

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
“ ____ ” _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему
“Програмне забезпечення системи мережевих пристроїв
транспортних засобів за рахунок використання однопарного
Ethernet”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-22-1
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Балинський В.В.
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
доктор філософії (PhD)
_____ Усік П.С.
« ____ » _____ 2026 р.
Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Механіко-технологічний
Кафедра Кібербезпеки та програмного забезпечення
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань 12 "Інформаційні технології"
Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма "Комп'ютерна інженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.т.н., проф.
_____ Олексій СМІРНОВ
« 27 » лютого 2026 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Балинському Володимиру Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи мережеских пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet*

2. Керівник роботи *Усік Павло Сергійович, доктор філософії (PhD)*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 133-02 від 27.02.2026 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту 23.05.2026 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: *Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи мережеских пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Призначення та область використання.

2. Перегляд аналогічних існуючих систем.

3. Опис і обґрунтування проектних рішень.

4. Етапи програмування системи.

5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.

6. Висновки

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема системи *1 аркуш*

Функціональна схема системи *1 аркуш*

Діаграма процесів *1 аркуш*

Блок-схема алгоритму роботи додатку *2 аркуша*

7. Дата видачі завдання « 27 » лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2026 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2026 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2026 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2026 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	30.03.2026 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2026 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2026 р.	
8.	Попередній захист роботи	23.05.2026 р.	

Дата видачі завдання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис керівника

Усік П.С.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Балинський В.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Балинський В.В. Програмне забезпечення системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2026.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

Метою розробки є програмне забезпечення системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

Результат роботи – програмна реалізація системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПЕОМ з ОС Windows 10/11.

Програму розроблено в середовищі Python.

Ключові слова: комп'ютерна інженерія, мережеві пристрої транспортних засобів

ABSTRACT

Balynskiy V.V. Software for a system of network devices of vehicles using single-pair Ethernet. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed, which is intended for a system of network devices of vehicles using single-pair Ethernet.

The purpose of the development is software for a system of network devices of vehicles using single-pair Ethernet.

The result of the work is a software implementation of a system of network devices of vehicles using single-pair Ethernet.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

A convenient user interface has been developed. Instructions for working with software are provided.

The program can be used on a PC with OS Windows 10/11.

The program was developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, vehicle networking devices

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	5
1.1 Призначення системи.....	5
1.2 Область застосування.....	6
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	8
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	8
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	13
2.3 Розгорнута постановка завдання	15
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	17
3.1 Опис функціонування системи	17
3.2 Розробка структурної схеми.....	21
3.3 Розробка функціональної схеми	30
3.4 Розробка діаграми процесів.....	32
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	34
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	34
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	46
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	48
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Балинський В.В.					Б	1	59
Перев.	Усік П.С.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-І		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

ВМ	—	виконавчі механізмами двигуна
ЕБУ	—	електронний блок управління
OBDII	—	протокол читання даних з автомобіля
USB	—	універсальна серійна шина

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному легковому автомобілі середнього класу налічується близько 50 прикінцевих мережних пристроїв у вигляді оснащених мікроконтролерами датчиків різних фізичних величин і виконавчих елементів, а у важких вантажівках їх і того більше – у середньому близько 140. Переклад всіх підключень на єдиний стандарт досить перспективний з комерційної точки зору через високу місткість ринку. Розроблені IEEE специфікації на однопарний Ethernet покликані замінити популярні в цей час шини CAN, FlexRay, MOS і LVDS. Історія розвитку електронно-обчислювальних машин нараховує ледве більше семи десятиків років. Комп'ютер створювався для виконання різних інженерних розрахунків і спочатку служив для посилення можливостей homo sapiens. Людина звільнялася від малопродуктивної рутинної роботи й одержувала можливість зосередитися на творчій (у широкому змісті цього слова) діяльності.

Починаючи приблизно з 80-х років минулого сторіччя фокус впровадження обчислювальної техніки почав швидко зміщатися убік виконання управлінських завдань і надання різних інформаційних послуг. Цьому в чималому ступені сприяв прогрес в області мікроелектроніки, завдяки якому стало можливо з мінімальними витратами автоматизувати величезну кількість процесів у всіх областях народного господарства й повсякденного життя.

Фактичне впровадження різноманітних керуючих контролерів у засоби виробництва й побутову техніку обмежується тільки можливістю фізичного розміщення мікроконтролера на якому-небудь агрегаті або навіть предметі. Крім того, необхідна розробка ефективного керуючого алгоритму, наявність досить ємного ринку збуту й розумний строк окупності проекту.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи мережних пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.
- Дослідження системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.
- Програмна реалізація системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Потужним стимулом для використання ЕОМ стало те, що функціональність обчислювальних пристроїв помітно розширюється, а позитивний ефект від впровадження підсилюється за рахунок цілеспрямованого об'єднання окремих пристроїв у мережу. Якісний стрибок привів до появи нового класу технічних об'єктів, названих розподіленими інформаційно-комунікаційними системами (ІКС).

Сучасні інформаційно-комунікаційні системи (ІКС) розвиваються досить швидко по ряду магістральних напрямів. Найбільш значимі серед них наступні:

- Інтернет речей (Internet of Things, IoT);
- системи промислового призначення;
- хмарні обчислення.

Якщо перші два можна розглядати як результат еволюційного поширення на нову область уже відпрацьованої раніше техніки й підходів до її використання, то перехід на модель хмарних обчислень забезпечує вихід на якісно новий рівень інформаційної підтримки користувача. Це відбувається тому, що застосування подібної схеми значно поліпшує:

- надійність зберігання даних за рахунок виконання ряду спеціальних вимог, що стосується організації їхнього запису, забезпечення конфіденційності доступу й захисту від фізичного знищення при виникненні стихійних лих, техногенних катастроф, актів тероризму й т.д.;

- якість відгуку на вступний користувальницький запит, що виражається не тільки в його швидкому формуванні, але й у нарощуванні глибини переробки доступного первинного матеріалу завдяки підключенню більшої кількості ресурсів і організації процедур паралельної обробки.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1.2 Область застосування

Фізичний рівень сучасних інформаційних систем

Нижній фізичний рівень ІКС реалізується з використанням двох головних підходів, в основу яких покладені кабельні й бездротові рішення. У ряді випадків розроблювач системи комбінує їх.

