

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Механічний факультет

Кафедра метрології та БЖД

Дипломна робота

магістра

ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

Завідувач кафедри, канд. техн. наук, доц.



О. І. Богатов

Нормоконтролер, канд. техн. наук, доц.



І. В. Грайворонська

Керівник, канд. техн. наук, доц.



Н. В. Діденко

Студент гр. ММ-61-22



Я. Р. Коломієць

Харків – 2023

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет механічний

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

Освітній рівень – магістр

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 **О. І. Богатов**

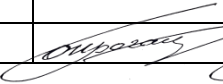
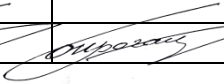
«11» жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Коломійцю Ярославу Руслановичу

1. Тема роботи: "Оцінювання точності вимірювальних каналів інтелектуальної вимірювально-інформаційної системи автомобіля". Керівник роботи Діденко Наталя Вікторівна, к.т.н., доцент Затверджені наказом по університету від «11» жовтня 2023 р. №130.
2. Строк подання студентом роботи 13 листопада 2023 р.
3. Вхідні дані до роботи 1). Оцінювання точності технічних засобів. 2). Застосування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобілів. 3). Характеристики точності вимірювальних каналів, інформаційних каналів та каналів керування систем автомобілю. 4). Нормування характеристик точності в залежності від виду каналу.
4. Перелік питань, які потрібно розробити: 1. Вступ. 2. Огляд науково-технічних джерел щодо оцінювання точності технічних засобів та застосування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем в автомобілі. 3. Визначення складу та нормування характеристик точності вимірювальних каналів, інформаційних каналів та каналів керування систем автомобілю та їх експериментальна перевірка. 4. Розроблення методики оцінювання точності в залежності від виду каналу. 5. Охорона праці. 6. Висновок; 7. Перелік посилань.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Не передбачено.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
5	Богатов О. І.		

7. Дата видачі завдання _____ «19» вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд науково-технічних джерел щодо оцінювання точності технічних засобів	19.09.2023	
2	Огляд науково-технічних джерел щодо застосування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем в автомобілі	29.09.2023	
3	Визначення складу та нормування характеристик точності вимірювальних каналів, інформаційних каналів та каналів керування систем автомобілю та їх експериментальна перевірка.	10.10.2023	
4	Розроблення методики оцінювання точності в залежності від виду каналу.	20.10.2023	
5	Формування висновків по роботі. Оформлення дипломної роботи	30.10.2023	

Студент гр. ММ-61-22



(підпис)

Я. Р. Коломієць

Керівник роботи



(підпис)

Н. В. Діденко

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: 85 с., 13 рис., 4 табл., 15 джерел.

ВИМІРЮВАННЯ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КАНАЛ, ДОПУСКОВИЙ КОНТРОЛЬ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВИМІРЮВАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, МЕТРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОХИБКА, ТОЧНІСТЬ

Об'єкт дослідження – вимірювальні канали інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобіля.

Мета роботи – оцінювання точності вимірювальних каналів, інформаційних каналів та каналів керування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобіля.

Метод дослідження – теоретичні. Теоретичні дослідження базуються на фундаментальних положеннях метрології щодо забезпечення єдності вимірювань, допускового контролю, методів синтезу та аналізу, теорії систем, теорії ймовірності та математичної статистики і теорії невизначеності вимірювань.

В магістерській роботі проведені дослідження методів оцінювання точності різних видів каналів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля (вимірювальних, інформаційних та керування), визначено склад різних видів каналів системи, розглянуті точностні, у тому числі метрологічні, характеристики вимірювальних та інформаційних каналів для забезпечення достовірності результатів вимірювань, контролю та керування параметрами автомобіля, розроблена методика оцінювання точності в залежності від виду вимірювального каналу.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Огляд науково технічних джерел щодо оцінювання точності технічних засобів та застосування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем в автомобілі	8
1.1 Огляд науково-технічних джерел щодо оцінювання точності технічних засобів	8
1.2 Огляд науково технічних джерел щодо застосування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем в автомобілі.....	14
2 Забезпечення достовірності функціонування системи вимірювання автомобіля	22
2.1 Особливості функціонування інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля	22
2.2 Визначення та контроль точностних характеристик каналів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля.....	26
3 Реалізація вимірювальних каналів, інформаційних каналів та каналів керування системи автомобіля.....	41
3.1 Дослідження застосованих моделей реалізації візуальної інформації..	41
3.2 Оцінювання точності в залежності від реалізації вимірювальних та інформаційних каналів системи автомобіля.....	45
4 Розроблення методики оцінювання точності в залежності від виду каналу системи автомобіля.....	56
5 Охорона праці.....	66
Висновки.....	72
Перелік посилань.....	74
Додаток А Ілюстративний матеріал до дипломної роботи	76

ВСТУП

Для контролю працездатності та стану агрегатів й самого автомобіля загалом, а також забезпечення водія інформацією про режим руху служить інтелектуальна вимірювальна інформаційна система автомобіля. В сучасних автомобілях такі системи мають різний склад та надають різну інформацію за результатами контролю та вимірювання конкретних параметрів. Взагалі до її складу входять: приладова панель, на якій розміщені вказівні та сигналізуючі прилади; маршрутний комп'ютер, бортова система контролю та різні датчики.

Об'єкти вимірювання часто мають дуже складний пристрій і в них можуть відбуватися багатогранні процеси та явища, тому окремі вимірювальні пристрої, що сприймають лише один параметр складного процесу, зазвичай не можуть забезпечити отримання достатньої інформації про об'єкт, особливо коли потрібно одночасно знати його параметри. Це необхідно, наприклад, для складних систем, до яких може відноситися і система автомобіля. Складні інтелектуальні вимірювальні інформаційні системи іноді забезпечують одночасний аналіз кількох десятків, іноді сотень величин, що характеризують стан певних об'єктів. Завдання, яке розв'язує інтелектуальна вимірювальна інформаційна система, пов'язано з одержанням необхідної інформації про стан об'єкта на підставі вимірювання параметрів, розрахування, у разі необхідності, їх значень та формування керувальних дій щодо функціонування об'єкту. Під час функціонування система створює тим самим досить повний, сукупний його опис об'єкту відповідно до поставленого завдання. Таким чином, відмінними рисами такої системи є:

- одночасне вимірювання багатьох параметрів об'єкта (тобто багатоканальність) та передача вимірювальної інформації в єдиний центр;
- подання одержаних даних (у тому числі їх уніфікація) у вигляді, найбільш зручному для подальшої обробки одержувачем;
- проведення аналізу одержаної інформації та
- формування сигналів керування.

При цьому серед одержаної інформації є не тільки результати вимірювань, а і якісні вимірювання, які надаються у вигляді неоцифрованих шкал або результатів аналізування знаходження параметру автомобіля у заданому допуску.

Таким чином, якість функціонування такої системи залежить від достовірності результатів вимірювань, яка буде пов'язана з достатністю точності одержаної інформації для користувача.

1 ОГЛЯД НАУКОВО ТЕХНІЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В АВТОМОБІЛІ

1.1 Огляд науково-технічних джерел щодо оцінювання точності технічних засобів

Термін «точність» широко використовується у науковій та технічній літературі, однак, визначення цього терміну значно відрізняється в залежності від того, для яких саме функцій технічного пристрою вона відноситься.

Значення слова «точність» застосовується у дуже різних значеннях. Наприклад, може бути точність стрілянини, точність формулювання, смислова точність, ступінь точної відповідності чомусь, обчислення з наближеною точністю, позначення виконання без жодних відхилень - наказ був виконаний точно.

За результатами розгляду науково-технічних джерел щодо інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобіля можна визначити наявність двох видів одержаної інформації: кількісна та якісна. Кількісна інформація надає конкретне чисельне значення у відповідній одиниці вимірювання. Якісна інформація подається у вигляді деякого судження або деякої частини неоцифрованої шкали, що не надає можливості встановити конкретне чисельне значення, чи вмикається звуковий/візуальний сигнал. На підставі цього можна поділити канали інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобіля на вимірювальні та індикаційні. При цьому індикація може бути текстова, звукова та світлова.

В міжнародній практиці поняття «точність» щодо технічних засобів за своїм визначенням також поділяється в залежності від виду інформації, що надається. Така класифікація залежить від призначення засобу. Якщо це засіб вимірювальної техніки (вимірювальний канал системи), то точність є

метрологічною характеристикою [1]. У разі засобу автоматизації це точностні характеристики.

З поняттям визначення точності пов'язані такі метрологічні властивості засобів як перевірка суттєвості систематичної та випадкової складових похибки, варіації, дрейфу, кореляції відліків, нормальності закону розподілу. Деякі технічні характеристики виробів, що відносяться до точністних характеристик, потребують їх контролю або оцінювання знаходження у встановленому допуску.

При цьому важливим є:

- вибір методики оцінки (контролю) метрологічних та точності характеристик виробів (тимчасового інтервалу між відліками вихідного сигналу, послідовності операцій подачі еталонних сигналів, обсягу вибірки);
- вибір алгоритму обробки інформації, що відповідає заданій (встановленій) сукупності метрологічних (точностних) властивостей засобів при оцінці (контролі) їх метрологічних або точностних характеристик;
- безпосередня оцінка (контроль) конкретних метрологічних (точностних) характеристик виробів;
- оцінка показників точності та достовірності оцінки (контролю) метрологічних і точностних характеристик засобів.

Для вимірювальних та інформаційних каналів для оцінювання (контролю) метрологічних та точностних характеристик окремих екземплярів засобів можуть застосовуватись такі індивідуальні характеристики:

- статична характеристика перетворення (для виробів, статичну характеристику яких встановлюють для конкретних екземплярів або в конкретних умовах застосування);
- похибка вимірювань або похибка встановлення якихсь параметрів;
- середнє квадратичне відхилення систематичної або випадкової похибки;
- математичне очікування похибки;
- систематична складова похибки;

- автокореляційна функція випадкової складової похибки;
- варіація;
- дрейф вихідного сигналу;
- вхідний та вихідний імпеданси;
- функція впливу;
- найбільші допустимі зміни метрологічних (точностних) характеристик;
- диференціальне рівняння;
- імпульсна характеристика;
- перехідна характеристика;
- функція перетворення;
- комплексна частотна характеристика;
- амплітудно-частотна характеристика;
- фазочастотна характеристика;
- час запізнення результатів вимірювань (перетворень);
- час встановлення вихідного сигналу;
- частота поновлення результатів вимірювань (перетворень).

Під час нормування або контролю характеристик можуть бути застосовані (проконтрольовані) такі метрологічні або точностні характеристики конкретного типу виробу:

- межа допустимої похибки;
- межа допустимої систематичної складової похибки;
- математичне очікування систематичної складової похибки;
- систематичної складової похибки;
- межа допустимого значення середнього квадратичного відхилення систематичної та/або випадкової складової похибки;
- межа допустимого значення варіації;
- допустиме значення дрейфу вихідного сигналу;
- допустимі нижні та верхні межі значень коефіцієнтів диференціального рівняння, а також аналітичного вираження повних динамічних характеристик;
- допустиме значення часу запізнення;

- допустиме значення часу встановлення показів (вихідного сигналу);
- допустиме значення частоти оновлення результатів вимірювань (перетворень).

При розробці раціональної методики оцінки (контролю) метрологічних та точності характеристик засобів із заданими показниками точності та достовірності попередня інформація про їх метрологічні та технічні властивості повинна включати:

- перелік випробуваних точок у діапазоні вимірювань (перетворень);
 - відомості про суттєвість випадкової складової похибки;
 - дані про наявність варіації;
 - відомості про суттєвість дрейфу;
 - значення систематичної складової похибки та середнього квадратичного відхилення випадкової складової похибки (для нормально розподіленої вибірки), а також коефіцієнтів асиметрії та ексцесу (для аномальних розподілів);
 - мінімально допустимий час між відліками послідовних значень похибки (за наявності кореляції вибірки);
 - вид диференціального рівняння або аналітичний вираз повної динамічної характеристики для лінійних засобів вимірювання та автоматизації;
 - допустимі інтервали лінеаризації динамічних властивостей виробів.
- Обсяги вибірки для отримання попередньої інформації визначаються на практиці.

Попередня інформація, необхідна для оцінки (контролю) типових метрологічних (точностних) характеристик виробів із заданими для конкретної моделі автомобіля показниками точності та достовірності, повинна включати:

- значення математичного очікування та середнього квадратичного відхилення даної характеристики;
- обсяги вибірки за кожною типовою метрологічною (точностною) характеристикою;

- перелік випробуваних точок у діапазоні вимірювань (перетворень), у яких оцінюють типові характеристики виробів.

Оцінювані (контрольовані) метрологічні та точностні характеристики можуть бути виражені в абсолютній, відносній або зведених формах та наведені до входу або виходу виробів.

При оцінці (контролі) метрологічних (точностних) характеристик виробів із заданими показниками точності та достовірності мають бути дотримані нормальні умови.

Попередню інформацію, необхідну для оцінки (контролю) метрологічних (точностних) характеристик виробів із заданими показниками точності та достовірності, встановлюють у послідовності, наведеній нижче:

- оцінюють, перевіряють суттєвість та, за необхідності, виключають дрейф;

- оцінюють, перевіряють суттєвість та, за необхідності, виключають варіацію;

- оцінюють та виключають систематичну складову похибки;

- оцінюють та перевіряють значущість кореляції, визначають інтервал кореляції, дають рекомендації щодо мінімального інтервалу часу для оцінки (контролю) похибки без урахування кореляції, а також максимального інтервалу часу між відліками для оцінки кореляційної функції похибки;

- оцінюють коефіцієнти асиметрії та ексцесу та перевіряють нормальність вибірки;

- визначають мінімальний обсяг вибірки, що забезпечує оцінку (контроль) характеристик із заданими показниками точності та достовірності;

- встановлюють методику збору та алгоритм обробки даних для оцінки (контролю) метрологічних та точностних характеристик.

Критерії суттєвості дрейфу, варіації та випадкової складової похибки повинні відповідати встановленим у технічному завданні на вимірювальну систему.

За відсутності зазначених критеріїв приймають такі критерії суттєвості:

- при орієнтовній оцінці похибки дрейф вважають суттєвим, якщо його максимальне значення за час експерименту перевищує 0,2 від допустимого значення;

- при точній оцінці похибки дрейф вважають суттєвим, якщо його середнє квадратичне відхилення перевищує 0,1 від допустимого значення похибки при несуттєвій випадковій складовій похибки і 0,3 від середнє квадратичне відхилення при суттєвій випадковій складовій похибки;

- при орієнтовній оцінці похибки варіацію вважають суттєвою, якщо значення перевищує 0,2 від допустимого значення похибки;

- при точній оцінці похибки варіацію вважають суттєвою, якщо середнє квадратичне відхилення складової похибки, обумовленої варіацією, перевищує 0,1 від допустимого значення похибки при несуттєвої випадкової складової похибки і 0,3 від середнє квадратичного відхилення при суттєвій випадковій складовій похибки;

- при орієнтовній оцінці похибки випадкову складову похибки вважають суттєвою, якщо максимальне її послідовних значень перевищує 0,2 від допустимого значення похибки;

- при точній оцінці похибки випадкову складову вважають суттєвою, якщо інтервал, у якому із заданою довірчою ймовірністю знаходиться її дійсне значення, перевищує 0,2 від допустимого значення похибки.

