

Вінницький національний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Графічний матеріал до
магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

**Покращення системи забезпечення працездатності системи
електронного керування двигуном в умовах станції технічного
обслуговування автомобілів «VinDrive» фізичної особи –
підприємця Семенюк Юрій Олександрович**

Розробив: ст. гр. 1АТ-17м
Костюк О.В.
Керівник: к. т. н., ст. викладач
Смирнов Є. В.

Мета роботи – покращення системи забезпечення працездатності ЕСКД в експлуатації за рахунок впровадження діагностування технічного стану та завчасного усунення виникаючих несправностей.

Завдання дослідження

- провести аналіз методів і моделей забезпечення експлуатаційної надійності конструктивних елементів ЕСКД;
- обґрунтувати стратегію ТО і ремонту ЕСКД та визначити комплексні діагностичні параметрів, які оцінюють технічний стан підсистем ЕСКД;
- визначити доцільності та терміни планово-попереджувальних замін конструктивних елементів ЕСКД, які не мають ознак зміни технічного стану;
- розробити організаційно-технологічні рішення виконання робіт по діагностуванню, ТО і ремонту елементів ЕСКД на станції технічного обслуговування автомобілів «VinDrive»;
- визначити параметри та розробити програмне забезпечення з прогнозування імовірності безвідмовної роботи ЕСКД на напрацюванні до наступного ТО за результатами діагностування її технічного стану;
- реалізація результатів досліджень на станції технічного обслуговування автомобілів «VinDrive».

Об'єкт дослідження – процеси забезпечення працездатності електронних систем керування двигуном в умовах експлуатації.

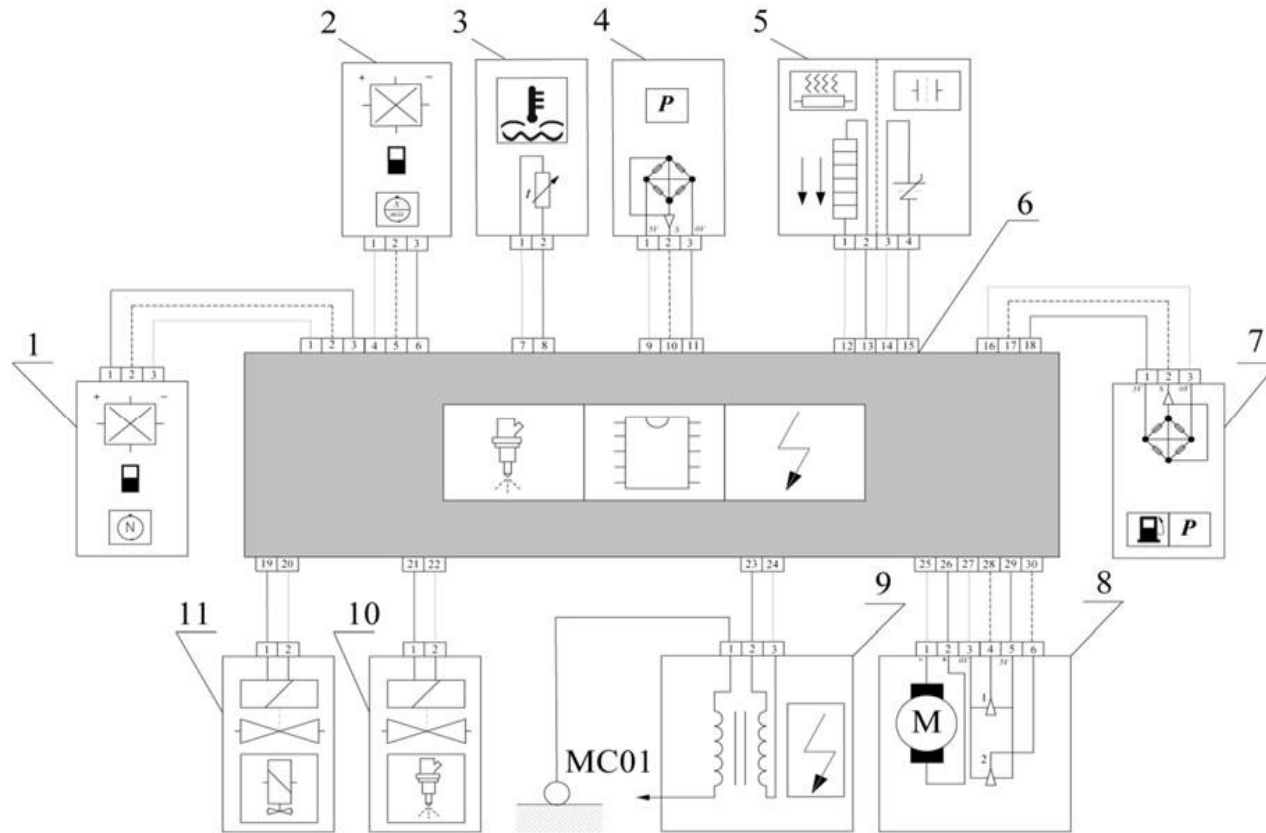
Предмет дослідження – вплив стратегії забезпечення працездатності електронних систем керування двигуном легкових автомобілів на їх надійність.

Наукова новизна отриманих результатів

- отримали подальший розвиток методи визначення оптимальних напрацювань до замін елементів ЕСКД, які не мають ознак зміни технічного стану та математична модель визначення ймовірності безвідмовної роботи ЕСКД на базі діагностичної інформації про технічний стан її підсистем;
- розроблена система забезпечення працездатності ЕСКД, що включає в себе комплекс технічних, організаційних і технологічних заходів для проведення своєчасного і оперативного контролю технічного стану конструктивних елементів ЕСКД і усунення виникаючих у них несправностей.