Бездротова техніка представлена системами радіозв'язку Wi-Fi і бездротовою оптикою. Інші відомої й доведені до практичної реалізації рішення на зразок Li-Fi і Beamcaster у силу різних причин впроваджуються в одиничних випадках. Бездротова передача використовується переважно на нижніх рівнях структури ІКС, що обумовлено специфічними обмеженнями, у більшому або меншому ступені проявляючимися в кожного із цих рішень: складність досягнення високих швидкостей обміну даними, слабка завадостійкість, низька стійкість до перехоплення переданої інформації, можливість передачі тільки в умовах прямої видимості й сильна залежність від погодних умов (системи бездротової оптики). У результаті бездротова техніка одержала поширення тільки в нішевих областях, де значимо проявляються два головні її достоїнства:

- висока швидкість розгортання;
- можливість забезпечення зв'язку з рухливими об'єктами.

У всіх інших ситуаціях кабельні рішення виявляються безальтернативними.

Особливості сучасних інформаційних кабельних систем

Як середовище передачі при організації інформаційного обміну між крапками А и В може бути використане біля десятка основних різновидів кабелів. Однак з урахуванням техніко-економічної ефективності масове застосування одержали переважно волоконно-оптична й симетрична вітопарна техніка. Інші можливі варіанти, і в першу чергу досить популярні ще на початку 90-х років минулого сторіччя коаксіальні кабелі, а також силова проводка зустрічаються помітно рідше, в основному це вузькі нішеві області.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Для кабельних рішень, призначених для реалізації проектів ІКС, справедливі кілька основних постулатів:

– чіткий поділ «зон відповідальності» основних різновидів кабелів: волоконна оптика є основним засобом передачі даних на більші відстані, а для малих використовуються кабелі із кручених пар;

– симетричні кабелі містять чотири пари проводів з парною скруткою (четверочна скрутка зустрічається тільки в польових шинах систем промислової автоматизації, а обсяги установки багатопарних виробів помітно уступають витраті чотирьохпарних);

– основним типом з'єднувача служить 8-контактне рознімання модульного типу (стандартизовані GG45 і Tera застосовуються вкрай рідко).

Зазначена техніка дозволяє досить ефективно з економічної точки зору вирішити основну масу завдань, у тому числі по забезпеченню інформаційного обміну із заданою швидкістю в реальному масштабі часу.

Важливе значення для реалізації проектів ІКС має той факт, що кабельна техніка й використовуване при роботі з нею комутаційне встаткування випускаються багатьма виробниками й мають властивість модульності й взаємозамінності, чому сприяє досягнутий рівень стандартизації. Крім того, глибоко пророблена технологія установки й доступні різні інструменти, які прискорюють процес інсталяції й роблять його менш трудомістким. Якість монтажу можна досить точно проконтролювати прямо на об'єкті за допомогою зручних у роботі польових кабельних сканерів.

Все це забезпечує високу швидкість реалізації нових проектів і розширення ІКС на вже існуючих об'єктах при порівняно низькій вартості елементної бази й монтажу.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

Carman Scan Wi

Carman Scan Wi – програмно-апаратний мультимарочний сканер на базі ПК для діагностики азіатських (включаючи праворульні японські автомобілі) і європейських (німецькі й французькі моделі) до поточного року випуску включно. Ця модель є програмною версією сканера Carman Scan Lite.

Carman Scan Wi є професійним діагностичним апаратом, виконаним у вигляді незалежного модуля з USB – портом і картою LAN для бездротового з'єднання.

Основні мови програмного забезпечення: Російський, Англійський, Китайський, Німецький, Французький, Іспанський, Італійський і ін. Відновлення виходять періодично й наकाчуються через інтернет у прилад через комп'ютерну програму.

Carman Scan Wi на сьогоднішній день є першим і єдиним сканером, у якому реалізовано ПЗ для діагностики іранських атомобилей Саманд (Samand).

Програмне забезпечення для ПК:

- Аналіз записаних даних за результатами вимірів.
- Завантаження відновлень через спеціальну програму.

Характеристики основного блоку сканера:

- Пам'ять: 32Мб Внутрішня Флеш Карта.
- Робоча напруга: 7-36 Вольт.
- Споживання електрики: 4,5 Ват.
- Зв'язок із PC: USB кабель або бездротова LAN.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- Робоча температура: 0-60°C.
- Колір корпусу: чорний.
- Колір захисного гумового чохла: чорний.
- Either NET: IEEE 802.11b 11M bps.
- Ширина*Довжина*Товщина: 100*180*25 мм.
- Вага основного блоку: 300 р.