За відсутності в стандартах або технічних умовах на засоби конкретних типів (груп) вказівок про кількість та розташування випробуваних точок випробувані точки вибирають відповідними 5, 25, 50, 75, 95 % діапазону вимірювань (перетворень).

Якщо в процесі попередніх досліджень встановлено, що варіація несуттєва, подальші метрологічні випробування проводять у точках, що відповідають 0, 25, 50, 75, 100 % діапазону вимірювань (перетворень).

За наявності особливих точок (точок з екстремальними значеннями похибки або точок, у яких систематична складова похибки зазнає стрибок тощо) вони повинні включатися до випробуваних точок.

Метрологічні та точностні характеристики контролюють у всіх визначених вище точках.

Межу дозволеного значення похибки вимірювань при оцінці (контролі) метрологічних і точностних характеристик виробів вибирають виходячи з необхідних значень показників точності та достовірності результатів оцінки (контролю).

При оцінці метрологічних і точностних характеристик виробів приймають, що їх похибка може включати:

- похибку за рахунок варіації;
- дрейф;
- систематичну складову похибки;
- випадкову складову похибки.

Похибка засобів може бути оцінена (проконтрольована) без урахування складових або з урахуванням усіх чи деяких із них.

Таким чином, для оцінки точності можуть бути використані різні метрологічні та точностні характеристики, які вибираються в залежності від того, яка підсистема (канали) інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля розглядається. Також від обраної характеристики залежить вид та методика оцінки (контролю) метрологічних та точностних характеристик виробів на стадіях складання, налаштування, регулювання та інших технологічних етапах виготовлення виробів.

1.2 Огляд застосування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем в автомобілях

Склад інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем в автомобілях залежить від виробника та моделі автомобіля. Інтелектуальні вимірювальні інформаційні системи в автомобілях є багатоканальними, призначеними для перевірки функціонування багатьох параметрів системи на

підставі одержаної інформації [2-10]. Незалежно від виду інформації, що видається системою, всі її канали мають відповідні датчики.

Розглянемо основні системи автомобілю та датчики, які застосовуються.

Принцип дії системи управління двигуном базується на комплексному управлінні величиною моменту, що крутить, силового агрегату. Іншими словами, система управління призводить вироблений крутний момент до тієї величини, що відповідає конкретному режиму роботи двигуна. Системою розрізняються такі режими роботи силової установки:

- запуск,
- прогрівання,
- холостий хід,
- початок та продовження руху,
- переключення передач,
- здійснення гальмування,
- робота системи опалення та кондиціонування.

До цієї системи належать вимірювання детонації, концентрації кисню у відпрацьованих газах, температури охолоджуючої рідини, швидкості автомобіля, положення коленвалу, масової витрати повітря тощо.

1) Датчик детонації, який застосовується для контролю ступеня детонації під час роботи бензинового двигуна внутрішнього згорання. Датчик встановлюється на блоці циліндрів двигуна. Він є важливим компонентом системи керування двигуном, тому що дозволяє реалізувати максимальну потужність двигуна та забезпечити паливну економічність. Принцип дії датчика детонації заснований на п'єзоефекті. У конструкцію датчика включено п'єзоелектричну пластину, в якій при виникненні детонації на кінцях виникає напруга. Чим більше амплітуда та частота коливань, тим вища напруга. Коли напруга на виході датчика перевищує заданий рівень, що відповідає певному ступеню детонації, електронний блок управління коригує характеристику роботи системи запалювання у бік зменшення кута випередження запалення.

Таким чином, досягається оптимальна характеристика роботи системи для конкретних умов експлуатації.

При несправності датчика детонації (відсутності сигналу) на панелі приладів загоряється відповідна сигнальна лампа, двигун продовжує працювати.

Датчик детонації, що вийшов з ладу, впливає на динаміку та економічність двигуна. Принцип роботи електронного блоку управління такий, що при виникненні несправності датчика він встановлює заздалегідь пізніше запалення з метою безпеки, щоб унеможливити руйнування мотора. В результаті силовий агрегат працює, але починає споживати набагато більше палива, і погіршується динаміка машини. Погіршення динаміки машини особливо помітно при підвищених навантаженнях.

Основні симптоми, що вказують на те, що цей пристрій вийшов з ладу:

- падіння потужності;
- погіршення розгінних характеристик та різке збільшення витрати палива;
- димний вихлоп.

2) Датчик кисню призначений для визначення концентрації кисню у відпрацьованих газах, склад яких залежить від співвідношення палива та повітря в суміші, що подається в циліндри двигуна. Інформація, яку видає датчик у вигляді напруги (або зміни опору), використовується електронним блоком управління уприскуванням (або карбюратором) для коригування кількості палива, що подається. Для повного згоряння 1 кг палива необхідно 14,7 кг повітря. Такий склад паливо-повітряної суміші називають стехіометричним, він забезпечує найменший вміст токсичних речовин у відпрацьованих газах і, відповідно, ефективно їхнє «допалювання» в каталітичному нейтралізаторі.

Основна частина датчика - керамічний наконечник, виготовлений на основі діоксиду цирконію, на внутрішню та зовнішню поверхні якого методом напилення наноситься платина. З'єднання наконечника і корпусу виконано

повністю герметичним щоб уникнути попадання відпрацьованих газів у внутрішню порожнину датчика, сполучену з атмосферою. Керамічний наконечник знаходиться в потоці відпрацьованих газів, що надходять через отвори в захисному екрані. Ефективна робота датчика можлива за температури не нижче 350 °С. Тому, для швидкого прогріву після пуску двигуна, сучасні датчики забезпечують електричним нагрівальним елементом, що представляє собою керамічний стрижень зі спіраллю розжарювання всередині.

Всі елементи датчика кисню виготовлені з жаростійких матеріалів, тому що його робоча температура може досягати 950 °С. Вихідні дроти мають термостійку ізоляцію. У зв'язку з тим, що датчик кисню може виробляти електричний сигнал тільки при температурі більше 350 °С, датчики без нагрівача встановлюються у випускному трубопроводі ближче до двигуна, а з нагрівальними елементами перед нейтралізатором. Іноді встановлюється два кисневі датчики - до каталітичного нейтралізатора і після нього.

Функціонально датчик кисню працює як перемикач і видає напругу вище порогової (0,45 В) при низькому вмісті кисню у вихлопних газах.

Сучасні датчики кисню – з електричним підігрівом, яким керує електронний блок керування двигуном, змінюючи струм нагрівача. Відповідно, електронний блок управління контролює і справність ланцюга нагрівача, що дуже важливо.

3) Датчик температури охолоджуючої рідини.

Будь-який двигун потребує системи охолодження, оскільки в процесі інтенсивної роботи він піддається сильному перегріву, а температура всередині корпусу часом досягає 250 °С. За систему охолодження відповідає невеликий, але дуже важливий електронний пристрій - датчик температури рідини, що охолоджує. Вимірювальний канал температури охолоджувальної рідини візуалізує значення цієї температури у певний момент на панелі приладів автомобілю у вигляді індикаторної шкали без конкретного значення температури. За даними, що висвічуються на панелі приладів, водій може судити про ефективність роботи систем та вживати заходів.

4) Датчик швидкості автомобіля сконструйований за принципом ефекту Холла та видає на контролер частотно-імпульсний сигнал. Частота сигналу прямопропорційна швидкості руху автомобіля. Контролер використовує цей сигнал для управління роботою двигуна на холостому ході та за допомогою регулятора холостого ходу, керує подачею повітря в обхід дросельної заслінки. Датчик видає приблизно 6004 імпульси на кожен кілометр пройденого автомобілем шляху. По інтервалу між імпульсами контролер визначає швидкість руху автомобіля. Крім того, цей сигнал може використовуватися спідометром, встановленим на панелі приладів. На панелі приладів вказується вимірне значення швидкості автомобіля.

5) Датчик положення коленвала. Складається датчик колінчатого валу з капронового каркаса, який, у свою чергу, одягнений на сталевий сердечник намагнічений і заповнений обмоткою мідного тонкого проводу з ізоляцією з емалі. Для повної надійності обмотка даного каркаса герметизована компаундом (різновид смоли). Шків колінчастого валу має шістдесят зубців (два з них відсутні, це необхідно для генерування імпульсу синхронізації), які рівновіддалені один від одного і розташовані по колу через кожні шість градусів.

Під час руху колінчатого валу зубці змінюють магнітне поле датчика, утворюючи імпульси напруги. Внаслідок чого від датчика положення коленвала по синхронізуючому імпульсу контролер отримує інформацію про частоту обертання та положення колінчатого валу, на підставі цього розраховує момент часу, необхідний для спрацьовування модуля запалення та форсунок.

Також за датчиком положення колінчастого валу контролер відстежує кількість обертів двигуна і відповідно до режиму роботи двигуна управляє регулятором холостого ходу, таким чином додаючи або знижуючи подачу повітря в обхід закритої дросельної заслінки.

б) Датчик масової витрати повітря визначає кількість повітря, що йде на заповнення циліндрів під час роботи двигуна. Датчик встановлений у впускному тракті після повітряного фільтра і є одним з головних під час роботи

системи упорскування. У двигун приблизно попадає за один такт 1 частина палива і 14 частин повітря, тоді мотор працюватиме в оптимальному режимі. Якщо порушити це взаємини, буде або зменшення потужності двигуна або перевитрата палива. Тому цей датчик необхідний, щоб вимірювати ідеальну кількість повітря, що надійшло в двигун. Він розраховує кількість повітря і після цього відсилає інформацію головному комп'ютеру, який на підставі цих даних вже розраховує кількість необхідного палива. Чим більше натискати на педаль газу, тим більше повітря надходить у двигун. Цей датчик вимірює кількість повітря, що надійшло в двигун, що пов'язано з навантаженням двигуна.

Всі ці датчики сприймають різні параметри об'єкта вимірювання та перетворюють їх у відповідний сигнал. Далі, через вимірювальні перетворювачі цей сигнал уніфікується і передається по лініям зв'язку до єдиний пункт збору даних (мікроконтролера). Цей програмний пристрій приймає інформацію від датчиків і передає її одержувачу інформації – людині або пристрою. За такою структурною схемою будуються практично всі вимірювальні інформаційні системи.

Бортова система контролю – це інтелектуальна вимірювальна інформаційна система, що постійно поліпшується. У її функції входить все більше параметрів щодо інформування водія, у тому числі, про низку характеристик систем та агрегатів автомобіля, зміна стану яких не створює аварійного режиму роботи та не вимагає негайного втручання, а попереджає про необхідність вжиття заходів щодо технічного обслуговування.

Приклад вигляду інформаційної панелі для водія, яка формується сучасною бортовою системою контролю, наведений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Вигляд інформаційної панелі для водія, яка формується сучасною бортовою системою контролю

За допомогою бортової системи контролю з розвитком інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем надається все більш можливостей автоматизованого контролю різних параметрів, наприклад, рівня експлуатаційних рідин у заправних ємностях, стан гальмівних накладок, справність ламп приладів світлосигнальної апаратури, стан фільтрів тощо.

У будь-якому разі вимірювальні інформаційні системи необхідні як отримання інформації про різні параметри об'єкта вимірювання, та іноді отримані значення потребують їх попередньої обробки: порівняння отриманих значень параметрів зі значеннями, заданими як мінімальні (так звані уставки), визначення значення і знака різниць, обчислення деяких узагальнених (похідних) параметрів тощо. Розвиток інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем йде шляхом їхньої автоматизації. Автоматизація процесів вимірювання полягає у більш повній внутрішній обробці отриманої інформації, коли оператору замість повідомлення значень окремих параметрів по кожному каналу видається певний узагальнений показник роботи об'єкта, що

контролюється, визначений за значеннями ряду окремих параметрів. Найпростішими прикладами внутрішньої обробки є попередня елементарна обробка кількох вхідних параметрів.

2 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ АВТОМОБІЛЯ

2.1 Особливості застосування інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля

Система вимірювання параметрів автомобіля є складовою частиною сучасного автомобіля, і призначена для збору, обробки, зберігання та відображення інформації про режим руху і технічний стан автомобіля, а також навколишніх зовнішніх факторів. Для реалізації цього завдання і застосовується інтелектуальна вимірювальна інформаційна система автомобіля, яка надає інформацію на показуючі або реєструючі пристрої.

З погляду характеру інформації, що відображається, вимірювальні та інформаційні канали цієї системи надають інформацію, яку можна поділити на оперативну, додаткову (у тому числі контрольно-діагностичну) і зовнішню. Пристрої та прилади, що надають водію інформацію, входять до структури цих вимірювальних та інформаційних каналів.

Показуючі пристрої візуалізують одержану від датчиків інформацію.

В залежності від виду наданої інформації, вона може подаватися у вигляді чисельного значення у відповідній одиниці вимірювань або на індикаторі. На індикаторі інформацію оцінює водій в залежності від довжини шкали індикатора та положення покажчика на шкалі. Також інформація може надаватися у вигляді візуального, наприклад, вмикання світлового індикатора, та звукового сигналу.

Відповідно до огляду, наведеного у розділі 1, вимірювальні канали інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи інформують водія про швидкість руху автомобіля, частоту обертання колінчастого валу двигуна, напругу бортової мережі, кількість палива в баку, температуру охолоджуючої рідини, тиск масла тощо. Крім того, окремі вимірювальні та інформаційні канали надають інформацію водію про виникнення аварійних режимів та іншої

важливої інформації: у системі змащування двигуна – про падіння тиску масла, у системі охолодження – про перегрівання рідини, що охолоджує.

Для зниження трудомісткості та зменшення часу діагностування автомобіля вимірювальні канали інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи мають датчиків, які взаємодіють із вимірювальною величиною та надають відповідний вихідний сигнал, пропорційний значенню вимірювальної величини. Крім того, до виходу цих застосованих датчиків під час діагностування може підключатися діагностична апаратура, що дає істотні переваги щодо одержання необхідної інформації. За наявності на борту автомобіля діагностичного приладу, приєднаного до вимірювальної системи автомобіля, водій може самостійно з мінімальними витратами часу оцінити технічний стан автомобіля.

Взагалі одержання всієї необхідної інформації забезпечується наявністю відповідних датчиків у складі системи.

Сучасна концепція єдиної системи «водій — автомобіль — дорога — середовище» передбачає наявність не тільки оперативної та контрольної-діагностичної інформації про режим руху та стан автомобіля, але також зовнішньої інформації про стан доріг (зледеніння, затори, ремонт), карту доріг, оптимальний маршрут проходження та погодних умов. Ця інформація надходить системи в тому числі від датчиків, розміщених вздовж автомагістралі по всьому її протязі, спеціальних радіопередавальних станцій, по супутниковому зв'язку або зі спеціально записаної системи бази даних. На сучасному рівні функціонування системи автомобіля забезпечується такі інформаційні можливості, які раніше не відтворювалися, наприклад, панорамний відео огляд навколишнього простору, проектування напрямку руху автомобіля, індикація наявності перешкод у зоні невидимості, стеження за дорожньою розміткою.