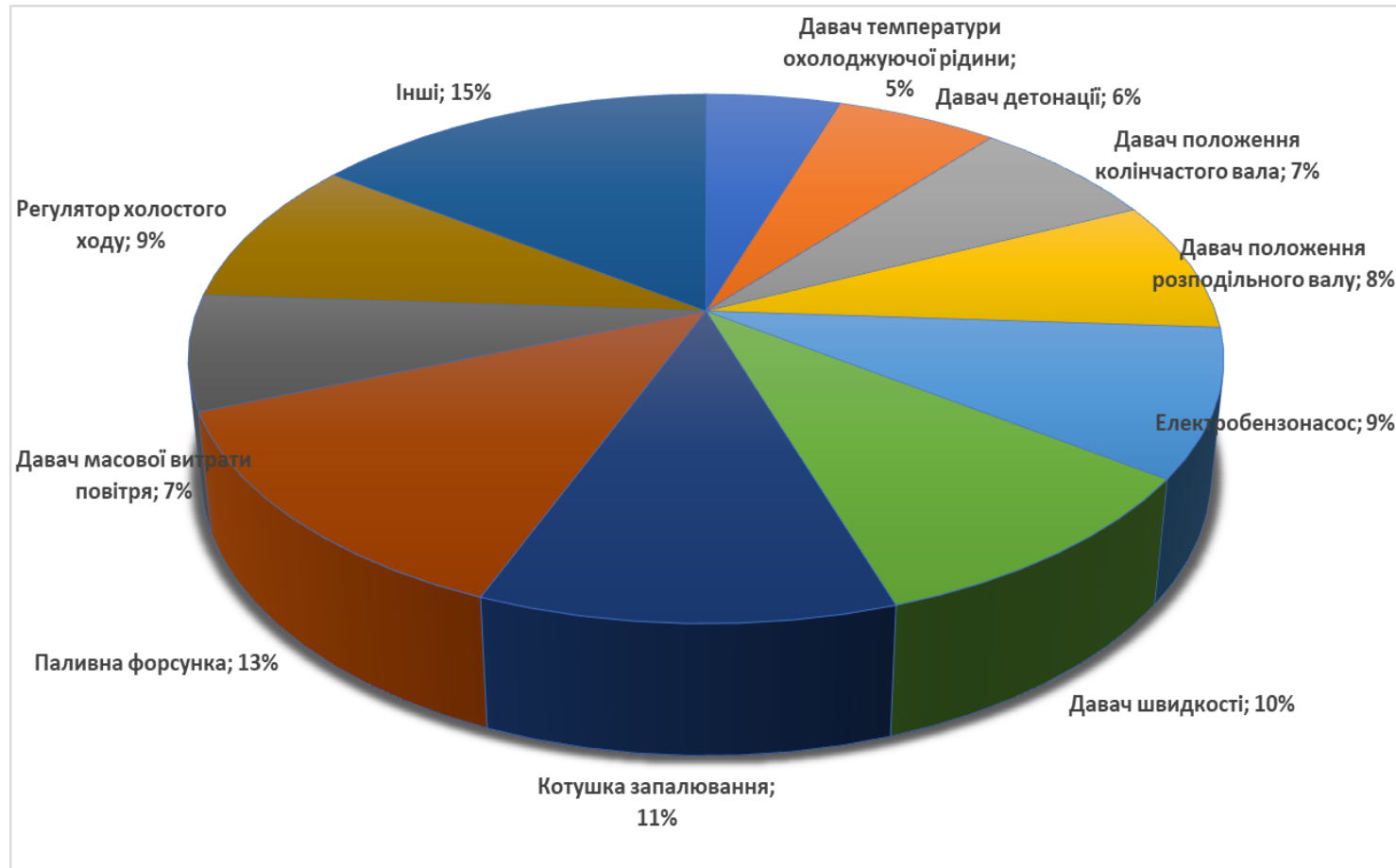
Практична цінність роботи полягає у використанні розроблених методик і програмного забезпечення системи підтримки працездатності ЕСКД в сфері сервісу легкових автомобілів.

Схема електронної системи керування двигуном



1 - датчик положення розподільного валу; 2 - датчик положення колінчастого валу; 3 - датчик температури охолоджуючої рідини; 4 - датчик тиску повітря; 5 - датчик кисню; 6 - ЕБК; 7 - датчик тиску палива; 8 - електромагнітний клапан регулювання фаз ГРМ; 9 - електромагнітна форсунка; 10 - котушка запалювання; 11 - електронна дросельна заслінка.