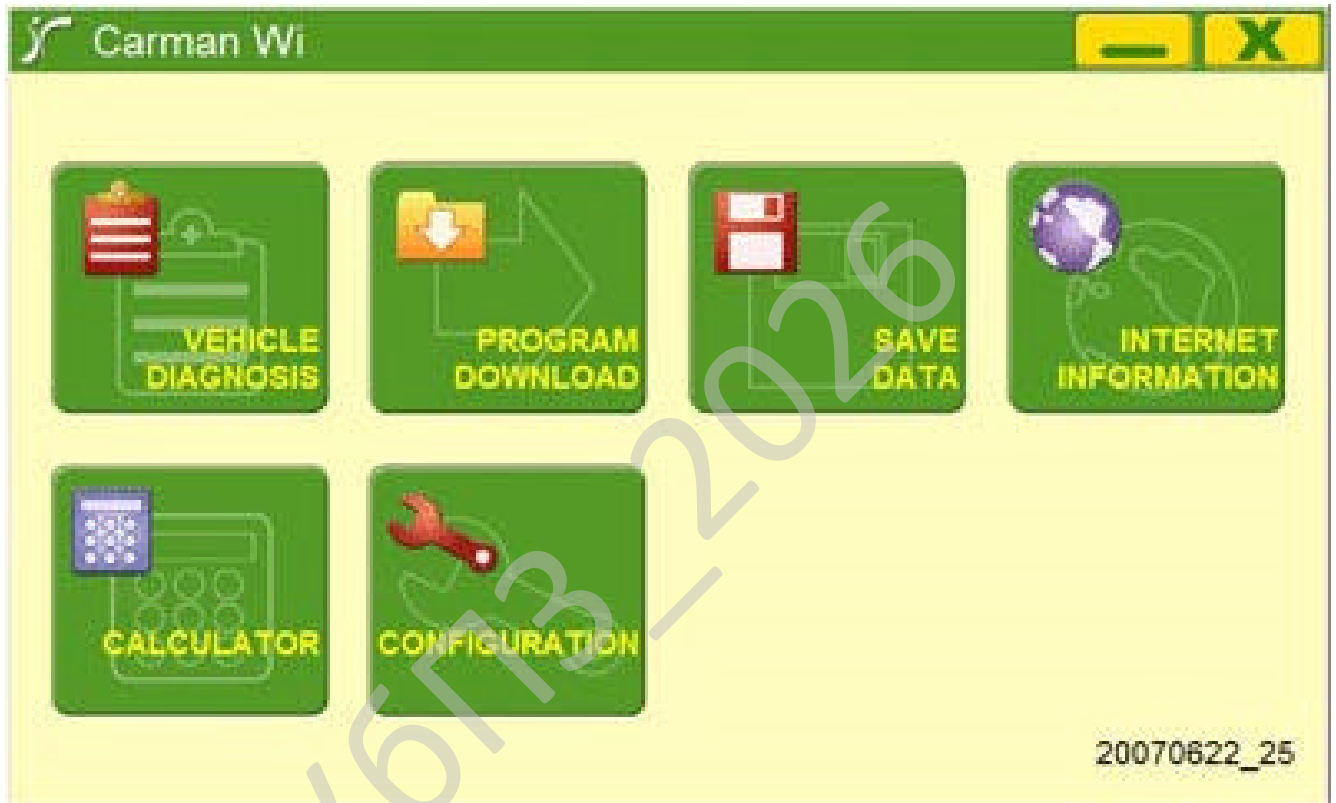


Рисунок 2.1 – Інтерфейс користувача Carman Scan Wi

Функції сканера:

- Можливість підключення до стандартного комп'ютера (обробка результатів вимірів).
- Можливість підключення додаткового встаткування через роз'єм USB.
- Можливість виходу на принтер (стаціонарний, переносний).
- Універсальне живлення.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

opelscan

Комплекс призначений для діагностики електронних блоків управління автомобілів Opel/Holden/Vauxhall. Комплекс має можливість діагностувати наступні модулі:

- Engine – Двигун.
- ABS – Антиблокувальна система гальм.
- Airbag – Подушки безпеки.
- CDLS – Центральний замок.
- Automatic Transmission – автоматична трансмісія.
- Immobilizer – Імобілізатор.
- Instrument – Комбінація приладів.
- MID – Мультиінформаційний дисплей.
- TID – Трьох-інформаційний дисплей.
- CID – Кольоровий інформаційний дисплей.
- Radio – Радіо.
- Climat Control – Управління клімат-контролем.
- Traction Control – Протибуксовочна система.
- ESP – Протизаносна система.
- EPS – Електричне рульове управління.
- EHPS – Електrogідравлічне рульове управління.
- BC – бортовий комп'ютер.
- Add-On-Heater – Додатковий підігрівник.
- Cooling System – Система охолодження.

При запуску програми відкривається меню вибору модуля для діагностики. Спочатку вибирається Рік Випуску (Select Year) автомобіля, потім модель (Select Model), далі система (Select System) і конкретний ECU (Select Engine/Module). У програму закладена інформація блоків у які роки вони встановлювалися на автомобіль.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Кожний діагностуємий блок управління має свій паспорт із ідентифікаційними даними (ECU Identification), що містить наприклад таку інформацію, як номер блоку по маркуванню Опеля, номер блоку по маркуванню виробника блоку, дата програмування, дата випуску, альфа-код, і ін. Дане вікно показує паспорт блоку.