Сучасний розвиток техніки дозволяє реалізовувати складні вимірювальні завдання контролю параметрів автомобіля із заданою точністю. Система автомобілю по суті є автоматизованою системою управління технологічними

процесами, які забезпечують контроль параметрів функціонування автомобіля. Тому, функціонування такої системи повинно забезпечувати оперативне отримання достовірної інформації про контрольовані параметри автомобіля та стан його обладнання, а також прийняття на основі отриманої інформації оптимальних керуючих впливів на пристрої управління.

Для отримання інформації про контрольовані параметри технологічного процесу і стан технологічного обладнання, використовуються вимірювальні та інформаційні канали інтелектуальної вимірювальної інформаційної систем, які представляють собою сукупність датчиків, ліній зв'язку, вимірювальних перетворювачів, реєструючих та показуючих пристроїв, що формують вимірювальні ланцюги кожного вимірювального каналу. За сучасним розвитком вимірювальної техніки датчики об'єднуються з вимірювальними перетворювачами, а мікропроцесор, реєструючі та показуючі пристрої входять до програмно-технічного комплексу системи автомобіля.

Програмно-технічний комплекс являє собою гнучку структуру апаратних і програмних засобів, які забезпечують управління і контроль об'єктами. Надійний контроль і управління технологічними процесами досягається застосуванням при розробці програмно-технічного комплексу сучасних контролерів - мікропроцесорних модулів, які виготовляються різними іноземними фірмами: «Tomson», «Serck Controls», «Emerson», «Motorolla», «MOSCAD», «ABB», «Octagon Systems», «Advantech», «ICP DAS», «GE FANUC» та іншими, а також і українськими підприємствами.

Взагалі, програмно-технічний комплекс є комплексом мікропроцесорних засобів автоматизації (мікропроцесорні контролери, пристрої зв'язку з контрольованим об'єктом), пристроїв індикації водію та мережі, що дозволяють з'єднувати різні компоненти, програмні контролери.

Функціональні можливості програмно-технічного комплексу забезпечують такі завдання контролю і управління, як:

- автоматичний контроль параметрів автомобіля;

- обчислення витрат палива і обсягу речовин, наявність яких контролюється;

- автоматичне управління деякими функціями автомобіля.

При виборі конструктивних і схемних рішень програмно-технічного комплексу враховуються такі чинники:

- гнучка структура апаратних і програмних засобів контрольованих параметрів;

- максимальна універсальність канального модуля зв'язку з об'єктом, що дозволяє забезпечити будь-яку необхідну конфігурацію аналогових і дискретних каналів;

- забезпечення модулями вимірювання і управління необхідною кількістю параметрів автомобіля;

- забезпечення модулем центрального контролера автомобіля обробки інформації з високою швидкістю і наявність достатнього числа зовнішніх портів для роботи з модулями автомобіля, різними зовнішніми пристроями.

Програмне забезпечення, що застосовується в програмно-технічному комплексі, є відкритим і універсальним для будь-якої конфігурації вимірювальних і інформаційних каналів, а також каналів керування.

Система автомобілю зазвичай має конкретну кількість вимірювальних, інформаційних каналів та каналів керування, яка визначається під час проектування певної моделі автомобіля.

Вимірювальні канали є каналами системи автомобіля, які надають значення вимірюваної величини, тобто, надають кількісне значення в одиницях вимірювань цієї величини.

Інформаційний канал надає інформацію водію без кількісного значення вимірюваної величини, тобто за допомогою відповідного індикаторного пристрою.

Канали керування надають керувальні дії до елементів автомобіля на підставі оброблення вимірюваної інформації програмним забезпеченням, встановленим у програмно-технічному комплексі.

Загальна структура інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля наведена на рисунку 2.1.

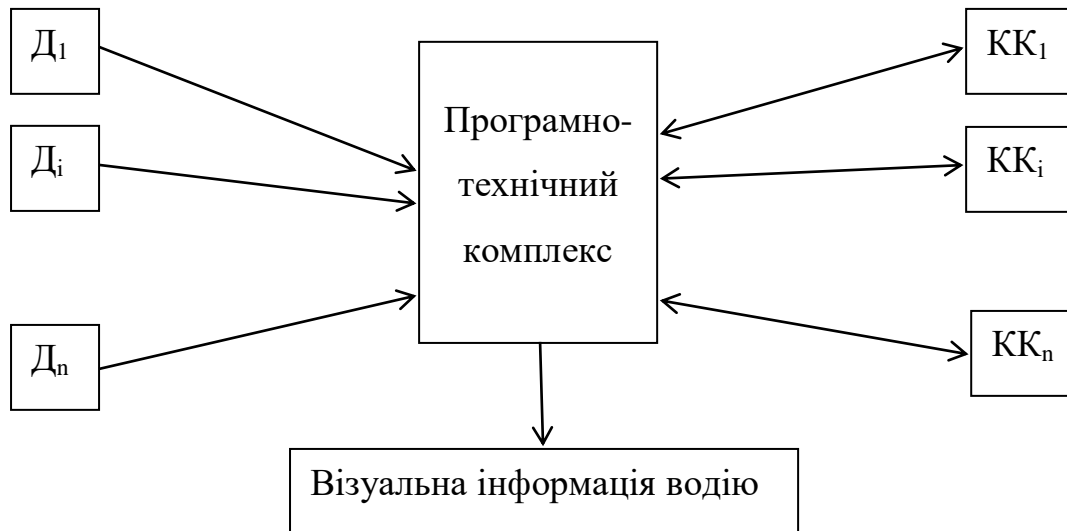


Рисунок 2.1 – Загальна структура інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля

У зв'язку з тим, що програмно-технічні комплекси розробляються звичайно під конкретні типи та моделі автомобілів, то для встановлення точностних характеристик каналів програмно-технічного комплексу проводиться їх контроль, метою якого є встановлення технічних характеристик каналів і підтвердження їх відповідності встановленим вимогам.

2.2 Визначення та контроль точностних характеристик каналів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля

Для кожного виду каналів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля є важливими значення їх точностних характеристик, які забезпечують достовірність одержаної інформації та ефективність функціонування самої системи.

Для вимірювальних каналів точностними характеристиками є метрологічні характеристики. Метрологічними характеристиками засобів

вимірювальної техніки вважаються точностні характеристики, які забезпечують необхідну точність вимірювань. За ДСТУ ISO 10012 [11] під метрологічною характеристикою вважається характерна особливість, яка може впливати на результати вимірювань.

До метрологічних характеристик вимірювальних каналів відносять, в першу чергу: діапазон та похибку вимірювань [12]. Під час проектування системи визначають необхідні значення цих характеристик на підставі встановлених вимог до контролю параметрів автомобіля. Ці вимоги відображаються у технічному завданні на розроблення системи, де обов'язково встановлюються вимоги до метрологічних характеристик вимірювальних каналів або його частин.

Після встановлення системи на автомобілі та дослідної її експлуатації обов'язково проводиться перевірка значень метрологічних характеристик вимірювань перед серійним виготовленням таких автомобілів.

Для інформаційних каналів проводиться також контроль відповідності наданої цими каналами інформації їх встановленим точностним характеристикам. При цьому перевіряється похибка вимірювань значення результату, отриманого програмно-технічним комплексом.

Для інформаційних та вимірювальних каналів під час встановлення відповідності їх точностним характеристикам проводять відповідні експериментальні дослідження.

Під час експериментальних досліджень, по-перше, проводять зовнішній огляд та опробування функціонування каналу. Експериментальні дослідження вимірювальних та інформаційних каналів проводять у послідовності, наведеній нижче.

1) Визначення методу досліджень – по-елементний (окремо досліджується датчик, вимірювальні перетворювачі та програмно-технічний комплекс) або комплектний (досліджується весь канал системи, еталонний сигнал подається на вхід каналу).

2) Визначення кількості досліджуваних точок по діапазону вимірювання або можливих значень параметру автомобілю.

Кількість досліджуваних точок в діапазоні повинно гарантувати отримання результатів із заданою довірчою ймовірністю.

Для кожного каналу в якості досліджуваних точок вибираються такі, які рівномірно розміщені в діапазоні вимірювання. Їх має бути не менше 5, включаючи 0 % і 100 % вимірюваної величини.

Для цього досліджуються точки 0, 25, 50, 75, 100 % робочого діапазону каналу. У разі неможливості проведення досліджень при 0 % та 100 % діапазону, проводять при 5 % та 95 % діапазону.

3) Визначення кількості спостережень в досліджуваних точках діапазону

Кількість спостережень в досліджуваних точках для отримання достовірних даних про похибку має бути не менше 10 циклів при зміні вхідного сигналу з боку менших (5) більших (5) значень до розрахункового значення в досліджуваній точці.

4) Набір статистичних даних результатів експериментальних досліджень каналу.

Результати експериментальних досліджень оброблюються відповідно до того, які характеристики визначені для цього конкретного каналу.

Розраховане значення похибки або відхилення порівнюється із значеннями, встановленими у технічному завданні на розроблення системи, із визначенням відповідності нормованим значенням.

Структура вимірювальних та інформаційних каналів системи до програмно-технічного комплексу наведена на рисунку 2.2.

Наведене на рисунку об'єднання датчика, лінії зв'язку та вимірювального перетворювача свідчить про те, що вони можуть бути виготовлені в одному корпусі.

Наведений на рисунку вимірюваний ланцюг об'єднує датчик, лінії зв'язку, вимірювальний перетворювач та програмно-технічний комплекс.

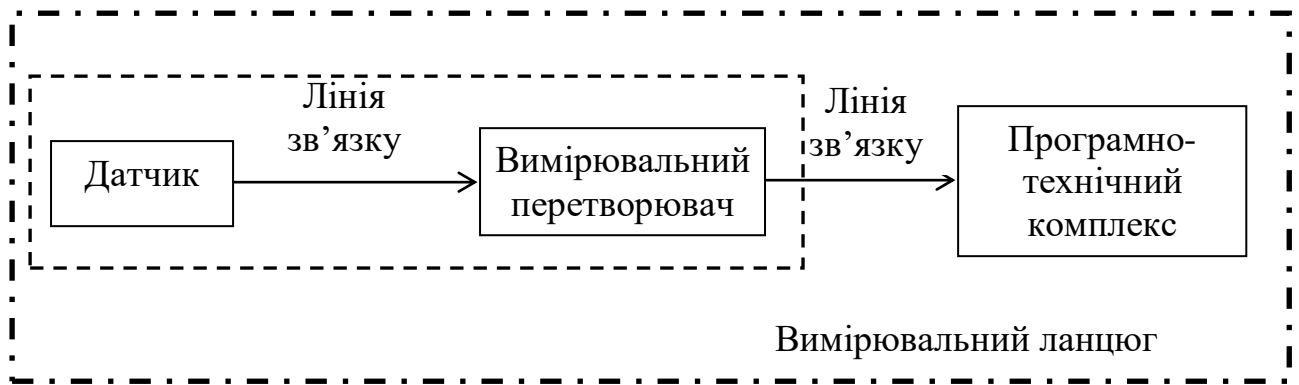


Рисунок 2.2 – Структура вимірювальних та інформаційних каналів системи автомобіля.

Відповідно до VIM [1], вимірювальний ланцюг – це послідовність елементів вимірювальної системи, яка становить єдиний шлях сигналу від датчика до вихідного елемента.

Вимірювальний канал є набором з одного або більше вимірювальних приладів та інших пристроїв, що включає за необхідністю джерела живлення, зібраний та пристосований для отримання інформації про виміряні значення величини в межах встановлених інтервалів для величин певних родів. Кожен вимірювальний канал є вимірювальною системою, який має відповідний вимірювальний ланцюг [1].

У разі нормування вимог щодо надання інформації системою автомобіля склад конкретного каналу визначається реалізацією оберненої задачі, під час рішення якої за нормованими вимогами вибираються необхідні компоненти вимірювального ланцюга.

На першому етапі дослідження метрологічних характеристик розраховується орієнтовне значення похибки компонентів. Для цього максимальне допустиме значення похибки вимірювального каналу поділяється між запланованими компонентами вимірювального або інформаційного каналу системи.

На другому етапі дослідження метрологічних характеристик проводиться аналіз відповідності орієнтовного значення похибки компонентів та дійсного

значення компоненту, який може бути застосований у цьому каналі вимірювальної системи.

Якщо дійсна похибка компоненту перевищує орієнтовне значення, використовується це можливе значення, перераховується орієнтовні значення для інших компонентів та продовжується підбір компонентів вимірювального каналу.

Після проведеного підбору всіх компонентів вимірювального каналу необхідно провести перевірку – попередній розрахунок сумарної похибки вимірювального каналу розрахунковим методом.

Основними технічними характеристиками вимірювальних та інформаційних каналів у системах автомобілю є швидкодія, точність відтворення та зчитування інформації, час зчитування інформації, інформаційна ємність, якість та контрастність зображення.

Швидкодія вимірювального каналу визначається як інтервал часу з моменту вимірювання значення контрольованого параметра до фіксації цієї зміни на показуючому пристрої каналу. Для створення водію оптимальних умов при прийнятті рішень швидкодія системи повинна бути мінімальною і залежати від характеру інформації, що відображається (наприклад, чи впливає інформація на безпеку дорожнього руху або носить другорядний запобіжний характер). Швидкодія залежить від технічних характеристик компонентів вимірювального каналу, в основному від інертності датчиків, що використовуються.

Показом вимірювального каналу є значення величини, що відображається на виході його вимірювального ланцюга (показуючому або реєструючому приладі).

Показ може бути представлений у візуальній або звуковій формі або може бути передано на інший пристрій. Показ часто представляється у вигляді позиції покажчика на дисплеї для аналогових виходів, відображеного чи надрукованого числа для цифрових виходів, кодової комбінації для кодових

вихідних сигналів або приписаного значення величини для матеріальних заходів.

Точність відтворення інформації (точність приладу) характеризує ступінь відповідності результату вимірювання дійсному значенню показника, що вимірюється. Точність вимірювального та інформаційного каналу визначається його максимально допустимою похибкою вимірювання.

Максимально допустима похибка визначає нормоване максимальне значення похибки для кожного вимірювального каналу.

Для вимірювальних каналів можуть нормуватися абсолютні, відносні та зведені похибки результату вимірювання [11]. А для інформаційних каналів перевіряється можливість оцінювання водієм інформації на індикаторі.

Похибка вимірювального каналу безпосередньо пов'язана з його чутливістю, яка визначається як відношення зміни показів вимірювальної системи до відповідної зміни значення величини, що вимірюється. Чутливість може залежати від величини, яка вимірюється. Зміна у значенні величини, що вимірюється, має бути більшою порівняно з роздільною здатністю.[1]

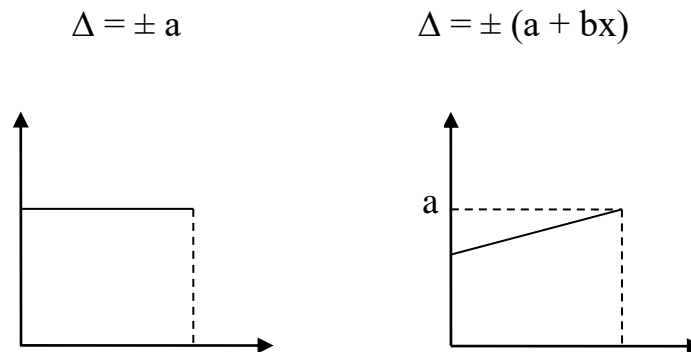
У загальному вигляді похибка використовується як характеристика поточної точності приладу, яка називається його роздільною здатністю.