Розподіл основних несправності ЕСКД



Аналіз ринку автосервісних послуг

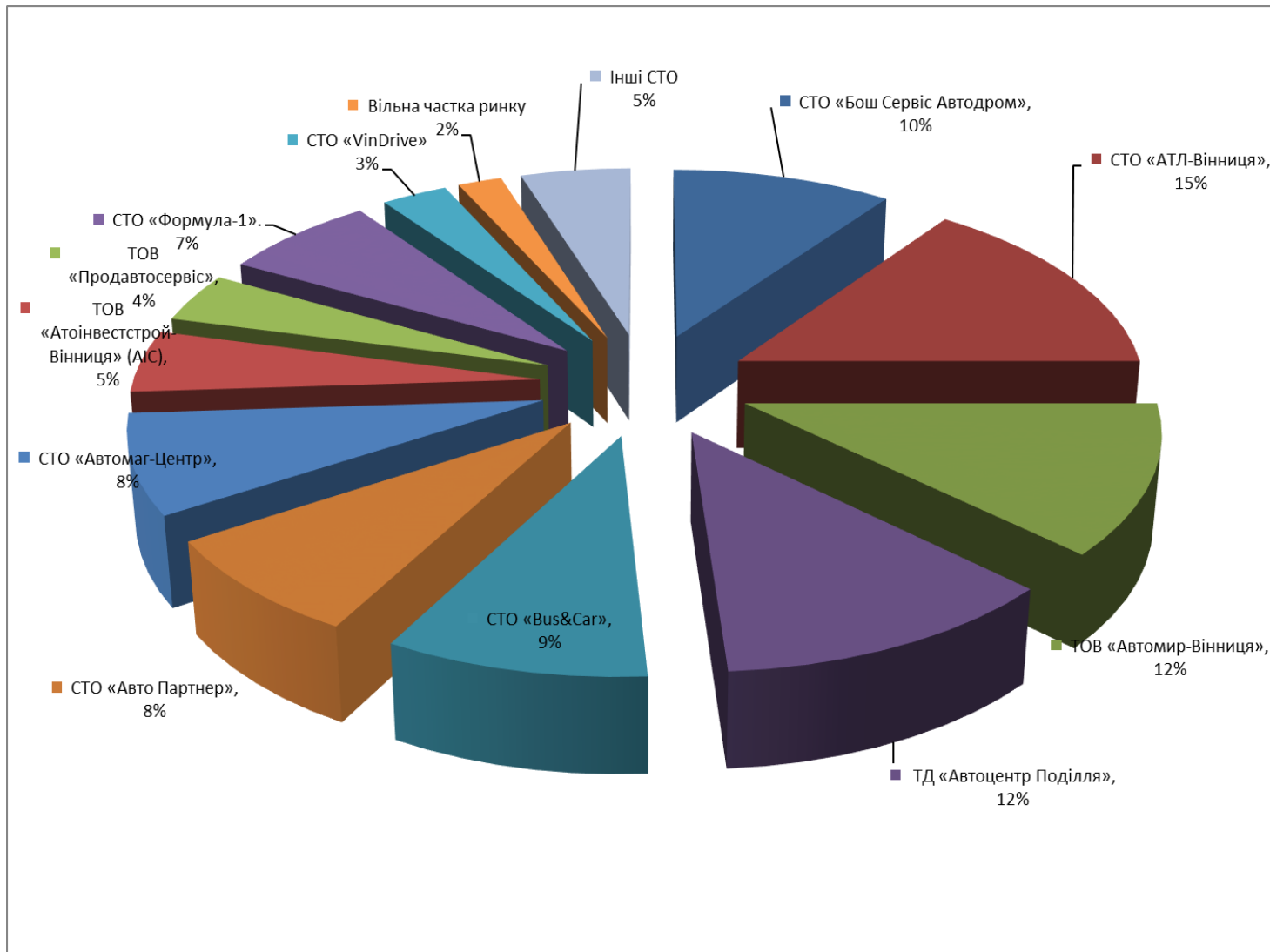


Рисунок 1 – Частка ринку автосервісних підприємств в досліджуваному сегменті ринку

Аналіз ринку автосервісних послуг (продовження)

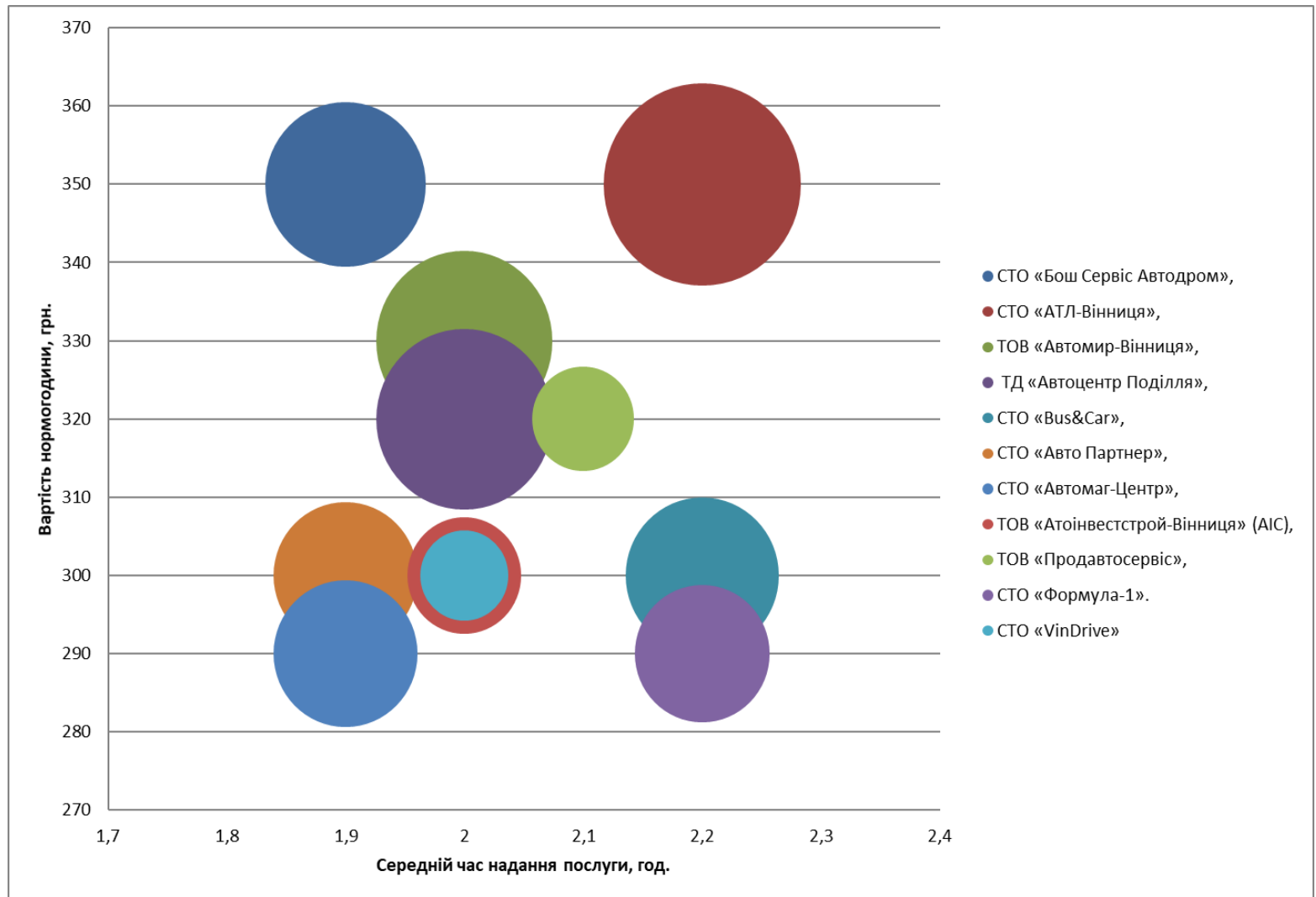
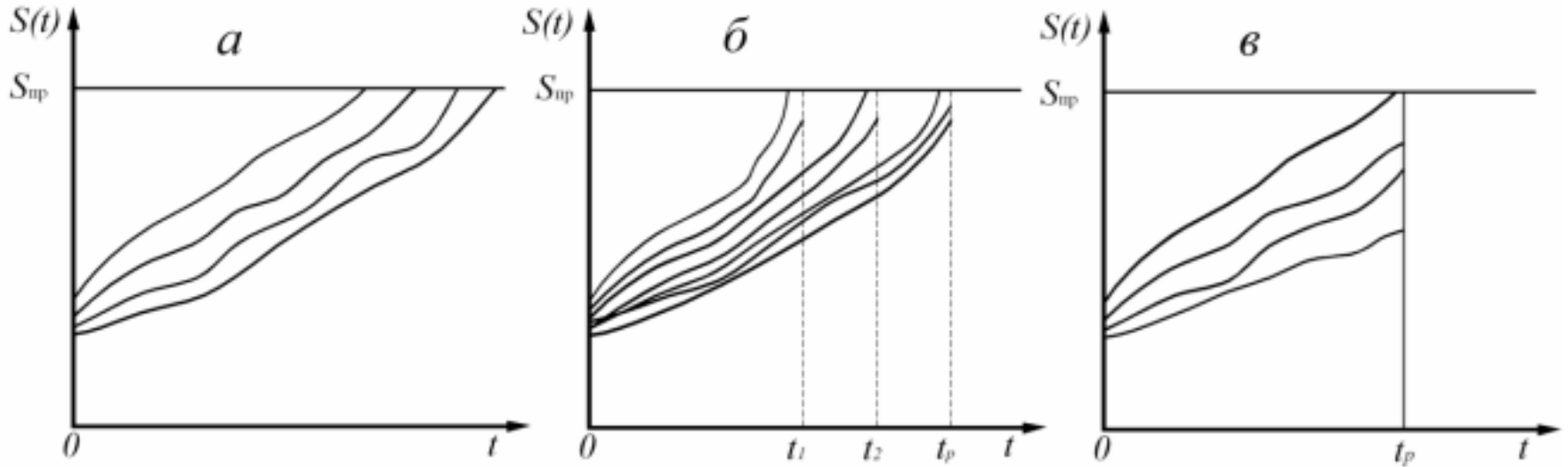