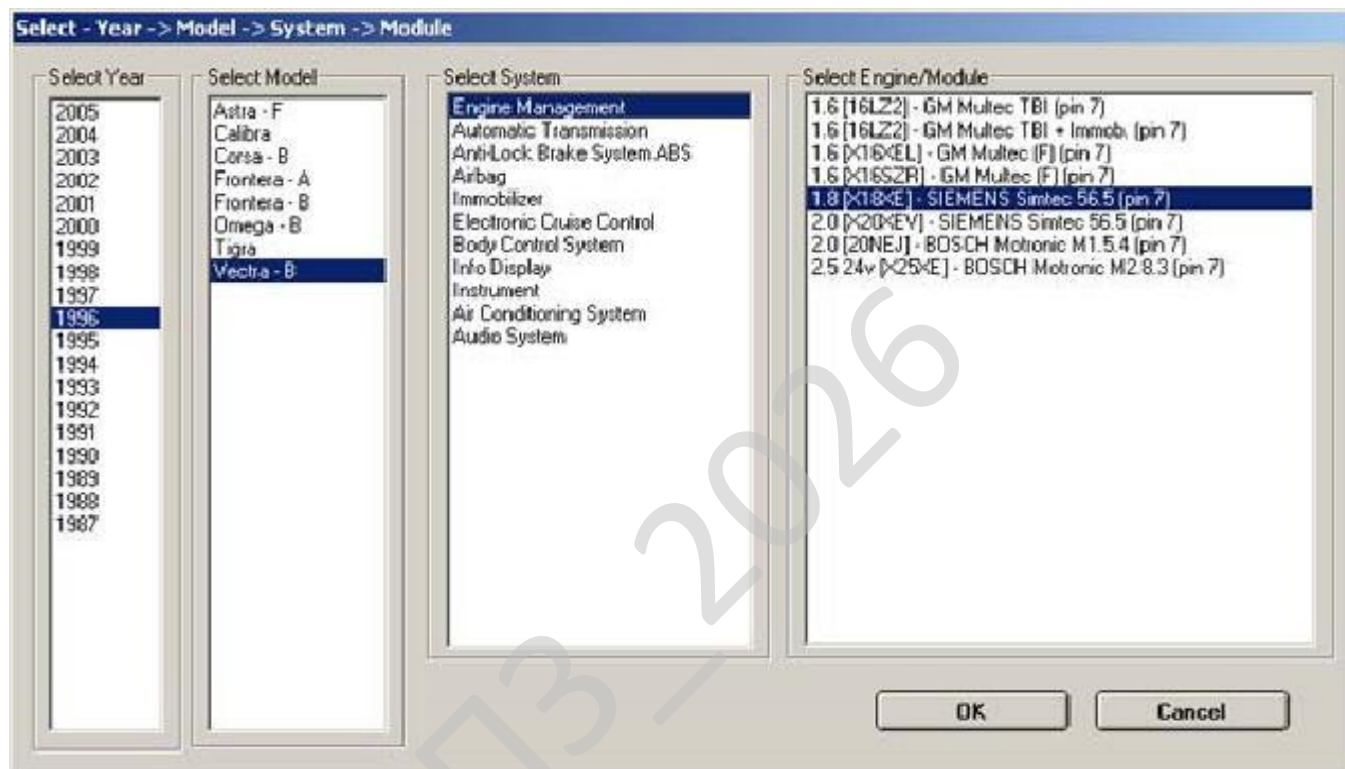


Рисунок 2.2 – Інтерфейс користувача opelscan

Кожний ECU має можливість видачі своїх параметрів у реальному часі. Дане вікно призначене для показу таких даних. У лівій частині вікна розташована таблиця з усіма доступними для даного блоку параметрами. Включити відображення й відновлення всіх параметрів можна кнопкою "Check/Uncheck All". Також є можливість включити/виключити кожної з параметрів, поставивши (або відповідно забравши) напроти назви параметра галочку. Необхідно також ураховувати, що для деяких протоколів включення великої кількості параметрів може привести до істотної з відновлення. Крім того,

поточне значення будь-якого одного параметра можливо подивитися великим шрифтом (може бути зручно, якщо комп'ютер перебуває вдалечині), а також у вигляді графіка. Відображення у вигляді графіка може бути зручним при вивченні сигналів, що змінюються в часі, наприклад сигналу датчика кисню й ін. Також для багатьох блоків для більшості параметрів у спеціальному вікні виводиться інформація про номінальне значення обраного параметра, що дозволяє судити про коректність роботи системи.

У частини блоків є можливість завантажити дамп ЕЕПРОМ. При зчитуванні спочатку задається назва файлу, куди буде записаний завантажений ЕЕПРОМ (за замовчуванням – C:\EEPROM_.bin). Потім необхідно натиснути на кнопку – "Download".

У частини блоків є можливість завантажити FLASH пам'ять. Спочатку задається назва файлу, куди буде записаний завантажений FLASH (за замовчуванням – C:\FLASH_.bin). Потім необхідно натиснути на кнопку – "Download".

Існує вікно, яке служить для одночасного відображення 4 параметрів у вигляді графіків. Потрібний параметр вибирається зі спадаючого списку (Parameter). Також фіксується для кожного параметра його поточне, мінімальне, максимальне й середнє значення.

Деякі блоки мають можливість програмування певних параметрів системи, наприклад, зміни заданих обертів холостого ходу. Дане вікно призначене для виконання цієї процедури. Спочатку необхідно вибрати з лівого списку, який параметр необхідно змінити. Праворуч у верхньому вікні з'явиться поточне значення даного параметра. Далі, пересуваючи бігунок, можна змінити його бажаним образом, причому нове значення буде знизу. Після вибору потрібного параметра необхідно натиснути на кнопку (Program New Value), тим самим змінений параметр збережеться в ECU і буде постійно зберігатися при роботі блоку управління.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Python – високорівнева мова програмування, яку називають другою за популярністю в світі. Її використовують для розробки вебзастосунків, програмного забезпечення, машинного навчання. Python застосовують для вирішення робочих завдань у компаніях Google, Instagram, Facebook, IBM, NASA, Dropbox, Netflix та інших. Розробники цінують цю мову програмування за простоту у вивченні, ефективність та мультиплатформність.

Python – скриптова мова програмування з досить простим синтаксисом. Для розуміння достатньо порівняти принципи написання найпростішої програми, яка виводить на екран текстове повідомлення. Саме тому мова програмування Python більш доступна для новачків, а професіонали встигли адаптувати її для вирішення великої кількості завдань. Це мультиплатформне рішення, тому знання Python дає можливість працювати у різних сферах: від розробки мобільних застосунків до ігрової індустрії та штучного інтелекту.

У мови програмування динамічна типізація: є можливість передавати до функцій будь-який тип даних без попереднього вказання. Інтерпретованість дозволяє знаходити помилки у коді ще до повної збірки у робочий застосунок. При цьому Python дуже чітко дає зрозуміти, де та через що виникла помилка.

Це мова об'єктноорієнтованого програмування (ООП). Програмне забезпечення на Python оформлене у вигляді моделей, які можуть бути зібраними у пакети. Тип та структуру кожного об'єкта можна запитати під час виконання програми. Для кожного з об'єктів можна отримати всю інформацію щодо його внутрішньої структури. Окрім того:

- у мови логічний синтаксис, завдяки чому вихідний код легко читати та розуміти;
- гнучкість та масштабованість Python дозволяє адаптувати високорівневу логіку та розширяти складні застосунки, як тільки виникне така необхідність;

- розробка на Python у більшості випадків проходить швидше, ніж на інших мовах програмування;
- Python – інтерпретована мова програмування. Це значить, що код можна написати у будь-якому текстовому файлі на будь-якій платформі, і потім успішно запустити;
- у Python – колосальна спільнота однодумців. Тож будь-які складнощі конкретних розробників вирішуються колективно.