Роздільна здатність є мінімальною різницею між візуалізованими показами, яка може бути помітна. Роздільна здатність визначається для приладів незалежно від того, який вид має його похибка.

Похибка результату вимірювання за показами вимірювального каналу може бути:

- якщо похибка показаного на виході вимірювального каналу значення не залежить від показника, що вимірюється, така похибка називається адитивною;
- якщо похибка показаного на виході вимірювального каналу значення прямо пропорційна вимірюваному показнику, така похибка називається мультиплікативною;
- якщо похибка показаного на виході вимірювального каналу значення одночасно має два види похибок (адитивної та мультиплікативної).

На рисунку 2.3 наведені графіки, які характеризують абсолютну похибку за діапазоном вимірювання X_m вимірювального каналу.



a – значення максимально допустимої похибки, адитивна складова;

$b x$ - мультиплікативна складова.

Рисунок 2.3 – Значення абсолютної похибки вимірюваного каналу за діапазоном вимірювання

Для інформаційного каналу точність зчитування інформації значною мірою залежить від водія, тому вимоги до надання показів вимірювальною інформаційною системою повинні враховувати його можливості. На точність зчитування інформації впливають число та взаємне розташування показуючих елементів інформаційних каналів (тобто ергономічні характеристики панелі приладів), якість приладів (розмах шкали показчика, яскравість та контраст світлових індикаторів).

Наприклад, дослідження інформаційних властивостей сигналізаторів показали, що найбільше значення ймовірності виявлення сигналу в тому випадку, якщо вони розташовані в ряд у верхній частині панелі приладів [3]. При цьому можливість виявлення сигналу при однорядному розташуванні сигналізаторів зменшується зліва направо. Найбільшу ймовірність непізнання сигналу мають сигналізатори, розташовані вертикально у правій частині панелі приладів.

Час зчитування інформації з пристрою безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху. Його можна зменшити за рахунок зменшення частки надмірної інформації, що відображається приладом, а також за рахунок забезпечення водію оптимальних умов роботи з приладом (розмах шкали, яскравість, контраст, додаткові звукові сигнали для привернення уваги).

Час, необхідний для зчитування інформації з приладу, залежить від граничного часу сприйняття людиною зорової інформації, обсягу надмірної інформації, що відображається на панелі та від мінімально необхідного обсягу інформації для приладу даного призначення.

Наприклад, вважається, що для спідометра оптимальною ціною розподілу є інтервал 5 км/год. Подальше збільшення числа поділів шкали є невиправданим, оскільки кількість необхідної (корисної) інформації при цьому практично не зростає, а час зчитування показів приладу збільшуватиметься.

Умовою забезпечення безпеки дорожнього руху з погляду відволікання водія на зчитування показів з показуючих приладів на панелі є врахування часу, необхідного для зчитування інформації, та допустимий час зчитування.

Час, який витрачається на зчитування показів контрольних приладів враховує:

- час повернення водія на дорогу;
- час переведення погляду з дороги на панель приладів;
- час пошуку приладу, з якого зчитується інформація;
- час прийому інформації з одного приладу;
- число приладів, покази яких зчитуються;
- час переведення погляду на прилад.

Однією із важливих характеристик інформації є частота звернень водія до приладів. Під частотою звернення до конкретного приладу мається на увазі кількість свідомих чи рефлекторних актів отримання водієм інформації про стан автомобіля, двигуна чи інших агрегатів та систем за допомогою контрольних приладів за одиницю часу. Частота звернення водія до показуючих приладів при керуванні автомобілем є одним із показників, що

характеризують ступінь необхідності приладів, а також дає кількісну характеристику процесу сприйняття інформації.

Частота звернення до приладів залежить від умов руху, справності двигуна та контрольованих систем, а також від професійної підготовленості водія. Чим частіше водій контролює стан системи, тим менша ймовірність її аварійної поломки. Але оскільки надто часте звернення до контрольних приладів призводить до погіршення умов безпеки дорожнього руху, можна припустити, що водій інтуїтивно, ґрунтуючись на особистому досвіді, вибирає частоту звернення до конкретного приладу, що забезпечує досить надійний контроль за мінімальних витрат часу та уваги.

Для інформаційних каналів системи, які є надають інформацію щодо стану будь-якого параметру автомобіля, значення якого відображається у нецифрованому вигляді (шкала показу температури охолоджувальної рідини, кількість палива у баці тощо) оцінка похибки вимірювань не оцінюється, а встановлюється якісна характеристика оцінки значення параметру (палива більше половини бака або двигун нагрівся до допустимого рівня температури).

Для таких каналів точність характеризується, наприклад, максимальної допустимою похибкою порівняння регулятора, абсолютними граничними значення відхилення регульованої величини або як граничні значення (допуск) до запропонованого діапазону керованої величини. Додаткові похибки від зміни впливових величин та інших величин, встановлених залежно від специфіки вимірювального каналу, повинні визначатися для всього діапазону впливу, що допускається, і нормуватися у вигляді допустимих максимальних значень для встановленої ширини діапазону зміни впливу величини. При цьому додаткові похибки повинні вказуватися для зростаючих відхилень значень величини, що впливає. Кожна додаткова похибка повинна відноситися до нормуючого значення, яке вказується для меж основної допустимої похибки.

Якщо номінальна статична функція перетворення передбачає налаштування в межах ширших, ніж це необхідно для виключення допусків,

значення основних характеристик повинні нормуватися не менше ніж для обох граничних значень налаштування.

Нормоване значення ширини зони нечутливості та порогу реагування має відноситися до нормуючого значення вхідної величини, яке відповідає нормуючому значенню вихідної величини.

Для контролю відповідності значень характеристик встановленим нормам повинна складатися програма контролю, яка встановлює для періодичних або приймально-здавальних випробувань послідовність контролю, а також оцінку результатів.

Програма контролю повинна враховувати програми випробувань інших властивостей автомобіля, наприклад, спільна програма випробувань визначення додаткових похибок і підтвердження стійкості проти впливу зовнішніх чинників під час експлуатації і транспортуванні.

Засоби контролю, необхідні для проведення контролю характеристик вимірювальних та інформаційних каналів системи автомобілю, повинні встановлюватися окремо для випробувань залежно від виду випробувань та вимог, що висуваються до їх точності.

Для каналів керування встановлюється точність видання програмним забезпеченням програмно-технічного комплексу сигналів керування.

Канали керування за ДСТУ 2709 [13] є функціонально об'єднаною частиною системи автомобіля, яка призначена для формування сигналу керування функціонуванням відповідного елемента автомобіля на підставі одержаного значення вимірюваної величини, порівняння його із заданим значенням, вибору програмно-технічним комплексом сигналу керування та його реалізації системою.

При цьому сигнал керування є енергетичним сигналом, який формується на виході каналу керування з метою змінення параметра автомобіля або підтримання його на певному рівні.

Для каналів керування точностною характеристикою є похибка каналу керування, яка встановлюється як похибка керувальної дії, що дорівнює різниці між номінальним та дійсним значеннями параметру сигналу керувальної дії.

Контроль точностних характеристик усіх видів каналу системи автомобіля повинен проводитися для перевірки відповідності конкретному типу автомобіля згідно із встановленими допустимими значеннями характеристик.

Для проведення контролю відповідності точностних характеристик системи автомобіля допустимим значенням перед початком контролю всі канал необхідно стабілізувати при нормальних умовах. Цей процес стабілізації передбачає попереднє прогрівання двигуна автомобіля або тільки підключення акумулятора автомобіля. Результати контролю повинні бути внесені до протоколу встановленою форми у паперовій або електронній формі.

У протоколі контролю мають бути дані, що однозначно характеризують:

- контрольовані канали;
- засоби контролю;
- найменування організації (підприємства), що здійснюють контроль;
- дату та час контролю;
- значення умов навколишнього середовища під час контролю;
- допустимі значення точностних характеристик каналів;
- значення суттєвих похибок вимірювальних систем, що використовуються для контролю;
- значення установки початкового значення вхідної величини та нормуючого значення (різниці перемикавання), обчислені значення відхилень;
- результат контролю.

Під час експериментальних досліджень допускається не контролювати характеристики, що залишаються постійними (наприклад, номінальні умови, передбачені значення характеристик, похибка використовуваного контролю засобу вимірювань, час стабілізації). Для цих умов необхідно зробити посилання на методику контролю. Допускається також розробляти скорочену

програму контролю, до якої входить контроль найважливіших значень характеристик автомобілю.

Контроль основної похибки та її складових для вимірювального каналу з безперервною функцією перетворення заснований на перевірці встановлених характеристик точності.

Оцінка полягає у визначення залежності вихідної величини від вхідної величини при не менш ніж дворазовій циклічній зміні діапазону вхідної величини в обох напрямках (прямому та зворотному).

При цьому визначається відношення вихідної величини до вхідної величини не менше, ніж у п'яти точках нормуючого значення. При лінійній номінальній статичній функції перетворення необхідно вибирати контрольовані точки, переважно, рівномірно розташовані в діапазоні вхідної величини. При нелінійній функції перетворення розташування контрольованих точок та їх число повинно відповідати необхідної точності та формі статичної характеристики, що оцінюється. Крайні точки повинні бути нижньою та верхньою межами нормованого значення.

При визначенні статичної функції проводиться циклічна зміна діапазону вхідної величини так, щоб напрям наближення до обраних контрольованих точок не змінювався і зміна вхідної величини переривалася тільки в контрольованих точках. Швидкість зміни вхідного сигналу або вхідної величини повинна бути такою, щоб на виході не відбулося викиду.

Циклічну зміну переважно починати з точки, що відповідає середньому значенню, і закінчувати в точці, яка передує тій, з якої почалася зміна. Якщо у стандартах виробу конкретного типу немає інших вказівок, загальний час контролю (всіх циклів) має перевищувати 2 год.

У програмі контролю інформаційних каналів конкретного типу також допускається встановлювати менш ніж дворазову циклічну зміну; при числі точок нормуючого значення не менш 5.

Найбільші позитивне і негативне значення відхилень порівнюють зі значеннями допустимих меж. Якщо обидва ці значення не перевищують

допустимих меж, значення параметру, то канал задовольняє вимогам, зазначеним для меж основної похибки та відповідає нормованим характеристикам точності.

Для каналів керування під час перевірки точностної характеристики - похибки сигналів керування, за допомогою програмного забезпечення програмно-технічного комплексу задаються значення цього сигналу. На виході каналу керування вимірюється значення наданої керувальної дії.

Значення точностних характеристик каналів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи зазвичай визначаються в нормальних умовах, приклад яких наведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Допустимі значення впливних величин під час контролю точностних характеристик каналів

Найменування впливу величини	Номінальне значення та допустимі відхилення або номінальний діапазон або опис (нормальні умови)
Температура навколишнього повітря, °С	Номінальне значення: 20 або 23
Відносна вологість, %	Від 45 до 75
Атмосферний тиск, кПа	Від 84 до 106,7
Напруга постійного струму електричного живлення	В залежності від типу автомобіля та його режиму роботи
Зовнішні електромагнітні умови	Клас Е3
Зовнішні механічні умови	Клас М3

Номінальне значення температури навколишнього середовища 20 °С або 23 °С залежить від значення встановленого виробником, як номінальне значення температури повітря. У різних країнах це номінальне значення може приймати одне з цих двох наведених значень.

Стосовно зовнішніх електромагнітних умов розглядають такі впливні величини:

- переривання напруги;
- короткочасні падіння напруги;

- перехідні процеси в силових та/або сигнальних колах; електростатичні розряди;
- радіочастотні електромагнітні поля;
- наведені радіочастотні електромагнітні поля на силових лініях та/або сигнальних колах;
- викиди напруги і струму в силових лініях та/або сигнальних колах.

Зовнішні електромагнітні умови для компонентів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи повинні відповідати класу E3, який застосовується для тих компонентів системи, які живляться від акумулятора автомобіля. Такі технічні засоби повинні відповідати вимогам класу E2 і таким додатковим вимогам:

- падіння напруги, викликане підключенням стартера-мотора двигуна внутрішнього згоряння;
- перехідні процеси через падіння навантаження у разі розрядження акумулятора, відключеного при працюючому двигуні.

Стосовно зовнішніх механічних умов розглядають такі впливні величини, як вібрація та механічний удар.

До класу M3 належать технічні засоби, які використовують в місцях, де рівень вібрації і ударів високий або дуже високий, наприклад, для засобів, що є компонентами вимірювальної інформаційної системи автомобіля, тобто встановлені безпосередньо на машинах.

Визначення вимог до компонентів вимірювальної інформаційної системи автомобіля, які враховують можливі впливи на них, є дуже важливим під час експлуатації автомобіля та повинно бути враховано ще на етапі проектування всього обладнання автомобіля через те, що умови експлуатації безпосередньо впливають на точність отриманих системою результатів.

Під час проведення перевірки точностних характеристик розробленої інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи або її ремонту для забезпечення достовірності результатів та якості проведених робіт бажано застосовувати відповідну методіку перевірки, в якій для проведення

експериментальних досліджень обов'язково повинні бути вказані умови проведення цих досліджень.

Таким чином, під час проектування та для перевірки каналів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи повинна бути розроблена методика оцінювання точності для різних типів каналів. У зв'язку з тим, що немає стандартизованої такої методики, для її розроблення необхідно проаналізувати, яким чином може реалізуватися інтелектуальна вимірювальна інформаційна система автомобіля.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ, ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛІВ ТА КАНАЛІВ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

3.1 Дослідження застосованих моделей реалізації візуальної інформації

Для встановлення можливих рішень щодо реалізації вимірювальних, інформаційних та каналів керування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем були розглянуті легкові автомобілі фірми Nissan. Такі легкові автомобілі випускаються з аналоговим лічильником та кольоровим дисплеєм або з повноекранним дисплеєм.

Вимірювальна інформаційна система такого автомобіля дозволяє отримати інформацію щодо вимірювальних та інформаційних сигналів на таких показуючих пристроях:

- спідометр та одометр;
- тахометр;
- датчик температури охолоджуючої рідини двигуна;
- покажчик рівня пального;
- система ЕСО;
- індикатори, візуальні та звукові сигнали попередження;
- інформаційний екран автомобіля;
- повідомлення та нагадування системи допомоги водію на інформаційному екрані автомобіля;
- годинник та термометр зовнішньої температури тощо.

Спідометр показує швидкість руху автомобіля, градуювання його шкали залежить від варіанту виконання автомобіля. Найбільш раціональним є застосування спідометра з поділкою шкали не менш 5 км/год, що сприяє оптимальності отримання інформації щодо швидкості автомобіля водієм. Зазвичай, діапазон вимірювання спідометра від 0 км/год до 250 км/год.

Дані одометра відображаються на інформаційному екрані автомобіля та надають дані про загальну відстань, яку проїхав автомобіль.

На підставі цих даних вимірювальною інформаційною системою розраховуються додаткові дані, наприклад, відстань до порожнього бака - запас ходу до порожнього бака, що надає інформацію про відстань, яку ви можете проїхати без заправки. Показник запасу ходу по пальному обчислюється безперервно з урахуванням кількості пального у баку і фактичної витрати пального. Дані на екрані оновлюються кожні 30 секунд. Також системою передбачена функція попередження про мінімальний запас пального. Якщо рівень пального низький, на екрані відображається попередження, а відповідний дисплей стає жовтим. Якщо не заправити бак, то при подальшому зменшенні кількості пального замість даних про запас ходу на екрані з'явиться попередження у вигляді звукового або світлового сигналу.