Рисунок 2 - Карта позиціонування автосервісних підприємств за ознаками "вартість послуги – якість послуги"

Стратегії забезпечення працездатності виробів



а - експлуатація до настання відмови;

б - за станом з контролем параметрів;

в - за призначеним напрацюванням;

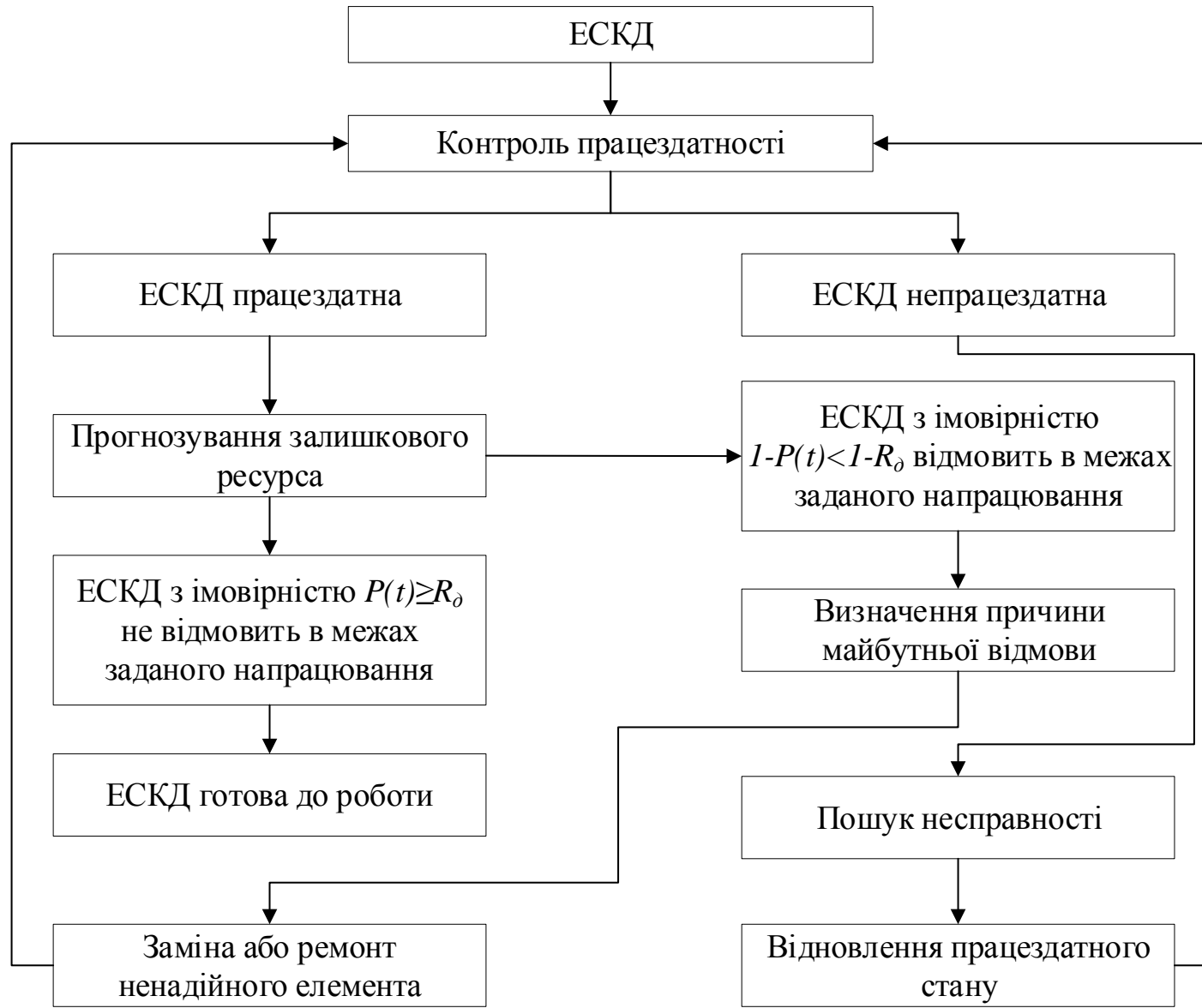
t_p - напрацювання виробу до ремонту;

t_1, t_2, t_3 - напрацювання до проведення контрольньо-діагностичних операцій

Стратегії обслуговування конструктивних елементів ЕСКД

Конструктивні елементи ЕСКД	Стратегія обслуговування
Перша група (елементи, технічний стан яких оцінюється по діагностичним параметрам)	
1. Паливна форсунка	Стратегія №1 – технічне обслуговування елемента по фактичному стану
2. Турбокомпресор	
3. Паливний насос	
4. Каталітичний нейтралізатор	
5. ПНВТ	
6. Електромагнітний клапан регулювання тиску наддуву	
7. Інші	
Друга група (елементи, що не мають ознак зміни технічного стану)	
1. Датчик тиску палива	Стратегія №2 – технічне обслуговування (заміна) елемента після досягнення ним певного напрацювання
2. Датчик положення колінчастого вала	
3. Датчик температури охолоджуючої рідини	
4. Датчик тиску наддуву	
5. Датчик кисню	
6. Датчик положення розподільчого вала	