Проте є декілька особливостей, які можна віднести до недоліків. Це повільність (ця мова програмування хоч і універсальна, проте повільніша за інші), велика кількість ресурсів, необхідних для роботи та «прив'язаність» до системних бібліотек.

Мова програмування Python використовується у наступних сферах:

1. Розробка програмних застосунків будь-якого напрямку.
2. Розробка серверної частини мобільних застосунків (найпопулярніший напрямок).
3. Ігри. Багато сучасних ігор для комп'ютерів (наприклад, World of Tanks) частково чи повністю написані на Python.
4. Вбудовані системи для різних пристроїв. Дуже часто Python використовують для написання внутрішніх платформ управління банкоматами.
5. Скрипти та плагіни до уже реалізованих програм для автоматизації процесів чи створення інших рішень.
6. Тестування (автоматизація цього процесу).
7. Машинне навчання. – основна мова для написання алгоритмів і аналітичних застосунків у сфері Machine Learning.

Бібліотеки Python

Різні бібліотеки Python використовують для виконання конкретних завдань. Наприклад, Matplotlib підходить для відображення даних у двовимірній та тривимірній графіці. Pandas підходить для зручної роботи з даними. NumPy дозволяє створювати масиви та керувати ними. Requests використовується для

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

веброзробки. OpenCV-Python відкриває можливості для обробки зображень з метою оптимізації систем «машинного зору».

Найвідоміші фреймворки для мови програмування Python

Фреймворки Python допомагають створити зручне та функціональне середовище для розробки. У них міститься набір інструментів, модулів та бібліотек, корисних для виконання конкретних завдань. Це значно полегшує роботу: наприклад, дає змогу не витрачати час на розписування дій, які повторюються, а використати релевантний інструмент. Тож є можливість позбутися рутинних процесів та сконцентруватися на логіці проекту.

Серед найпопулярніших фреймворків для Python:

- Django – найстаріший та найвідоміший. Створений для реалізації великих інтерактивних проєктів;

- Pyramid – зручний у налаштуваннях, і дає можливість реалізувати складні нестандартні ідеї;

- Web2py – підходить в першу чергу для вебзастосунків і може використовуватись на будь-яких архітектурах.

Популярні Python IDE

IDE або інтегровані середовища розробки – це програмне забезпечення, яке надає розробникам необхідні інструменти для написання, редагування, тестування та налаштування коду. Для розробки на Python найчастіше використовують IDE PyCharm, IDLE, Spyder та Atom.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускню кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за першим

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

(бакалаврським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформулювати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Сучасні транспортні засоби набагато досконаліші, ніж ті, що випускалися лише кілька десятиліть тому. Сьогоднішні автомобілі залежать від складних електронних систем, датчиків та бортових комп'ютерів, які постійно контролюють продуктивність та ефективність. Хоча ця технологія покращила безпеку, економію палива та загальний досвід водіння, вона також зробила технічне обслуговування автомобіля більш технічним. На щастя, діагностичні інструменти та системи тепер дозволяють легше зрозуміти, що відбувається всередині двигуна автомобіля та інших критично важливих компонентів.

Зростання електронних систем транспортних засобів

У минулому діагностика проблем з автомобілем часто вимагала ручного огляду та значних знань у галузі механіки. Механіки значною мірою покладалися на досвід, прислухаючись до незвичайних звуків, перевіряючи рідини та фізично оглядаючи деталі для виявлення проблем. Хоча ці методи все ще цінні, сучасні автомобілі містять електронні блоки керування (ЕБУ), які керують такими важливими функціями, як регулювання фаз газорозподілу двигуна, контроль викидів, впорскування палива та робота трансмісії.

Ці електронні системи використовують датчики, розміщені по всьому транспортному засобу, для збору даних у режимі реального часу. Наприклад, датчики вимірюють рівень кисню у вихлопних газах, температуру двигуна, положення дросельної заслінки та потік повітря. Бортовий комп'ютер автомобіля постійно аналізує ці дані, щоб забезпечити ефективну роботу автомобіля та дотримання екологічних норм.

Коли щось йде не так, система зберігає код помилки та часто активує попереджувальний індикатор, такий як індикатор «перевірте двигун» на

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

приладовій панелі. Ці коди надають цінні підказки щодо характеру проблеми.

Розуміння бортової діагностики

Щоб стандартизувати методи виявлення та повідомлення про проблеми з транспортними засобами, автомобільна промисловість запровадила бортові діагностичні системи, які зазвичай називають OBD. Ранні версії цієї системи з'явилися в 1980-х роках, але широко використовуваним сучасним стандартом є OBD-II, який став обов'язковим для більшості автомобілів у середині 1990-х років.

Системи OBD-II дозволяють технікам та власникам транспортних засобів отримувати діагностичну інформацію безпосередньо з комп'ютера автомобіля. Кожна проблема, виявлена системою, зберігається як діагностичний код несправності (DTC). Ці коди відповідають певним несправностям, таким як несправність кисневого датчика, проблеми з каталітичним нейтралізатором або проблеми з паливною системою.

Для доступу до цих кодів потрібен діагностичний пристрій, який підключається до порту OBD автомобіля, зазвичай розташованого під панеллю приладів біля рульової колонки.

Як діагностичні засоби спрощують усунення несправностей

Діагностичні інструменти для транспортних засобів призначені для зв'язку з комп'ютерною системою автомобіля та отримання збережених даних. Зчитуючи діагностичні коди несправностей, ці пристрої допомагають виявити можливі причини проблеми без необхідності масштабного розбирання транспортного засобу.