Тахометр відображає швидкість обертів двигуна та надає інформацію у одиницях вимірювань «оберти за хвилину». При цьому водії також надається інформація про наближення швидкості обертання двигуна до недопустимого рівня.

Датчик температури охолоджуючої рідини вказує температуру охолоджувальної рідини двигуна на відповідній шкалі, де конкретні значення температури не вказується. Тому водій знає, що температура охолоджувальної рідини двигуна знаходиться в нормальному діапазоні, якщо стрілка покажчика розташована в зоні до відповідної позначки на шкалі. Температура охолоджувальної рідини двигуна залежить від температури навколишнього середовища і режиму руху автомобіля. Одержана водієм інформація застосовується для прийняття відповідних рішень. Наприклад, якщо стрілка покажчика температури охолоджувальної рідини двигуна знаходиться поблизу верхньої межі робочого діапазону, необхідно понизити частоту обертання колінчастого валу, щоб температура двигуна знизилась. А якщо під час руху стрілка покажчика виходить із зони нормальної температури, негайно зупиніть автомобіль. Це дозволяє уникнути серйозної несправності двигуна та порушення безпеки застосування автомобіля.

Показчик рівня пального надає дані від манометра палива. Дані від манометра палива надходять на цей показчик тільки, коли запалювання автомобіля увімкнено. Стрілка показчика не вказує на конкретне значення рівня пального, а показує його знаходження у певному діапазоні. Тому стрілка показчика може змінювати своє положення під час гальмування, проходження поворотів, при прискоренні, а також під час руху під гору та вниз. При низькому рівні палива в баку на інформаційному екрані автомобіля з'являється відповідне попередження.

Система ЕСО працює на підставі даних щодо використання пального та даних одометра. Вона дозволяє водію мати інформацію щодо показників економії пального як на підставі поточних даних, так і на підставі аналізування попередньої інформації. Канал такої системи є обчислювальним, так як він визначає показники економії пального на підставі інформації, одержаної іншими вимірювальними каналами системи з урахуванням часу руху автомобіля.

Деякі моделі надають інформацію водію про тиск в шинах за допомогою відповідного вимірювального каналу.

Інформаційні канали системи автомобіля надають інформацію на цілий ряд індикаторів та формують візуальні та звукові сигнали попередження. Робота всіх цих каналів основана на наявності відповідних датчиків, вимірювальних перетворювачів та функціонування програмного забезпечення, вбудованого в програмно-технічний комплекс. Це дозволяє для одержання інформації водієм порівнювати отримані значення із нормованими значеннями.

Інформаційні канали інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи надають візуальні та звукові сигнали для безпечності застосування автомобіля. Такими сигналами можуть бути:

- попереджувальний сигнал системи запобігання блокуванню гальм;
- попереджувальний сигнал системи екстреного гальмування;
- індикатор виявлення транспортного засобу попереду;
- попереджувальний індикатор про втручання у сліпу зону;

- попереджувальний індикатор системи попередження про виїзд зі смуги;
- попереджувальний індикатор низького рівня пального;
- попереджувальний сигнал розрядження акумуляторної батареї;
- попереджувальний сигнал низького рівня тиску в шинах;
- індикатор ближнього світла;
- індикатор замикання дверей тощо.

Велике значення мають канали керування системи автомобіля. Наприклад до таких каналів відноситься система допомоги у керуванні кермом, яка або контролює відсутність рук на кермі, або допомагає під час управління автомобілем.

Якщо впродовж певного часу водій не тримає руки на кермі або прибирає руки з керма, з'являється попередження. Якщо після спрацювання попередження водій не візьме керування на себе, пролунає звукове попередження і на інформаційному екрані автомобіля заблимає повідомлення, після чого система незначно загальмує автомобіль, щоб змусити водія знову взяти керування автомобілем на себе. Якщо водій не реагує, автомобіль автоматично вмикає аварійний сигнал та сповільнюється до повної зупинки.

На рисунку 3.1 наведений приклад інформаційного екрана автомобіля, на якому може бути розташована вся важлива для водія інформація про стан автомобіля та значення його параметрів.

Ці параметри індикуються у вигляді, доступному для водія, який вибирає важливі для нього за допомогою меню. Застосування сучасних екранів дозволяє забезпечити швидкість надання та отримання водієм необхідної інформації у зручному вигляді та таким чином підвищити рівень оптимальності отримання інформації водієм.



Рисунок 3.1 – Приклад інформаційного екрана автомобіля

Таким чином, застосування інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля реалізується на різних моделях автомобіля в різних варіантах. Однак, як виробники, так і спеціалісти з ремонту не мають стандартизованих методик щодо проведення контролю вимірювальних, інформаційних каналів та каналів керування цих систем. Проведений розгляд реалізованих на практиці систем показав, що у сучасному автомобілі є в наявності всі ці три типи каналів.

3.2 Оцінювання точності в залежності від реалізації вимірювальних та інформаційних каналів системи автомобіля

Вимірювальні канали надають візуальну інформацію на показуючі прилади, які можуть бути аналогові та цифрові. Особливістю вимірювальних каналів є те, що за наявними показуючими приладами можливо визначити кількісне значення виміряної величини.

Для вимірювання швидкості автомобіля застосовується вимірювальний канал, показуючим приладом для якого є спідометр - спеціальний пристрій на бортовій панелі машини, що показує реальну (миттєву) швидкість автомобіля. Зазвичай відносна похибка спідометра нормується у діапазоні від 5 % до 10 %. А діапазон вимірювання – від 0 км/год до 220 (240, 250) км/год. Ціна поділки

5 км/год або 10 км/год. Такі метрологічні характеристики відповідають вимогам оптимальності отримання інформації водієм щодо швидкості автомобіля.

Принципи роботи спідометра різні. Наприклад, якщо машина має:

- задній привід, то спідометр отримує інформацію про швидкість з датчика обертів вторинного валу коробки. У такому випадку миттєва швидкість автомобіля залежить від радіуса коліс, похибки самого показуючого пристрою та передавального числа редуктора на задньому мості;

- передній привід, то інтенсивність руху виміряють датчиком на приводі лівого колеса. В цьому випадку похибка залежить від траєкторії руху автомобіля по дорозі. Під час повороту наліво значення швидкості є меншим, а під час повороту направо — більшим;

- у сучасних автомобілях інформація щодо обертання колеса одержується від кожної пари коліс, а одержане значення швидкості - середнє, яке розраховується програмно-технічним комплексом за дуже короткий проміжок часу, фактично долі секунди, та подається на спідометр. Також ця формація застосовується для функціонування інших каналів – керування.

Існують різні різновиди спідометрів автомобіля за типом індикатора та принципом дії. Саме за принципом вимірювання можна визначити, наскільки точними є параметри і якою буде похибка.

За принципом дії спідометри можуть бути механічні, електромеханічні та електронні. У сучасних автомобілях, у яких є інтелектуальна вимірювальна інформаційна система, застосовуються електронні спідометри, тому що вони мають більшу точність та швидкодію.

Зовнішній вигляд спідометрів показаний на рисунках 3.2-3.4.



Рисунок 3.2 – Механічний спідометр



а)



б)

а) внутрішня частина спідометра;

б) зовнішня частина спідометра – показуючий пристрій.

Рисунок 3.3 – Електро-механічний спідометр



а)



б)

а) внутрішня частина спідометра та вигляд цифрового показника;

б) зовнішня частина спідометра – вигляд аналогового показника.

Рисунок 3.4 – Електронний спідометр

На рисунку 3.4 б) зліва від спідометра також показаний показник обертів двигуна – тахометр, який встановлюють на автомобілях з метою вимірювання частоти обертання колінчастого валу двигуна в обертах за хвилину. Він показує частоту обертання двигуна та необхідний, щоб водій не

перевищував максимально допустимі обороти двигуна. На шкалі визначено максимальні значення частоти обертів (7000 обертів за хвилину) та допустимі значення частоти обертів для конкретної моделі автомобіля. Ціна поділки може складати 100, 200 або 250 обертів за хвилину.

На сучасних автомобілях установлюються аналогові і цифрові електронні тахометри. Аналогові прилади обладнані стрілкою, яка переміщається щодо циферблата з поділками. Цифрові тахометри відрізняються електронним табло, на якому відображаються відомості про поточні оберти колінчатого вала. Вони можуть бути не виділені в окремий прилад, а бути частиною дисплея панелі приладів. Вважається, що аналогові прилади більш зручні. Водій швидше і легше сприймає кут відхилення стрілки, ніж абстрактне цифрове значення. Однак, цифрове табло забезпечує високу точність вимірювання.

Аналоговий тахометр реєструє імпульси, що надходять з котушки запалювання або датчика обертів, встановленого на колінчатому валу двигуна або з бортового комп'ютера, який реалізує програмно-технічний комплекс. Електромагнітна котушка перетворює енергію імпульсів в електромагнітне поле, яке відхиляє стрілку. Чим частіше приходять імпульси, тим вище напруженість поля і більше відхилення стрілки по циферблату. При зменшенні частоти обертання імпульси починають надходити рідше. Напруженість поля знижується і стрілка під впливом пружини повертається у вихідну позицію.

Електронний тахометр використовує магнітний датчик, розташований поряд з частиною двигуна, що обертається, для створення електричних імпульсів з частотою, пропорційної швидкості обертання двигуна.

Точність вимірювання аналогових пристроїв досить умовна. При високій частоті обертання колінчатого вала двигуна — похибка становить від 50 об/хв до 400 об/хв, тобто вона значна.

Для правильної роботи двигуна та досягнення заявленої витрати палива необхідно знати правильне значення кількості обертів холостого ходу. Однак, від 1000 об/хв і нижче покази тахометра стають нелінійними, і чим нижче

обороту двигуна, тим більше нелінійним стає значення, що відображається на тахометрі.

На рисунку 3.5 наведено зображення шкали тахометра, на якій червоним кольором позначено обороти двигуна, які не рекомендовано досягати. Також видно значення діапазону вимірювань та показ тахометра.



Рисунок 3.5 – Зображення шкали тахометра

Похибка тахометра автомобіля Masda, передбачена заводом – виробником становить на холостому ходу ± 60 об\хв, а у заводській інструкції на тахометр наведена наступна таблиця похибок (таблиця 3.1) для справного автомобіля при повністю зарядженому акумуляторі.

Таблиця 3.1 – Значення похибок тахометра

Дійсні значення за тахометром, об\хв	Можливі поточні значення за тахометром, об\хв
650	від 589 до 711
1000	від 945 до 1079
2000	від 1963 до 2129
3000	від 2980 до 3180
4000	від 3998 до 4231
5000	від 5016 до 5282
6000	від 6034 до 6332
7000	від 7051 до 7383

Таким чином, максимальна абсолютна похибка тахометра для цієї моделі автомобіля досягає 383 об\хв за даними виробника.

Для інших вимірювальних каналів, що мають аналоговий показуючий прилад, можна також проаналізувати їх метрологічні характеристики.

Для вимірювальних каналів, що надають інформацію у цифровому вигляді, роздільна здатність визначається в залежності від достатності одержуваної інформації. Наприклад, для одометра повний пробіг автомобіля візуалізується з роздільною здатністю 1 км, а для одометра поточного пробігу - з роздільною здатністю 100 м.

Одометри всіх видів, встановлені на автомобілі різних моделей, не належать до класу точних приладів. Але для кожного виду даних приладів встановлено допустимі похибки. А з часом через фізичне зношування деяких вузлів автомобіля ця похибка збільшується. Також, за технічними вимогами ЄЕК ООН № 39 [14], що встановлюють єдині приписи з офіційного затвердження транспортних засобів щодо механізму для вимірювання швидкості, включаючи його встановлення, спідометри не можуть занижувати свідчення, тому і одометр конструктивно пов'язаний зі спідометром, як правило, дає завищені свідчення. Середня похибка спідометра за цими правилами може бути лише позитивною, а максимальна допустима похибка спідометра встановлена як $(10 \% + 6)$ км/год. Зазвичай, за різними даними, автовиробники завищують покази швидкості та одометра на $(5-10) \%$.

Механічний одометр має власну похибку до 5 %. Залежно від умов експлуатації автомобіля, зношування вузлів та агрегатів, використання позаштатних запчастин сумарна похибка одометра може досягати від 12 % до 15 %. Результати вимірювання електромеханічного одометра засновані на показах електронного вимірювача числа імпульсів від датчика швидкості, тобто покази приладу пропорційні числу імпульсів за одиницю часу. Електромеханічний одометр є більш точним за механічний, і похибка його становить від 5 % до 7 %.

Що стосується інформаційних каналів, то вони відрізняються від вимірювальних каналів поданням інформації. В інформаційних каналах інформація подається візуально із застосування закруглених та прямих шкал.

На цих шкалах чисельні значення не наводяться. Однак, можуть міститися позначення критичних значень або діапазонів за допомогою рисок або кольорових позначень.

Інформація, отримана за допомогою таких інформаційних каналів, так як і у вимірювальних каналів, одержується за допомогою датчиків, які взаємодіють із вимірюваною величиною, вимірювальних перетворювачів та програмно-технічного комплексу. Відповідно до встановленого програмного забезпечення програмно-технічного комплексу на підставі порівняння з допустимими про нормованими значеннями формується інформаційний сигнал.

Під час перевірки таких інформаційних каналів важливо перевірити покази сигналу у критичних точках. Інші значення є тільки інформативними та їх точність не є важливою.

Прикладом візуалізації показів інформаційних каналів є значення, наведені на шкалах температури охолоджуючої рідини двигуна та рівня пального у баку автомобіля.

На рисунку 3.6 наведено приклади шкал температури охолоджуючої рідини двигуна для різних моделей автомобіля

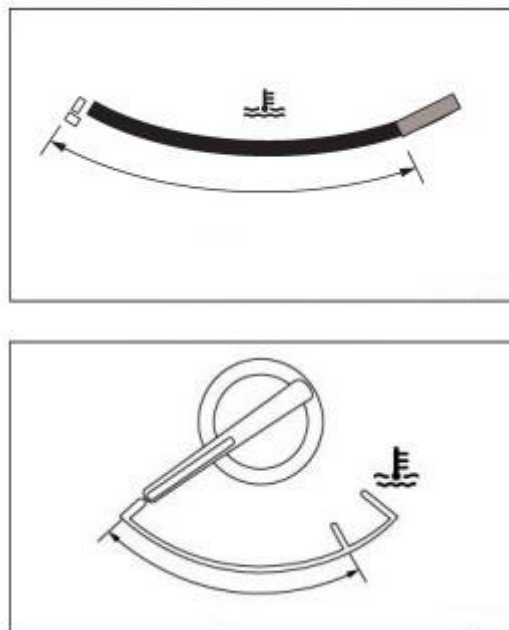


Рисунок 3.6 – Приклади шкал температури охолоджуючої рідини двигуна для різних моделей автомобіля

На цих шкалах температури охолоджуючої рідини двигуна важливим показником є визначення критичних значень нагріву.