Схема технічного діагностування ЕСКД

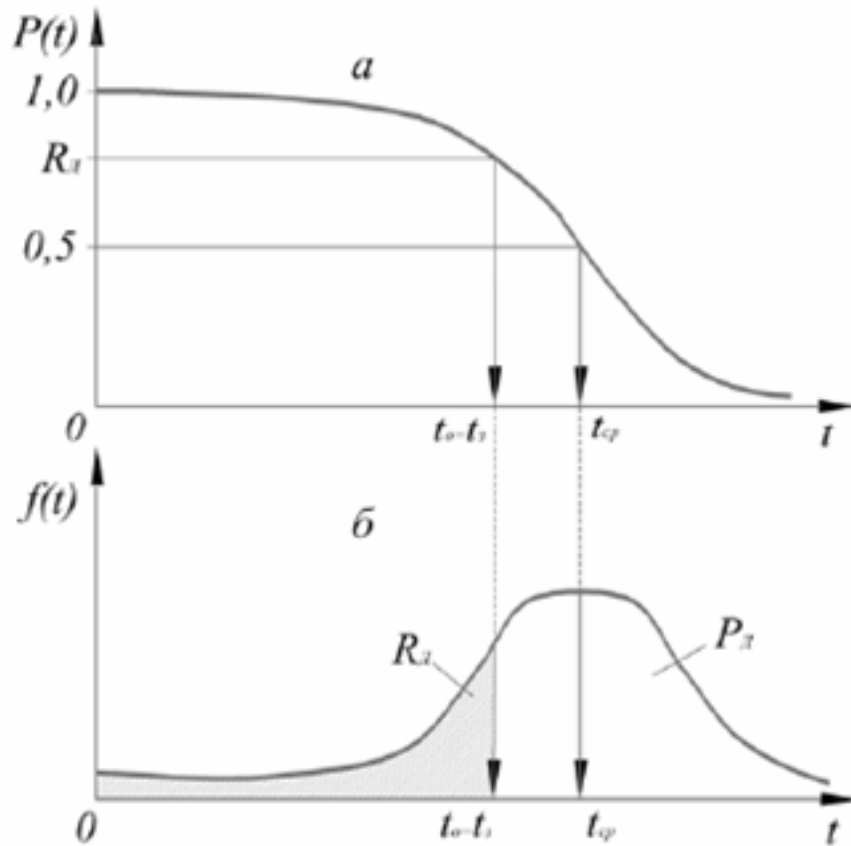


R_D - задана ймовірність безвідмовної роботи

Структурна схема підсистем ЕСКД і діагностичних параметрів, що їх оцінюють



Визначення напрацювання до заміни датчиків ЕСКД по допустимому рівню безвідмовності

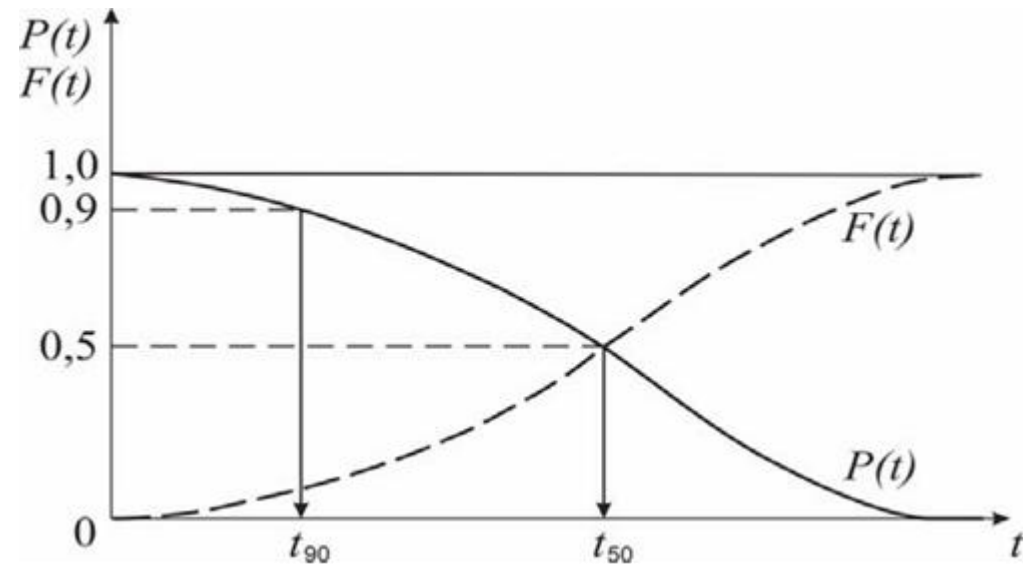


$$P_\delta(t_o \geq t_3) \geq R_\delta = \gamma,$$

де P_δ - допустима ймовірність безвідмовної роботи;
 t_o - напрацювання до відмови;
 t_3 - напрацювання до заміни;
 γ - задана ймовірність безвідмовної роботи.

а - ймовірність безвідмовної роботи;
б - щільність розподілу напрацювань до відмови

Модель визначення ймовірності безвідмовної роботи ЕСКД на заданому напрацюванні по діагностичній інформації



$$P(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt,$$

де $f(t)$ - щільність ймовірності розподілу напрацювання до відмови.

$$P(t) = 1 - F(t).$$

Рисунок 1 - Зміна ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$ і відмови $F(t)$ від напрацювання t

Рівняння регресії залежності впливу діагностичних параметрів на ймовірність безвідмовної роботи ЕСКД :

$$F(t) = b_0 + b_1 P_{\partial в} + b_2 P_{\partial т} + b_3 \varphi_{гм} + b_4 K_{кп}.$$

b_i - коефіцієнти моделі (вагові характеристики), що враховують ступінь впливу i -го параметра на функцію відгуку;

$P_{\partial в}$, $P_{\partial т}$, $K_{кп}$, $\varphi_{гм}$ - дагностичні параметри (відхилення тиску повітря у впускному колекторі, відхилення тиску палива в рампі, коефіцієнт корекції подачі палива та відхилення положення фазорегулятора впускного розподільного вала відповідно)