Один із поширених інструментів – це сканер OBD2, який підключається до діагностичного порту та зчитує коди помилок, що генеруються бортовою системою. Ці сканери можуть надавати детальну інформацію про роботу двигуна, системи викидів та інші електронні компоненти, допомагаючи технікам зрозуміти, що може бути причиною несправності.

Окрім простого відображення кодів, багато сучасних діагностичних

інструментів також можуть відображати потоки даних у режимі реального часу. Це дозволяє користувачам контролювати такі речі, як оберти двигуна, температура охолоджувальної рідини, тиск палива та показники датчиків під час роботи автомобіля. Така інформація може бути надзвичайно корисною для виявлення періодичних проблем, які можуть не проявитися під час стандартної перевірки.

Переваги раннього виявлення проблеми

Однією з найважливіших переваг технології діагностики транспортних засобів є здатність виявляти проблеми на ранній стадії. Невеликі проблеми можуть швидко перетворитися на дорогий ремонт, якщо їх вчасно не вирішити. Наприклад, незначна несправність датчика може спочатку спричинити лише незначне зниження паливної ефективності. Однак, якщо її ігнорувати, вона зрештою може вплинути на роботу двигуна або пошкодити інші компоненти.

Виявляючи проблеми на ранній стадії, власники транспортних засобів та техніки можуть вжити коригувальних заходів, перш ніж проблема загостриться. Такий підхід не лише знижує витрати на ремонт, але й допомагає підтримувати надійність та безпеку автомобіля.

Крім того, раннє виявлення допомагає забезпечити відповідність транспортних засобів стандартам викидів. Багато країн вимагають регулярних перевірок на викиди, а невирішені проблеми з двигуном можуть призвести до того, що транспортний засіб не пройде ці перевірки.

Діагностичні технології та профілактичне обслуговування

Профілактичне обслуговування є ключовим фактором у продовженні терміну служби будь-якого транспортного засобу. Планове обслуговування, таке як заміна масла, перевірка гальм та заміна фільтрів, допомагає підтримувати належну роботу механічних компонентів. Діагностичні інструменти доповнюють ці методи, надаючи глибше розуміння електронних систем, які керують сучасними транспортними засобами.

Наприклад, діагностичні системи можуть виявляти закономірності, що

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

вказують на знос або неефективність, перш ніж вони спричинять помітні проблеми. Механіки можуть переглядати збережені дані та виявляти тенденції, такі як коливання показань датчиків або нерегулярна поведінка паливної системи.

Ця інформація дозволяє технікам рекомендувати профілактичний ремонт або регулювання, допомагаючи власникам транспортних засобів уникнути неочікуваних поломок. У довгостроковій перспективі такий проактивний підхід сприяє кращій продуктивності та збільшенню терміну служби автомобіля.

Роль діагностики в сучасному ремонті автомобілів

Ремонт автомобілів значно розвинувся завдяки розвитку електроніки та цифрових технологій. Сучасні техніки повинні поєднувати традиційні механічні навички зі знанням комп'ютерних систем, програмного забезпечення та аналізу даних.

Діагностичні інструменти стали невід'ємною частиною кожної професійної майстерні. Вони допомагають технікам швидко виявляти несправності, скорочуючи час, необхідний для діагностики складних проблем. Без таких інструментів визначення першопричини електронних несправностей було б надзвичайно складним та трудомістким.

Крім того, багато виробників зараз розробляють автомобілі з інтегрованими діагностичними можливостями, які підтримують розширені процедури ремонту. Деякі системи можуть навіть надавати детальні інструкції або кроки з усунення несправностей на основі виявлених кодів помилок.

Погляд у майбутнє: майбутнє діагностики автомобілів

З розвитком автомобільних технологій діагностичні системи, ймовірно, стануть ще більш досконалими. Сучасні автомобілі вже включають такі функції, як бездротове підключення, обмін даними через хмарні технології та дистанційна діагностика. Ці інновації дозволяють контролювати та аналізувати певні системи автомобіля без необхідності прямого фізичного доступу.

У майбутньому прогнозне технічне обслуговування може стати більш поширеним. Аналізуючи великі обсяги даних з кількох транспортних засобів,

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

виробники та техніки зможуть передбачати потенційні несправності до їх виникнення. Штучний інтелект та машинне навчання можуть відігравати важливу роль у виявленні закономірностей та рекомендаціях щодо дій з технічного обслуговування.

Електромобілі та гібридні системи також формують майбутнє діагностики. Ці транспортні засоби впроваджують нові компоненти, такі як системи керування акумуляторами, електродвигуни та високовольтні кола, всі з яких вимагають спеціалізованих діагностичних підходів.

Діагностика транспортних засобів змінила спосіб виявлення та усунення проблем з автомобілями. Інтеграція електронних систем та бортових комп'ютерів дозволила виявляти проблеми швидше та точніше, ніж будь-коли раніше. Отримуючи діагностичні коди та аналізуючи дані в режимі реального часу, техніки можуть отримати цінну інформацію про продуктивність та стан автомобіля.

Інструменти, що підключаються до бортової діагностичної системи автомобіля, роблять усунення несправностей набагато ефективнішим, дозволяючи як професіоналам, так і досвідченим автовласникам розуміти потенційні проблеми, перш ніж вони стануть серйозними. З розвитком автомобільних технологій діагностичні системи залишатимуться важливою частиною підтримки безпеки, ефективності та надійності транспортних засобів.

3.2 Розробка структурної схеми

Кабельний Ethernet на транспорті

В основі сучасних ІКС – пакетна передача інформації й використання єдиного формату кадрів Ethernet, що дозволяє домогтися високої результуючої техніко-економічної ефективності. Достоїнство такого підходу складається в можливості створення прозорої інформаційної структури на всіх рівнях системи.

