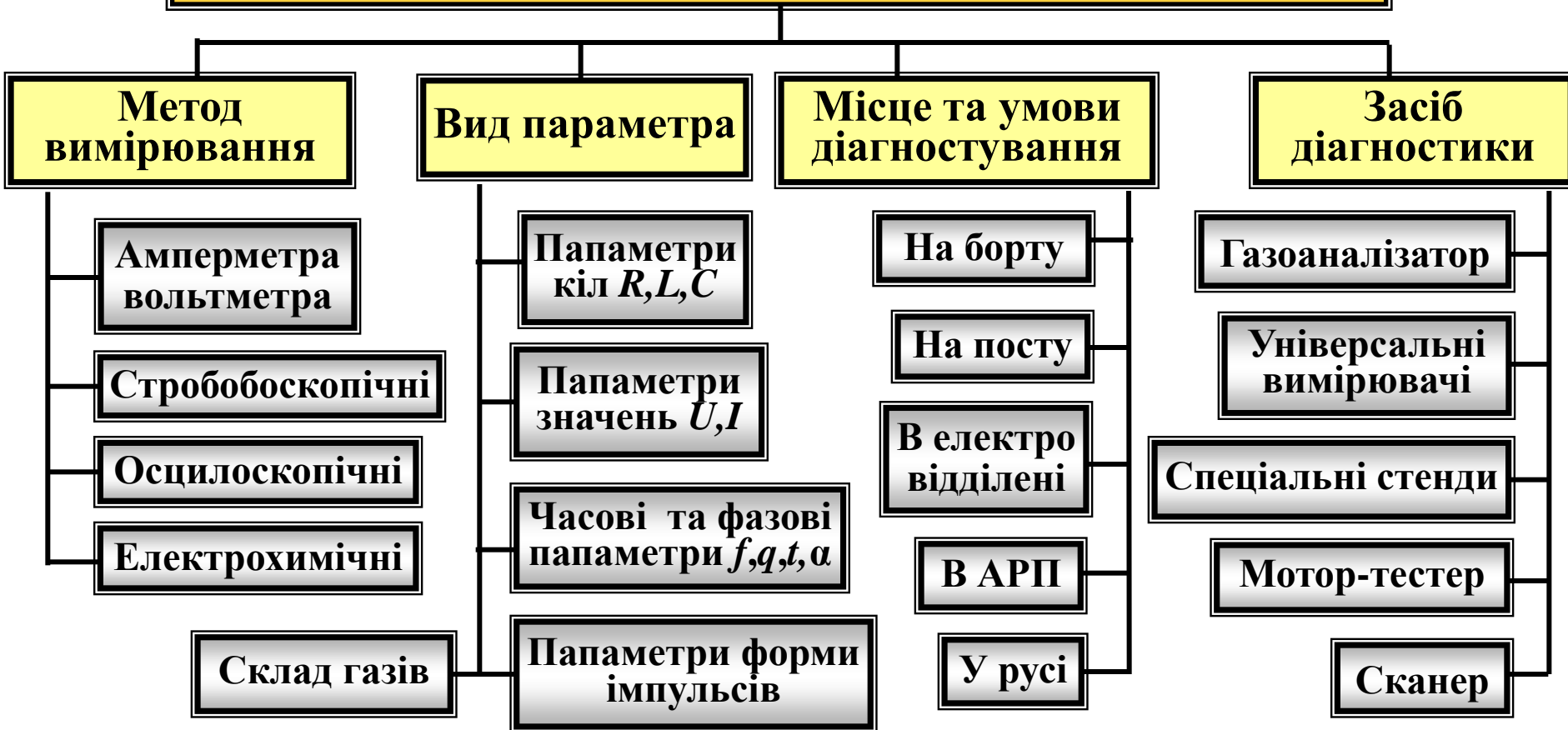


Діагностичні пости з випробувальними стендами



1.2.4. Способи діагностики електричних систем АТЗ

Способи діагностики електричних систем АТЗ



Імітатори датчиків

Симулятори навантажень

Діагностика систем ЕОА за вихідними характеристиками автомобіля