Оптимальне напрацювання до заміни датчиків ЕСКД

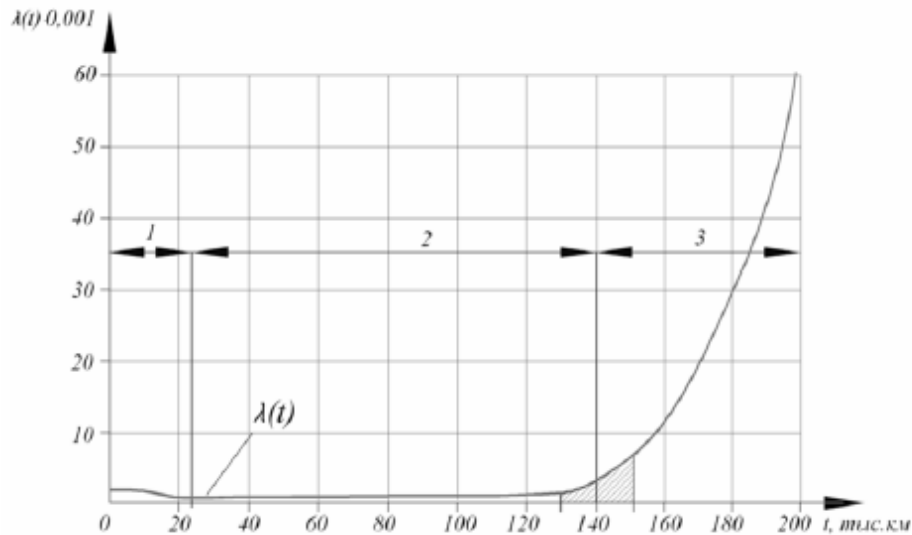


Рисунок 1 - Зміна інтенсивності відмов датчиків тиску наддуву від напрацювання

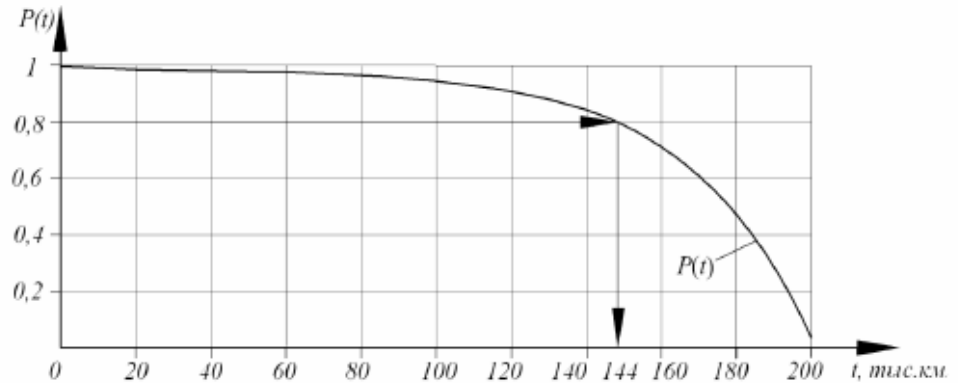


Рисунок 2 - Графік зміни ймовірності безвідмовної роботи датчика тиску наддуву від напрацювання

Таблиця 1 - Рекомендовані напрацювання до заміни датчиків ЕСКД

Датчик	Середнє напрацювання до відмови, тис.км	Рекомендоване напрацювання до заміни. тис.км
Положення колінчастого вала	178,8	160 (ТО-8)
Тиску палива	185,3	180 (ТО-9)
Тиску повітря	156,5	140 (ТО-7)
Положення розподільчого вала	194,7	180 (ТО-9)
Температури охолоджуючої рідини	179,5	160 (ТО-8)
Кисню	123,4	120 (ТО-6)

Визначення коефіцієнтів моделі визначення ймовірності безвідмовної роботи ЕСКД

Таблиця 1 – Значення рівнів незалежних факторів

Рівні факторів	Фактори			
	$P_{дв}$, мбар	$P_{дт}$, бар	$\varphi_{зм}$, °ПКВ	$K_{кв}$, %
ВР	100	9	7	6,2
ОР	70	6	4,5	3,85
ІВ	30	3	2,5	2,35
НР	40	3	2	1,5

НР - нижній рівень фактора (найменше значення, яке приймає фактор);

ВР – верхній рівень фактора (найбільше значення, яке приймає фактор);

ОР - основний рівень фактора (середнє арифметичне значення верхнього та нижнього рівнів);

ІВ - інтервалом варіювання фактора (різниця між верхнім і основним рівнем фактора).

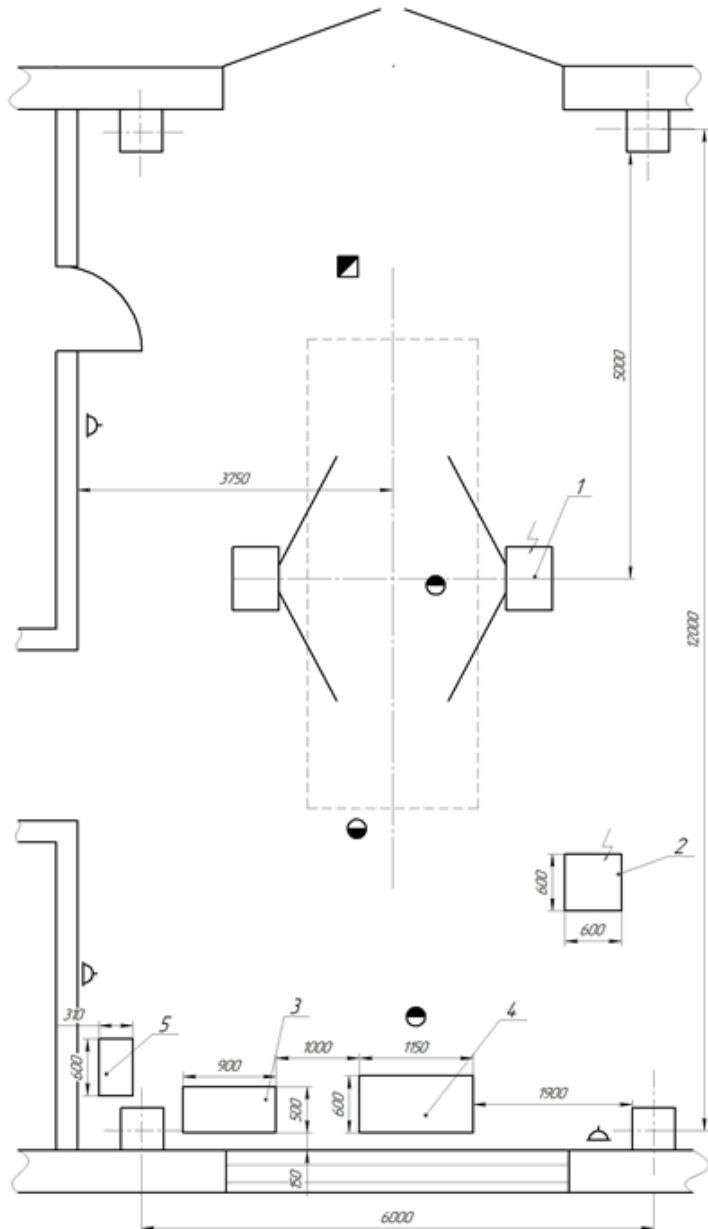
Таблиця 2 – Результати розрахунку статистичної дисперсії і помилки досліду