На рисунку 3.7 наведено приклади шкал, за якими водій визначає рівень пального у баку автомобіля. При цьому критичним значенням є мінімальний запас пального для певної моделі автомобіля, який встановлюється виробником в залежності від нормованого значення витрати на 100 км.

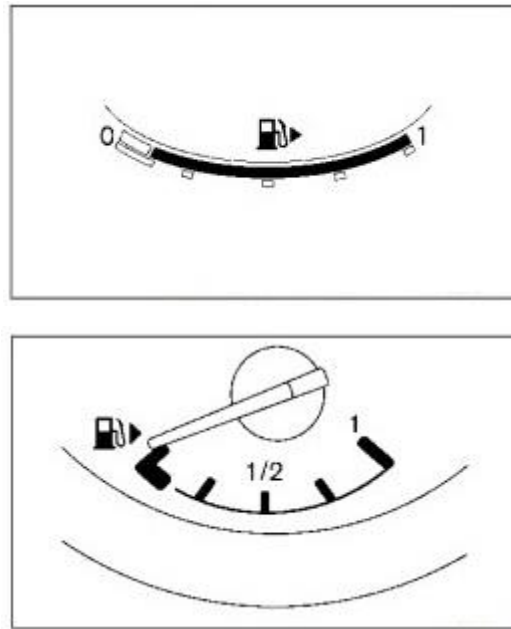


Рисунок 3.7 – Приклади шкал, за якими водій визначає рівень пального у баку автомобіля

Також прикладами наведення даних за інформаційними каналами в системах автомобіля є наведення інформації значками, які широко застосовується в сучасних автомобілях та сигналізують про відповідність різних параметрів або характеристик певним критеріям за допомогою візуально, звукової або світлової індикації.

На рисунку 3.8 наведені приклади візуальної індикації даних інформаційних каналів.

Поява такої індикації на панелі приладів є ознакою несправності або невідповідності встановленим вимогам чи невиконанням водієм якоїсь необхідної дії.

Ввімкнення індикатора попереджувального сигналу вимагає від водія певних дій для забезпечення правильного функціонування автомобіля або безпеки руху.

	Попереджувальний сигнал системи запобігання блокуванню гальм (ABS)		Попереджувальний сигнал системи екстреного гальмування (IEB)*
	Попереджувальний індикатор системи попередження про "сліпі зони" (BSW)* / інтелектуальної системи попередження про втручання у сліпу зону		Попереджувальний індикатор системи попередження про виїзд зі смуги (LDW)* / системи допомоги в разі екстреної зміни смуги (ILI)*
	Попереджувальний сигнал гальма		Попереджувальний індикатор низького рівня пального
	Попереджувальний сигнал розрядження акумуляторної батареї		Попереджувальний сигнал низького рівня тиску в шинах*
	Попереджувальний індикатор електричного стоянкового гальма		Попереджувальний індикатор несправності (оранжевий)
	Попереджувальний сигнал електропідсилювача керма		Загальний попереджувальний індикатор
	Попереджувальний індикатор електричної системи управління перемиканням передач		Попереджувальний індикатор системи автоматичного гальмування під час руху назад (RAB)*
	Попереджувальний індикатор вимкнення (OFF) системи допомоги в разі екстреної зміни смуги (ELA)*		Попереджувальний індикатор вимкнення (OFF) системи автоматичного гальмування під час руху назад (RAB)*
	Попереджувальний сигнал низького рівня масла		Попереджувальний сигнал про непристібнутий ремінь безпеки
	Попереджувальний індикатор відсутності рук на кермі*		Попереджувальний сигнал несправності подушок безпеки системи пасивної безпеки (SRS)

Рисунок 3.8 – Приклади візуальної індикації даних інформаційних каналів

Подання цих сигналів є результатом функціонування інформаційних каналів системи автомобіля на підставі порівняння за допомогою програмного забезпечення отриманих даних з вказаними граничними даними або на підставі відсутності/наявності певного сигналу від конкретного елемента системи/автомобіля.

За наявності інформаційного екрану у автомобілі дані для водія можуть надаватися одночасно від усіх наявних каналів системи, як вимірювальних так і інформаційних.

Приклад наведення інформації для водія у такому випадку наданий на рисунку 3.9.

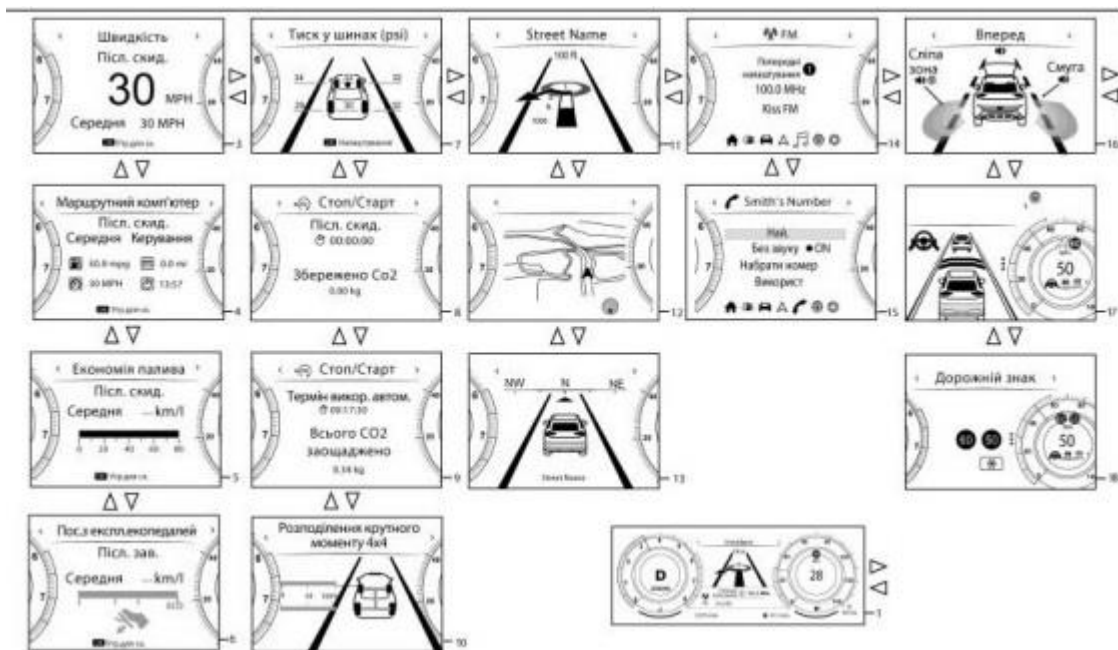


Рисунок 3.9 – Приклад наведення даних на інформаційному екрані

У разі застосування такого інформаційного екрану для достовірності наведених даних під час перевірки вимірювальних та інформаційних каналів системи важливим є правильне тестування розробленого програмного забезпечення, від якого буде залежати якість наведених даних.

Таким чином, на підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що різні канали автомобіля потребують різного підходу до перевірки їх правильного функціонування. Для забезпечення достовірності оцінювання точності вимірювальних та інформаційних каналів системи автомобіля в методиці перевірки необхідно враховувати їх особливості, такі як структуру, використані компоненти та нормовані характеристики.

4 РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИДУ КАНАЛУ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

Ця методика розроблена відповідно до вимог ДСТУ 1.5 [15].

4.1 Сфера застосування

Ця методика встановлює процедуру оцінювання точності вимірювальних, інформаційних та каналів керування інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля.

Ця методика може застосовуватися для різних моделей автомобіля під час проведення їх оцінки відповідності або ремонту.

4.2. Нормативні посилання

В цій методиці наведені посилання на такі нормативні документи:

- ДСТУ OIML R 34:2014 Метрологія. Класи точності засобів вимірювальної техніки (OIML R 34:1979, IDT) [12]
- ДСТУ 2709-94 Метрологія. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення [13]
- ЄЕК ООН № 39 Єдині приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів щодо механізму для вимірювання швидкості, включаючи його встановлення [14].

4.3 Терміни та визначення понять в цьому документі застосовуються згідно з ДСТУ 2709-94.

4.4 Оцінювання точності вимірювальних каналів

4.4.1 Загальні положення

Точність вимірювальних каналів оцінюється похибкою результату вимірювання, який є показом на відповідному показуючому приладі, розташованому на інформаційній панелі.

Метод перевірки точності може бути по-елементним або комплектним.

Застосування по-елементного методу дослідження доцільно у разі, коли застосовуються датчики серійного виготовлення, які пройшли оцінку відповідності та їх метрологічні характеристики відомі, а програмно-технічний комплекс розроблений для конкретної моделі автомобіля.

Комплектний метод дослідження похибки вимірювального каналу реалізовується з використанням методу «чорна скринька». При цьому вимірювальний канал розглядається як «чорна скринька», що має один вхід та один вихід, якому відповідає індикація на виході програмно-технічного комплексу – на інформаційній панелі автомобіля. При використанні такого методу для імітації вимірюваної величини використовуються еталони, як засоби вимірювальної техніки, що відтворюють еталонний сигнал з достатньою точністю.

При дотриманні нормованих умов експлуатації похибка вимірювання (сума основної та додаткової похибок) не повинна перевищувати значення максимально допустимої похибки вимірювального каналу, зазначеної в технічному завданні на розробку системи автомобіля.

До початку проведення перевірки вимірювального каналу системи необхідно визначити кліматичні, механічні та електромагнітні умови, в яких буде використовуватися система, та інші впливні фактори, що впливають на функціонування системи.

Перевірка відповідності метрологічних характеристик, встановлених для вимірювальних каналів системи відповідної моделі автомобіля, допомагає забезпечити надійність та достовірність отриманих результатів вимірювань під час експлуатації цієї системи.

4.4.2 Розгляд технічної документації

Розгляд технічної документації проводиться під час проведення оцінки відповідності вимірювальних каналів встановленим вимогам.

Під час розгляду технічної документації на систему автомобіля розглядаються:

- відповідність представленої технічної документації встановленим вимогам до вимірювальних каналів системи автомобіля. При розгляді технічної документації необхідно перевірити та переконатися, що вимоги технічного завдання на конкретну модель автомобіля та чинних нормативних документів знайшли повне відображення в експлуатаційних документах системи та її компонентів і невідповідність між ними відсутня;

- достатність обраної номенклатури метрологічних характеристик. Нормування та вибір метрологічних характеристик, наведених у експлуатаційних документах повинні бути такими, щоб можна було перевірити похибку вимірювального каналу, надану у експлуатаційних документах;

- експлуатаційні документи (керівництво або настанова з експлуатації) з погляду зручності використання її споживачем.

Всі зауваження та пропозиції щодо технічної документації наводяться у протоколі результатів оцінки відповідності.

Під час ремонту автомобіля технічна документація перевіряється на відповідність моделі автомобіля.

4.4.3 Вибір еталонних та допоміжних засобів вимірювання

Під час вибору еталонів необхідно забезпечувати метрологічний запас по точності у 3-5 разів. Тому еталони, які задають відповідний сигнал або значення вимірюваної або контрольованої величини повинна відповідати таким вимогам:

- Можливість їх застосування;

Метрологічні характеристики відповідають діапазону вимірювань параметру та не перевищувати $1/3$ від максимально допустимої похибки вимірювального каналу. Або еталон можна вибрати на підставі результатів його калібрування із значенням невизначеності.

Вибір допоміжних засобів вимірювання проводиться в залежності від виду вимірювальної величини та застосованого еталону. Метрологічні характеристики допоміжних засобів вимірювання повинні пройти перевірку до початку проведення досліджень, тобто ці засоби повинні мати чинні свідоцтва про повірку або свідоцтва про калібрування.

4.4.4 Проведення експериментальних досліджень

Під час проведення експериментальних досліджень необхідно обов'язково виконувати вимоги охорони праці та техніки безпеки, наведені у експлуатаційних документах застосованих засобів вимірювальної техніки та керівництві з експлуатації автомобіля.

Під час проведення експериментальних досліджень необхідно:

- встановити вихідні дані. Для цього слід визначити кількість досліджуваних точок у діапазоні вимірювання вимірювального каналу. Кількість досліджуваних точок у діапазоні вимірювання має гарантувати отримання результатів із заданою довірчою ймовірністю.

Для кожного вимірювального каналу як досліджувані точки вибираються такі, які рівномірно розміщені в діапазоні вимірювання. Їх має бути не менше 5-6, включаючи 0 і 100 % вимірюваної величини: досліджуються точки 0, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % робочого діапазону вимірювань.

- визначити кількість спостережень у досліджуваних точках діапазону вимірювань. Кількість спостережень у досліджуваних точках для отримання достовірних даних про похибки має бути не менше від 2 до 10 циклів за зміни вхідного сигналу з боку менших (великих) значень до розрахункового значення досліджуваної точки.

Оцінка абсолютна похибка вимірювального каналу визначається за формулою 4.1:

$$\Delta_{\text{BK}} = 3 \sqrt{\bar{\sigma}^2(\Delta) + \left(\frac{\Delta_c^2}{3}\right)}, \quad (4.1)$$

де Δ_c – систематична складова похибки;

$\bar{\sigma}(\Delta)$ – середнє квадратичне відхилення складової випадкової похибки вимірювального каналу.

За систематичну складову похибки вимірювального каналу (Δ_c) приймається найбільше значення отриманої похибки в діапазоні вимірювань в i -й точці.

$$\Delta_c = \left(\bar{\Delta}_{ci}\right)_{\text{max}}, \quad (4.2)$$

де i – номер точки вимірювання, $1 \dots n$.

Систематична складова похибки в i -й точці діапазону вимірювань у разі наявності варіації визначається за формулою:

$$\bar{\Delta}_{ci} = \frac{\bar{\Delta}_{\text{Mi}} + \bar{\Delta}_{\text{Gi}}}{2}, \quad (4.3)$$

де $\bar{\Delta}_{\text{Mi}}$, $\bar{\Delta}_{\text{Gi}}$ – похибка вимірювань в i -й точці, що визначається як середнє значення похибки в точці X_i діапазону вимірювань, яке отримане експериментально при повільній зміні вхідного сигналу з боку менших

(більших) значень до розрахункового значення вхідного сигналу в i -й точці діапазону вимірювань X_{oi} .

$$\bar{\Delta}_{mi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta_{mij}; \quad \bar{\Delta}_{\delta i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta_{\delta ij}, \quad (4.4)$$

де j – номер вимірювання;

$\Delta_{mi_j}(\Delta_{\delta ij})$ – похибка вимірювань в i -й точці при j -ому вимірюванні вхідного сигналу при повільній його зміні з боку менших (більших) значень до значення X_{oi} :

$$\Delta_{mij} = y_{mij} - X_{oi}, \quad \Delta_{\delta ij} = y_{\delta ij} - X_{oi}, \quad (4.5)$$

де y_{mij} ($y_{\delta ij}$) – значення вихідного сигналу при підході до i тієї точки з боку менших (великих) значень при вимірюваннях.

Випадкова складова похибки вимірювального ланцюга в i -й точці вимірювання оцінюється значенням $\bar{\sigma}^0(\Delta_i)$ – середнім квадратичним відхиленням випадкової складової похибки в i -й точці:

$$\bar{\sigma}^0(\Delta_i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\Delta_{mij} - \bar{\Delta}_{mi})^2 + \sum_{j=1}^n (\Delta_{\delta ij} - \bar{\Delta}_{\delta i})^2}{2n - 1}}. \quad (4.6)$$

Зведена похибка вимірювального каналу визначається за такою формулою:

$$\gamma_{BK} = \frac{\Delta_{BK}}{X_{max}} \cdot 100\%, \quad (4.7)$$

де X_{\max} – діапазон вимірювання вимірювального каналу.