Всі ці переваги можна використовувати в нових областях, що дозволить розширити сферу застосування наявних технічних засобів. Однієї з перспективних областей впровадження стають бортові ІТС різних транспортних засобів: поїздів, судів, літаків, автобусів, трамваїв і автомобілів. Частково даний потенціал уже реалізований у процесі створення інформаційних систем і сервісів доступу в Інтернет для пасажирів. Для цього використовувалася традиційна техніка, адаптована до більше жорстких умов експлуатації. Так, зокрема, для забезпечення гігабітних швидкостей були створені 8-контактні з'єднувачі M12, раніше доступні тільки у двопарному варіанті.

Однак для відеоспостереження, діагностики й керування окремими агрегатами сучасних автомобілів поки застосовуються переважно приватні фірмові рішення. Перехід на єдину технологічну платформу досить перспективний з комерційної точки зору, тому що місткість ринку досить велика. Відповідно до оцінок IEEE, у сучасному легковому автомобілі середнього класу є близько 50 прикінцевих мережних пристроїв у вигляді оснащених мікроконтролерами різних датчиків виконавчих елементів, а у важких вантажівках їх ще більше – до 140. Усього в транспортних засобах функціонують близько 270 млн пристроїв, що підключаються до мережі, причому їхня кількість буде щорічно подвоюватися.

З урахуванням цих обставин саме автомобільна галузь стала ініціатором проведення робіт зі створення й стандартизації однопарного Ethernet, що для залучення уваги й кращого запам'ятовування одержав назву «усічений Ethernet» (Reduced Twisted Pair Ethernet).

Дана технологія розглядається як заміна досить популярних у цей час шин CAN, FlexRay, MOST, LVDS.

Основні характеристики «автомобільного» Ethernet

Існуючі рішення Ethernet можуть бути доведені до необхідного рівня ефективності шляхом глибокої модернізації створеного раніше встаткування і його цілеспрямованої адаптації на нову область. Два ключових недоліки існуючої

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

4-парні техніки – висока вартість (по обсягах витрат проводка в сучасному автомобілі є третьою статтею витрат після двигуна й шасі) і незадовільні вагогабаритні показники – переборюються переходом на однопарне виконання лінійної частини бортовий ІКС.

Певне значення має й те, що за рахунок деякого зменшення маси скорочуються витрати палива й знижується екологічне навантаження на навколишнє середовище.

Платою за це стає обмеження гарантованої дальності дії. У неекранованому тракті типу А вона становить 15 м, однак перехід на екрановану техніку дає можливість організувати тракти типу В, максимальна довжина яких становить уже 40 м. Для автомобільних бортових систем цього цілком достатньо.

Роботи зі стандартизації проводилися в рамках двох проектів. Результати одного, IEEE 802.3br, затверджені 30 червня 2016 року. Його головною метою була розробка гігабітного варіанта мережного інтерфейсу, що відповідно до правил формування коду, прийнятого IEEE, описується аббревіатурою 1000 Base-T1. Іншої, менш швидкісний 100-мегабітний варіант 802.3bw, уведений у дію роком раніше, позначається як 100 Base-T1.

Для нової області застосування як ніколи актуально дистанційне живлення прикінцевих пристроїв за централізованою схемою. З урахуванням цієї особливості було розроблене встаткування для дистанційного живлення по одній парі IEEE 802.3bu. Дана технологія відома як Power over Data Lines (PoDL). Потужність споживання приймача при цьому обмежується 50 Вт.

Результатом зусиль промисловості стала поява наборів мікросхем, інтерфейсів на їхній основі, а також кабелів і з'єднувачів. Вони випускаються декількома виробниками й розраховані на експлуатацію в автомобілях, у тому числі при твердих зовнішніх умовах від -40 до $+85^{\circ}\text{C}$, і в подкапотному просторі, де температура може досягати $+150^{\circ}\text{C}$.

Активні мікроелектронні вироби бортовий ІКС по своїх характеристиках гармонізовані з іншою автомобільною електронікою. Зокрема, у них

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

передбачений перехід в «сплячий» режим зі струмом споживання не більше 100 мкА, а час повернення в робочий стан, з урахуванням типових параметрів устаткування бортової діагностики, становить не більше 500 мс.

Характеристики лінійної частини системи забезпечують нормальна якість функціонування повнодуплексного каналу зв'язку.

Устаткування 1000 base-t1

З технічної точки зору в бортовий автомобільної ІКС однаково важливі як швидкість передачі, так і гарантований час доставки повідомлення, що досягається звичайними для промислового Ethernet способами шляхом завдання пріоритетів і виділення смуги пропускання. Гігабітна пропусканна здатність затребувана тільки:

- при передачі сигналів телебачення високої чіткості, у тому числі відеоасистента при здійсненні руху заднім ходом (щоб мінімізувати час затримки, потік даних, генеруємий його камерою, не стискується й має швидкість до 800 Мбіт/с);
- роботі з навігаційними системами;
- підтримці функціонування систем налаштування супутникових антен і інших споживачів, що генерують незжаті цифрові потоки.

Оскільки споживачів цієї групи багато, для їхнього підключення до ІКС доцільно використовувати однакову техніку, а узгодження швидкостей виконувати за допомогою автоматичного налаштування.

З обліком верхньої граничної частоти тракту, що становить 600 МГц, для формування лінійного сигналу потрібне застосування багаторівневого кодування.

В устаткування 1000 Base-T1, до створення якого розроблювачі приступилися в 2012 році, споконвічно закладений досить розвитий додатковий сервіс. Зокрема, передбачені наступні можливості:

- використання енергоефективного Ethernet і перехід у режим очікування, що дозволяє мінімізувати розряд акумулятора на стоянці;

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- підтримка процедури блокування надходження перекручених даних, коли напруга дистанційного живлення відсутній більше 100 мс;
- автоматичне визначення швидкості передачі у формованому каналі зв'язку.

Устаткування 100 base-t1

Розробка 100-мегабітних однопарних мережних інтерфейсів велася з 2012 року на основі попередніх вимог, сформульованих Open Alliance у процесі виконання пошукових НДР. Остаточні специфікації були затверджені в жовтні 2015 року. Як і їх більше швидкісний аналог, інтерфейси 100 Base-T1 створювалися для автомобільних бортових ІКС, однак вони орієнтовані на використання в тих ланцюгах, де гігабітний темп передачі є свідомо надлишковим.