Номер досліду	y_1	y_2	y_3	y_{cp}	S_j^2	S_j
1	100	100	100	100	0	0
2	78	76	80	78	4	2
3	60	64	65	63	7	2,64
4	39	40	44	41	7	2,64
5	77	71	70	73	14,5	3,80
6	50	48	55	51	13	3,60
7	29	39	40	36	37	6,08
8	14	12	16	14	4	2
9	90	86	82	86	16	4
10	67	63	62	64	7	2,64
11	58	44	45	49	61	7,81
12	29	26	26	27	3	1,73
13	64	56	57	59	19	4,35
14	36	36	39	37	3	1,73
15	23	21	22	22	1	1
16	1	1	1	1	0	0





Математична модель впливу діагностичних параметрів на ймовірність відмови ЕСКД

$$F(t) = -7,24 + 0,55P_{дв} + 9,23P_{дт} + 8,97\varphi_{зм} + 3,47K_{кв}.$$

Планувальне рішення поста діагностування, ТО і ПР ЕСКД

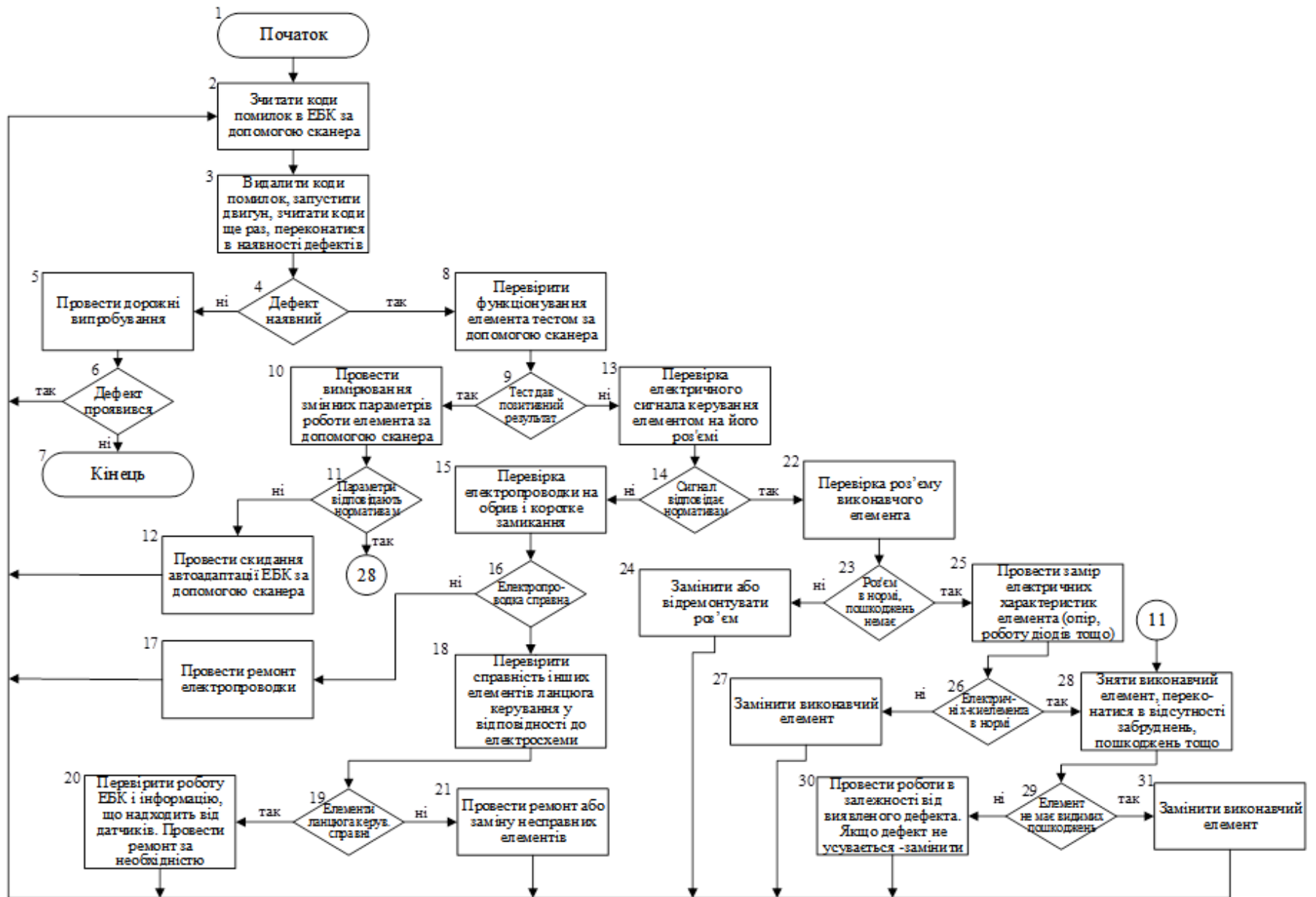


Умовні позначення

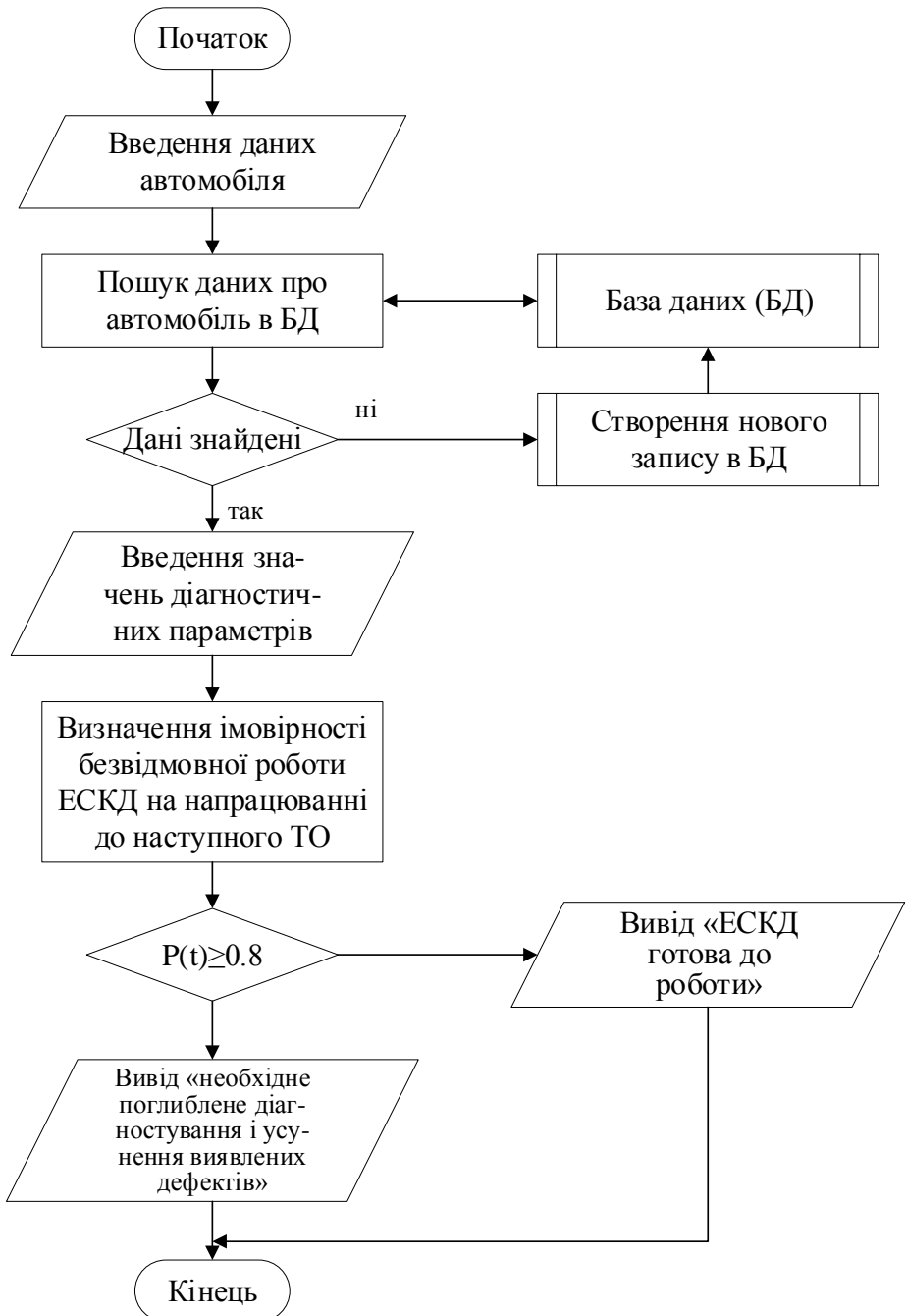
-  Споживач електроенергії
-  Розетка штепсельна однофазна
-  Робоче місце
-  Відсмоктувач відпрацьованих газів

1 - підйомник двосітковий електрогідравлічний; 2 - стійка з обладнанням пересувна (мотор-тестер Bosch FSA-750, сканер Bosch KTS-560, діагностичний комплекс «Сканматік», програматор ЕБК, комп'ютер, газоаналізатор); 3 - шафа з обладнанням та інструментом; 4 - верстак слюсарний; 5 – компресор

Алгоритм діагностування ЕСКД



Алгоритм роботи програмного забезпечення системи підтримки працездатності ЕСКД



Висновки

Під час виконання даної магістерської кваліфікаційної роботи було вивчено питання підвищення ефективності системи забезпечення працездатності ЕСКД легкових автомобілів.

1. В першому розділі був проведений аналіз досліджень проблеми підтримки працездатності ЕСКД, проаналізовано основні несправності та методи діагностування.

2. Аналіз показників роботи та структури і стану ВТБ СТО «VinDrive» виявив ряд недоліків, серед яких є потреба у вдосконаленні виконання певних видів робіт в зоні ТО і ПР, в першу чергу діагностування ЕСКД автомобілів.