Такий підхід до оцінки похибки вимірювального каналу застосовується у разі наявності випадкової складової похибки.

У разі несуттєвості випадкової похибки розраховується тільки систематична похибка.

У разі несуттєвості варіації під час дослідження можуть проводитися два незалежні спостереження.

Визначене значення похибки порівнюється із нормованим її значенням для встановлення відповідності вимогам.

При комплектній перевірці еталонний сигнал подається на вхід датчика, а результат вимірювання вимірювальним каналом зчитується з показувального пристрою на інформаційній панелі автомобіля. Різниця між показом приладу на панелі та значенням еталонного сигналу дорівнює абсолютній похибці:

$$\Delta_i = X_i - X_{\text{ет}}, \quad (4.8)$$

де X_i – незалежне спостереження в контрольованій точці;

$X_{\text{ет}}$ - значення величини за еталоном,

Δ_i – поточне значення абсолютної похибки за кожним незалежним спостереженням в контрольованій точці.

Під час проведення експериментальних досліджень значення величини в контрольованій точці задається показуючим приладом цієї величини. А поточне значення вимірюється еталоном. Одержання незалежних спостережень вимагає проведення кожен раз нових вимірювань. З отриманих поточних значень абсолютної похибки за кожним незалежним спостереженням в контрольованій точці вибирається максимальне по модулю значення, яке і буде відповідати максимальній абсолютній похибці у контрольованій точці.

Наприклад, задають 3000 об/хв на тахометрі автомобіля, вимірюють еталонним тахометром поточні значення обертів 5 разів. Одержали такі незалежні спостереження 2980, 3050, 3100, 3120, 3180 об/хв за еталонним

тахометром.

Тоді максимальна похибка Δ_{\max} визначається як:

$$\Delta_{\max} = 3000 - 3180 = - 180 \text{ об/хв.}$$

Для інших значень обертів дані щодо незалежних спостережень наведені у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Дані незалежних спостережень для вимірювального каналу обертів колінчатого валу

Поточні значення за тахометром, об\хв	Встановлені значення за еталоном, об\хв					Отримане максимальне значення абсолютної похибки, об\хв
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	
650	591	620	650	700	710	- 60
1000	950	1070	1020	980	990	- 70
2000	1965	1980	2125	2100	2005	- 125
3000	2980	3050	3100	3180	3120	-180
4000	3998	4005	4180	4100	4230	- 230
5000	5020	5200	5180	5250	5280	- 280
6000	6035	6048	6260	6185	6300	- 300
7000	7055	7120	7190	7260	7380	- 380

Після отримання максимального значення абсолютної похибки для кожної точки розраховується відносна похибка. В якості похибки цього вимірювального каналу вибирається розраховане максимальне значення відносної похибки за шкалою тахометра.

Розраховані значення відносної похибки наведені у таблиці 4.2.

Максимальне значення розрахованої відносної похибки із значень, наведених у таблиці 4.2 (9,2 %), порівнюється з нормованим значенням відносної похибки тахометра автомобіля (максимально допустимою похибкою) та приймається рішення щодо придатності цього вимірювального каналу.

Таблиця 4.2 – Отримані значення похибок

Поточні значення за тахометром, об\хв	Отримане максимальне значення похибки	
	абсолютна похибка, об\хв	Відносна похибка, %
650	- 60	9,2
1000	- 70	7,0
2000	- 125	6,3
3000	-180	6,0
4000	- 230	5,8
5000	- 280	5,6
6000	- 300	5,0
7000	- 380	5,4

При по-елементній перевірці еталонний сигнал, який імітує вихідний сигнал перетворювачів, подається на вхід програмно-технічного комплексу. Визначається максимальна похибка відповідного вимірювального каналу цього комплексу. Похибка вимірювання перетворювачів визначається розрахунковим методом. В цьому випадку похибка вимірювального каналу визначається за наступною формулою:

$$\gamma_{\max} = \sqrt{(\gamma_{\pi}^2 + \gamma_{\text{птік}}^2)}, \quad (4.9)$$

де γ_{\max} – зведена похибка вимірювального каналу;

γ_{π} – зведена похибка первинного (датчика) та вимірювального перетворювачів;

$\gamma_{\text{птік}}$ – зведена похибка програмно-технічного комплексу.

Для використання цієї формули визначені в інших формах похибки компонентів системи переводяться у зведену похибку.

Після проведення експериментальних досліджень отримане значення похибки всього вимірювального каналу необхідно перевести у той вид похибки, який нормується для цього каналу.

4.5 Оцінювання точності інформаційних каналів

Оцінювання точності інформаційних каналів може здійснюватися по-елементно та комплектно.

Для інформаційних каналів, вихідний інформаційний сигнал яких надається візуальними, звуковими або світловими сигналами, перевірка точності здійснюється методом визначення відхилення значення еталонного сигналу від нормованого значення при появі вихідного сигналу.

При цьому застосовується наступна формула:

$$\Delta = X_{\text{ет}} - X_{\text{ет норм}}, \quad (4.10)$$

де $X_{\text{ет}}$ – значення величини за еталоном, якому відповідає інформаційний сигнал;

$X_{\text{ет норм}}$ – нормоване значення величини за еталоном.

Інформаційні канали можуть також працювати на наявності або відсутності відповідних сигналів.

При поданні інформаційних сигналів на шкалах перевіряється відповідність положення покажчика на шкалі при відповідному значенні еталонного сигналу.

4.5 Оцінювання точності каналів керування

Оцінювання точності каналів керування здійснюється на підставі імітування їх вхідних сигналів за допомогою програмного забезпечення програмно-технічного комплексу.

Вхідні сигнали каналів керування задаються відповідним кодовим сигналом. На виході каналів керування засобом вимірювальної техніки перевіряється відповідність сигналу встановленому значенню.

Точність каналу керування визначається за наступною формулою:

$$\Delta = X_{\text{вих}} - X_{\text{норм}}, \quad (4.11)$$

де $X_{\text{вих}}$ – вимірне значення сигналу керування на виході каналу керування;

$X_{\text{норм}}$ – нормоване значення сигналу керування на виході каналу керування при введеному значенню вхідного сигналу каналу керування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В цьому розділі розглянуті правила безпечного виконання робіт під час перевірки функціонування застосування інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля.

До самостійної роботи з перевірки функціонування застосування інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли спеціальну підготовку та пройшли при вступі на роботу попередній медичний огляд, а також:

- вступний інструктаж;
- інструктаж з пожежної безпеки;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- інструктаж з електробезпеки на робочому місці.

Персонал при роботі з перевірки систем автомобіля повинен проходити:

- повторний інструктаж з безпеки праці на робочому місці не рідше, ніж через кожні три місяці;
- позапланові і цільові інструктажі.

Персонал при роботі з системою автомобіля повинен знати:

- дію на людину небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають під час роботи;
- правила пожежної безпеки;
- вимоги виробничої санітарії та електробезпеки;
- місце розташування аптечок першої медичної допомоги;
- правила внутрішнього трудового розпорядку, встановлені на підприємстві;
- вимоги цієї інструкції;
- призначення засобів індивідуального захисту;
- як надавати долікарської допомоги потерпілим, користуватися засобами пожежогасіння, викликати пожежну охорону при виникненні пожежі.

Персонал при проведенні перевірки або ремонту інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля в роботі повинен керуватися вимогами:

- цієї інструкції;
- правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Під час роботи на персонал при проведенні перевірки або ремонту системи автомобіля можуть впливати такі небезпечні та шкідливі фактори:

- небезпечна напруга в електричних ланцюгах, замикання яких може статися через тіло людини (електричний удар);
- несприятливий вплив магнітного і ультразвукового випромінювань;
- рухомі механізми автомобіля або його рух;
- недостатня освітленість в темний час доби.

Персонал при проведенні робіт з перевірки системи автомобіля в своїй роботі повинен використовувати такі засоби індивідуального захисту:

- костюм бавовняний, черевики шкіряні, рукавиці комбіновані.

Взимку додатково:

- костюм теплозахисний.

З метою попередження пожеж персоналу при проведенні робіт з системою автомобіля забороняється:

- користуватися електронагрівальними приладами, необладнаними для цієї мети;
- користуватися тимчасовою або несправною електропроводкою.

За невиконання вимог безпеки, викладених у цій інструкції, персонал при проведенні робіт з інспектування несе відповідальність згідно з чинним законодавством.

Після прибуття на роботу персонал при проведенні робіт з перевірки та технічного обслуговування системи автомобіля повинен:

- пройти інструктаж, ознайомитися з новими наказами, інструкціями, розпорядженнями;
- розписатися у відповідному журналі;

- впевнитися у справному стані засобів індивідуального захисту;
- підготувати до роботи необхідне обладнання;
- о чистити і оглянути місця встановлення обладнання;
- одягнути призначені за нормами спецодяг, спецвзуття.

Інструменти, прилади та матеріали розташовуються в зручному і безпечному для користування порядку.

Обов'язково слід перевірити наявність і справність обладнання з попереджувальною сигналізацією, огорож, запобіжних і блокувальних пристроїв.

При необхідності слід увімкнути місцеве освітлення та перевірити справність роботи вентиляції.

Також слід перевірити наявність протипожежного інвентарю і доступ до нього.

Під час роботи з перевірки або налагоджування системи автомобіля обов'язково перевіряються гальмівні властивості автомобіля.

Перед виконанням перевірки компонентів систем автомобіля необхідно очистити від масляних забруднень всі наявні деталі, вузли та агрегати.

При такому очищенні стисненим повітрям необхідно користуватися захисними окулярами, а струмінь повітря направляти від себе.

Роботи з перевірки або налагоджування систем автомобіля проводяться в призначених для цього місцях, обладнаних приладами, інструментами і пристосуваннями.

Під колеса автомобіля, встановленого для перевірки компонентів системи покладають противідкотні башмаки, ставлять автомобіль на ручне гальмо. Перед зовнішнім оглядом та підключенням обладнання необхідного для перевірки вимикають запалювання та у разі необхідності перекривають подачу палива.

При перевірці та налагоджування систем автомобіля з високим розташуванням вузлів і деталей слід використовувати спеціальні помости, поставлені огороженнями, або сходи-драбини зі ступенями, шириною не менше 150 мм. При цьому не застосовуються приставні сходи.

При виконанні в закритому приміщенні операцій, які вимагають роботи двигуна автомобіля, вихлопну трубу двигуна приєднуйте до витяжних засобів, а при відсутності вживайте заході з видалення з приміщення відпрацьованих газів.

Огляд системи автомобіля проводять обережно, не допускаючи зіткнення з нагрітими або рухомими частинами автомобілю та двигуна.

При виконанні різних операцій з перевірки та налагоджування системи автомобіля слід бути обережним у важкодоступних місцях, бо можете травмувати руки об гострі краї болтів, гайок, шплінтів тощо.

Не слід допускати попадання на шкіру рук мастила та палива, так як це може викликати роздратування шкірного покриву. Також слід брати до уваги, що в замаслених руках важче утримувати інструмент.

При перевірці гідросистеми автомобіля при працюючому двигуні звертайте увагу на цілісність шлангів, міцність їх з'єднання, щоб не сталося раптового розриву або роз'єднання гідравлічних шлангів і викиду гарячого мастила під великим тиском.

Визначаючи технічний стан ротора відцентрового масло очисника, остерігайтеся опіків гарячим маслом.

При перевірці герметичності вихідного повітряного тракту не закривайте випускні трубу долонею руки, для цієї мети використовуйте індикатор.

Контролюючи на холостому ходу правильність роботи окремих механізмів автомобіля, переконайтеся, що на шляху його можливого руху немає людей і важіль перемикачів передач знаходиться в нейтральному положенні.

Роботи під автомобілів слід проводити з використанням оглядової канави.

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати 80 дБА. У випадку неможливості зниження шуму до допустимих рівнів робочі місця повинні забезпечуватися засобами захисту органів слуху.

В якості засобів захисту працюючих від шуму слід застосовувати індивідуальні засоби у вигляді протишумових навушників або протишумові вкладиші (беруші).

При роботі з перевірки та налагодження систем автомобілів можуть виникнути наступні аварійні ситуації:

- загоряння, що може призвести до пожежі;
- вплив на працюючого електричного струму і різного роду випромінювань.

При ліквідації займання необхідно використовувати первинні засоби пожежогасіння, взяти участь в евакуації людей. При загорянні електроустаткування застосовувати тільки вуглекислотні або порошкові вогнегасники.

У разі отримання травми персонал повинен припинити роботу, поставити до відома начальника групи і звернутися в медпункт.

При ураженні електричним струмом необхідно звільнити потерпілого від дії струму шляхом негайного відключення електроустановки. Якщо відключити електроустановки досить швидко не можна, необхідно звільнити постраждалого за допомогою діелектричних рукавичок, при цьому необхідно стежити і за тим, щоб самому не опинитися під напругою. Після звільнення потерпілого від дії струму необхідно оцінити його стан, викликати лікаря швидкої медичної допомоги і до прибуття лікаря робити штучне дихання.

По закінченні роботи персонал повинен:

- доповісти начальнику про закінчення роботи та стан обладнання;
- привести в порядок своє робоче місце;
- зняти і прибрати спецодяг;
- вимити руки і обличчя з милом або прийняти душ.

Про всі несправності і недоліки, помічені під час роботи, і про вжиті заходи до їх усунення необхідно повідомити начальника групи.

Всі працівники, які уклали відповідну трудову угоду, повинні неухильно і в повному обсязі дотримуватись правил охорони праці, правил внутрішнього

розпорядку, правил пожежної безпеки, суворо дотримуватись вимог по техніці безпеки при виконанні виробничого процесу, користуватися засобами індивідуального захисту при використанні діагностичного обладнання.

Працівники можуть приступати до виконання своїх посадових інструкцій тільки після отримання первинного інструктажу з охорони праці, після вивчення відповідних інструкцій з техніки безпеки і складання відповідних заліків. Не розпочинати будь-які роботи без команди керівника або особи, яка його заміщує, не виконувати роботи, які суперечать нормативним актам з охорони праці. Кожний працівник повинен співробітничати з керівником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посильні заходи щодо усунення будь-якої виробничої ситуації, яка створює загрозу його життю чи здоров'ю або людям, які його оточують, негайно повідомити про небезпеку свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу.

Про кожний нещасний випадок потерпілий, очевидець або працівник, який його виявив, повинні доповісти безпосередньому керівникові.

На території підприємства, де розміщене виробниче приміщення, повинен бути організований правосторонній рух згідно зі схемою та з обмеженням швидкості руху по території до 10 км/год. На території і у виробничому приміщенні станції забороняється:

- палити поза межами спеціально відведених для цього місць;
- користуватися відкритим полум'ям без прийняття відповідних протипожежних заходів та без дозволу керівництва;
- проходити на територію підприємства через ворота КТП;
- ставити особистий автотранспорт поза межами відведеної для цього спеціальної автостоянки для працівників автопідприємства.

Обов'язково слід дотримуватися режиму праці та вихідних днів.