3. В другому розділі обґрунтована раціональна (змішана) стратегія технічного обслуговування конструктивних елементів ЕСКД, що включає в себе як ТО за технічним станом (для елементів, стан яких можна оцінити за допомогою контрольних-діагностичних засобів), так і з напрацювання (для елементів, які не мають явних ознак пошкодження). Також обґрунтовано діагностичні параметри, що оцінюють технічний стан підсистем ЕСКД (подачі повітря, живлення паливом, зниження токсичності відпрацьованих газів, регулювання фаз газорозподілу).

4. Також в другому розділі розроблена методика визначення оптимальної напрацювання до їх заміни, впровадження якої в виробничий процес ТО автомобілів істотно знижує кількість відмов двигуна і підвищує його експлуатаційну надійність та розроблено математичну модель визначення ймовірності безвідмовної роботи ЕСКД на базі діагностичної інформації про технічний стан її підсистем. Модель дозволяє оцінити значення ймовірності виникнення відмови ЕСКД на доробку між черговими ТО для кожного конкретного автомобіля.

5. В третьому розділі розрахована ВТБ СТО «VinDrive». Розрахунки показали, що існуюча ВТБ в цілому відповідає потребам СТО. Виконання робіт по підтримці працездатності ЕСКД обґрунтовано на діагностичному посту, для якого розроблено організаційно-планувальне рішення.

6. В четвертому розділі були визначені рекомендовані напрацювання до заміни всіх датчиків ЕСКД за заданим рівнем імовірності безвідмовної роботи $P(t) = 0,80$ та параметри моделі визначення імовірності безвідмовної роботи ЕСКД на напрацюванні до наступного ТО. Дані розробки дозволили сформулювати систему забезпечення працездатності ЕСКД в умовах експлуатації.

6. Розроблено програмне забезпечення системи підтримки працездатності ЕСКД легкових автомобілів, що дозволяє за поточними значеннями діагностичних параметрів розрахувати імовірність безвідмовної роботи ЕСКД.

7 Річний економічний ефект від впровадження розробленої системи забезпечення працездатності ЕСКД в СТО «VinDrive» складе 33,5 тис. грн.

8. В п'ятому розділі вивчено питанням з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, в якому було проведено аналіз небезпечних для людини та навколишнього середовища факторів, безпосередньо пов'язаних з виробничим процесом на СТО.