Особи, винні у порушенні правил охорони праці несуть дисциплінарну, адміністративну, матеріальну або кримінальну відповідальність згідно з чинним законодавством.

ВИСНОВОК

На сучасному технічному рівні системи автомобілю, які надають інформацію водію, реалізують як інтелектуальні вимірювальні інформаційні системи, що дозволяє розширити функції систем автомобілю та покращити подання необхідної інформації водію.

Під час огляду наявної про функціонуючі системи автомобіля інформації було визначено, що канали інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи можна поділити на вимірювальні, інформаційні канали та канали керування. Вимірювальні канали подають інформацію у вигляді кількісних значень вимірювальних величин. Інформаційні канали подають інформацію як індикатори, показуючи якісне значення на обраній шкалі або надають візуальні, звукові та світлові сигнали. Канали керування на підставі одержаної вимірювальної інформації формують сигнали керування, необхідні для поліпшення функціонування автомобілю та забезпечення безпеки руху.

Однак, правильність функціонування всіх типів каналів залежить від датчиків, які взаємодіють з вимірюваною величиною. Від їх метрологічних характеристик, а саме діапазону вимірювань та максимально допустимої похибки забезпечується необхідна точність одержаної водієм інформації.

Застосування програмно-технічного комплексу забезпечує розширення функцій системи автомобіля, що надає можливість виведення на інформаційну панель більш корисної для водія інформації про стан автомобіля, дороги та зовнішнє середовище у найбільш зручному форматі.

Використання в автомобілях інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи все більш розширюється та на неї покладається все більше функцій, таких як інформування водія про інші параметри систем автомобіля, про які раніше інформація не надавалася; ситуації, які можуть призвести до аварійного режиму роботи або вимагають негайного втручання, попереджають про необхідність вжиття заходів щодо технічного обслуговування.

Для всієї інформації, що надається водію, особливо важливою характеристикою є точність, зручність та швидкість отримання інформації водієм.

Вимога щодо точності отриманої інформації може бути забезпечена за рахунок нормування та перевірки точностних вимог до реалізації всіх видів каналів в необхідному діапазоні вимірювання або керування.

Для цього під час виготовлення автомобіля та його ремонту необхідно застосовувати відповідну методику перевірки точностних характеристик каналів системи автомобіля. У зв'язку з відсутністю такої стандартизованої методики за результатами проведених досліджень був розроблений проект такої методики, в якій описані процедури оцінки точності вимірювальних, інформаційних каналів та каналів керування.

Апробація результатів. Результати роботи було представлено на [16] Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах» (Харків, листопад 2023).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ISO/IEC Guide 99:2007 Міжнародний словник з метрології Основні та загальні поняття та відповідні терміни (VIM)

URL: <https://www.iso.org/ru/standard/45324.html>

2. Волков В. П., Матейчик В. П., Комов П. Б., Грицук І. В., Смешек М., Волкова Т. В., Цюман М. П. Інтелектуальні системи моніторингу транспорту: Монографія. Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. Харків : НТМТ. 2015. С. 244 с.

3. Матейчик В. П., Волков В. П., Комов П. Б., Грицук І. В., Комов А. П., Волков Ю. В. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів. Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал. К.: НТУ, 2014. Вип. 13. С. 126-138.

4. Волков В. П., Матейчик В. П., Комов П. Б., Комов О. Б., Грицук І. В. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х. : НТУ «ХПІ». 2013. № 29 (1002). С. 138-144.

5. Палій Р. Я., Паламар А. М. Система моніторингу технічного стану транспортних засобів на основі технології інтернету речей. Матеріали V науковотехнічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології". 2018. С. 77.

6. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М., Бойко Ю. О. Інформаційні технології на автомобільному транспорті: навч. посіб. Кременчуц. нац. ун-т ім. М. Остроградського. Харків : Друкарня Мадрид. 2015. 270 с.

7. Василюшин П. А., Редчук А. В., Паламар А. М. Інформаційновимірювальна система для контролю стану транспортних засобів з використанням технології Internet of Things. Матеріали VIII науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології". 2020. С. 97.

8. Волков В. П., Матейчик В. П., Комов П. Б., Грицук І. В., Волкова Т. В., Комов Є. О. Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів: навч. посіб. Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. Харків: ХНАДУ. 2015. 387 с.

9. Ситнік Б. Т. Основи інформаційних систем і технологій: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2019.

10. Грицук Ю. С. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці: Навч. посіб. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с.

11. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання (ISO 10012:2003, IDT)

URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=52981

12. ДСТУ OIML R 34:2014 Метрологія. Класи точності засобів вимірювальної техніки (OIML R 34:1979, IDT)

URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=92783

13 ДСТУ 2709-94 Метрологія. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення

URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25701

14. ЄЕК ООН № 39 Єдині приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів щодо механізму для вимірювання швидкості, включаючи його встановлення

15. ДСТУ 1.5:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів

(ISO/IEC Directives Part 2:2011, NEQ)

URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=63938

16. Коломієць Я. Р., Діденко Н. В. Огляд поняття точності вимірювань та застосування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем в автомобілях. Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах», 2 листопада 2023 року. Харків, ХНАДУ, 2023. С. 18-21.

URL:[https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=4888\](https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=4888)

ДОДАТОК А
ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ДИПЛОМНОЇ

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(ХНАДУ)

Механічний факультет
Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ до дипломної роботи магістра

ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВИМІРЮВАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

Завідувач кафедри, канд. техн. наук, проф.

Нормоконтролер, канд. техн. наук, доцент

Керівник, канд. техн. наук, доцент

Студент гр. ММ-61-22



О. І. Богатов



І. В. Грайворонська



Н. В. Діденко



Я. Р. Коломієць

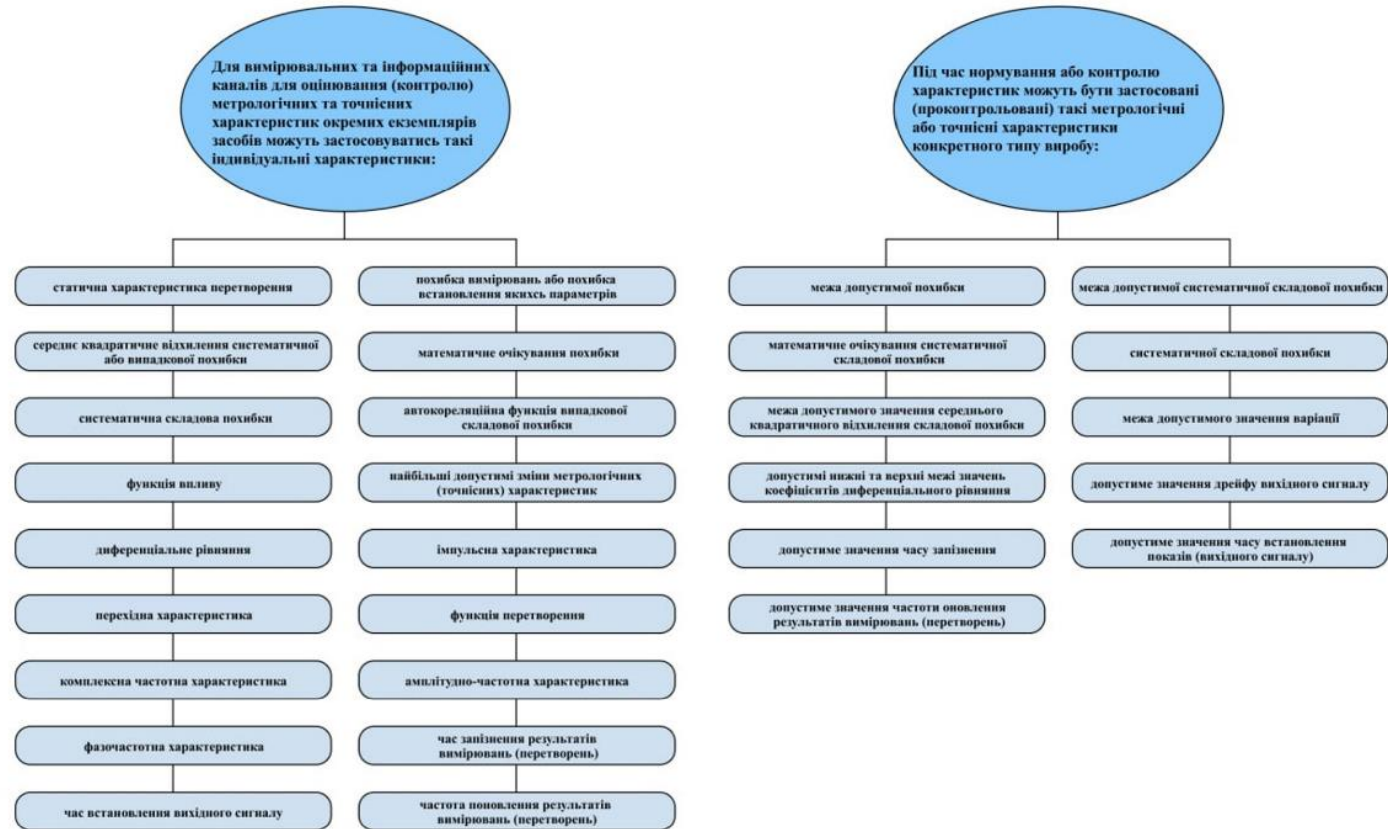
Харків – 2023

Мета, об'єкт, метод дослідження

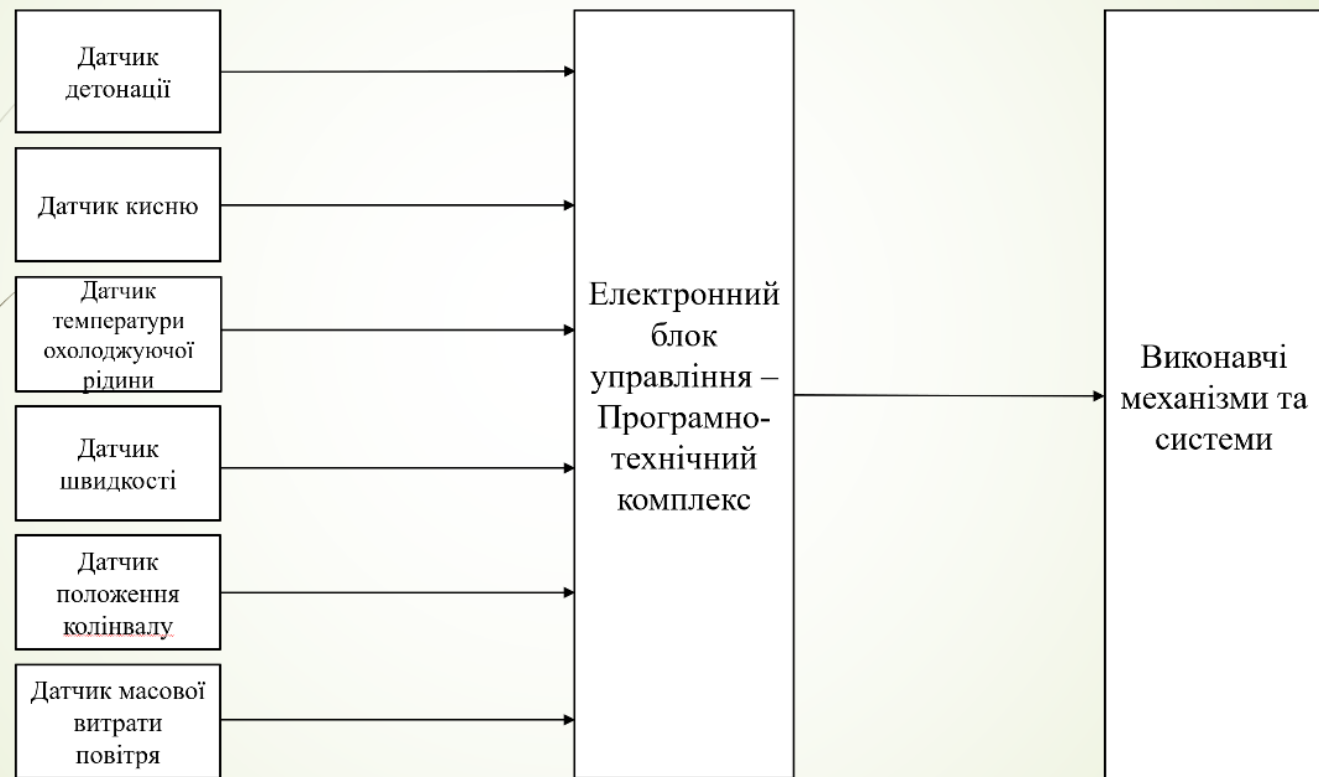
2

- **Об'єкт** — вимірювальні канали інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобіля
- **Мета** — оцінювання точності вимірювальних каналів, інформаційних каналів та каналів керування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобіля
- **Метод дослідження** — теоретичні. Теоретичні дослідження базуються на фундаментальних положеннях метрології щодо забезпечення єдності вимірювань, допускового контролю, методів синтезу та аналізу, теорії систем, теорії ймовірності та математичної статистики і теорії невизначеності вимірювань.

Метрологічні та точнісні характеристики



Системи управління двигуном та її датчиків



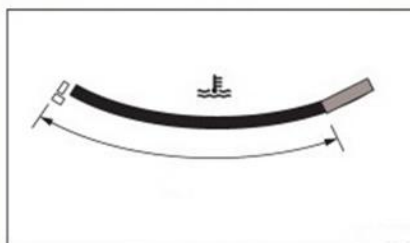
Загальна структура інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля



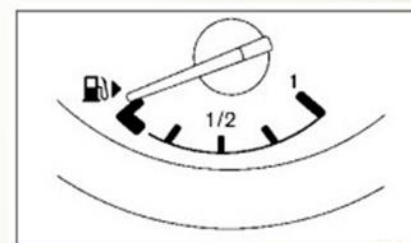
Приклад інформаційного екрана автомобіля та шкал



Тахометр



Шкала температури охолоджуючої рідини



Шкала рівню палива в автомобілі

Отримані значення похибок тахометра

Поточні значення за тахометром, об\хв	Отримане максимальне значення похибки	
	абсолютна похибка, об\хв	Відносна похибка, %
650	- 60	9,2
1000	- 70	7,0
2000	- 125	6,3
3000	-180	6,0
4000	- 230	5,8
5000	- 280	5,6
6000	- 300	5,0
7000	- 380	5,4



**Формула перевірки точності вихідного
інформаційного сигналу для інформаційного каналу**

$$\Delta = X_{\text{ет}} - X_{\text{ет норм}}$$

Формула перевірки точності каналу керування

$$\Delta = X_{\text{вих}} - X_{\text{норм}}$$

Висновки

- В магістерській роботі проведені дослідження методів оцінювання точності різних видів каналів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи автомобіля (вимірювальних, інформаційних та керування).
- Визначено склад різних видів каналів системи.
- Розглянуті точності, у тому числі метрологічні, характеристики вимірювальних та інформаційних каналів для забезпечення достовірності результатів вимірювань, контролю та керування параметрами автомобіля.
- Розроблена методика оцінювання точності різних видів каналів.
- У зв'язку з відсутністю такої стандартизованої методики було розроблено проект такої методики, в якій описані процедури оцінки точності вимірювальних, інформаційних каналів та каналів керування.