Техніка даного різновиду називається «Ethernet для автомобілів». Від гігабітного варіанта вона відрізняється, крім меншої швидкості передачі, простотою схеми й більше ощадливим енергоспоживанням. Максимальна довжина тракту – 15 м.

З урахуванням схожості 100 Base-T1 і Fast Ethernet, було нескладно забезпечити сумісність цього встаткування на рівні електричних сигналів. При цьому, однак, функціонування можливо тільки в режимі повного дуплекса, а ймовірність бітової помилки не перевищує 10⁻¹⁰. Для забезпечення заданої якості передачі використовується скрембльовані вихідні повідомлення й модуляція виду РМ-3 з кодуванням 3У2Т, а на прийомному кінці вступник сигнал обробляється в цифровому сигнальному процесорі DSP перед подачею на вирішальний пристрій. Передача здійснюється в базовій смузі, для розв'язки напрямків передачі й прийому використовується диференціальна система.

Для передачі потрібен кабель із параметрами Категорії 5е або краще.

Особливості проводки

Кабелі й з'єднувачі для побудови бортовий ІКС пропонуються в екранованому й неекранованому варіантах. На думку ряду аналітиків, щоб

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

забезпечити функціонування потужних прикінцевих споживачів, буде потрібно техніка, що відповідає щонайменше Категорії 6А.

Уважається, що фокусна область застосування неекранованого встаткування з його помітно кращими вагогабаритними показниками – це легкові автомобілі, де 15-метрової дальності дії цілком достатньо. Екрановані ж вироби, гарантована дальність дії яких досягає 40 м, призначені для більше габаритних автобусів, тролейбусів і вантажних автомобілів, де обмеження для сумарної маси проводів і роз'ємів не настільки тверді. У чималому ступені вони виявляються затребувані завдяки більше високому ступеню захисту від зовнішніх електромагнітних перешкод різної природи.

Проводкою для однопарного Ethernet займаються по обох сторони Атлантики. Американські розроблювачі традиційно тяжіють до неекранованих рішень, а їхні європейські колеги багато уваги приділяють екранованій техніці.

Для забезпечення необхідної експлуатаційної гнучкості в тракті передачі передбачена підтримка чотирьох з'єднувачів. У випадку застосування екранованої техніки на стаціонарну лінію доводиться 36 м, інші 4 м відведені на шнури. Відповідний документ розробляється ISO/IEC, публікація фінальної версії намічена на 2026 рік.

Кабель має традиційне 100-омний хвильовий опір. Поза залежністю від варіанта його виконання верхня границя робочого частотного діапазону становить 600 МГц. З інших характеристик нормуються загасання, зворотні відбиття SRL і міжкабельне перехідне загасання. З обліком робочого частотного діапазону й прийнятої схеми організації зв'язку як прототип доцільно використовувати техніку Категорії 6А або краще.

З'єднувач повинен мати мінімальні розміри. Тому в розробленому компанії Harting і з'єднувачі, що серійно випускається, HARTING T1 Industrial застосовані контактний блок, розміри поперечного перерізу якого становлять 6,4 ? 3,3 мм. Качана підключається до розетки лінійним рухом. Залежно від варіанта

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

виконання для різних областей експлуатації забезпечується ступінь захисту IP20 або IP67.

Інші області застосування однопарної техніки

Гарантуємі мережними інтерфейсами 100 Base-T1 і 1000 Base-T1 параметри дальності дії, швидкості передачі, часу доставки й вартісних показників дозволяють використовувати ці пристрої не тільки в автомобілі.

Так, для систем промислової автоматизації й робототехніки важливе значення має можливість роботи в широкому температурному діапазоні. В устаткуванні, застосовуваному для автоматизації об'єктів суспільної й особливо житлової нерухомості, цінуються такі властивості, як невеликі габарити й гнучкість кабелю, а також низька вартість кабельних виробів і самого контролера.

Про високі технічні й ринкові перспективи напрямку однопарних рішень Ethernet свідчить запуск проекту 802.3cg по створенню інтерфейсу 10 Base-T1 с граничною дальністю дії 1200 м. Завершення розробки відповідних специфікацій намічено на 2026 рік. Як і у випадку 100- і 1000-мегабітних систем, для створення настільки протяжних ліній планується використовувати нові різновиди кабелів. Фокусна область застосування нової техніки – системи промислової автоматизації.

Крім того, у рамках пошукових НДР вивчається можливість створення однопарних систем 2,5, 5 і 10G Ethernet. Якщо врахувати досвід розробки 40-гігабітних систем, для однопарного 10-гігабітного варіанта цілком може бути забезпечена як мінімум 30-метрова дальність дії.

Створення однопарного Ethernet відкриває можливість застосування єдиної технології для організації обміну даними в такій ємній області, як бортові інформаційні системи сучасних автомобілів і інших транспортних засобів. Дальність дії й виконання апаратної частини однопарного Ethernet відкривають перспективи для його впровадження в інших областях, зокрема в системах автоматизації будинків.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

У стандартах на мережні інтерфейси споконвічно передбачений ряд сервісів, завдяки яким помітно збільшується практична ефективність рішення в цілому. Однопарна схема має запас для подальшого вдосконалювання, особливо це стосується збільшення дальності дії й швидкостей передачі. Збереження 100-омного хвильового опору не тільки прискорює й спрощує розробку, але й полегшує тестування готових стаціонарних ліній і трактів.

Система функціонує наступним чином. Спершу ЕОМ через кабель з стандартом OBDII (ISO 14230) підключається до бортового комп'ютера автомобіля. Після цього завантажуються стандартні тестові послідовності, які або повертають дані, що системи автомобіля є справними, або повертають коди помилок у роботі того, або іншого блоку автомобіля.

Структурна схема системи зображена на рисунку 3.1. З нього ми бачимо, що основними структурними блоками, які взаємодіють між собою, у ній є наступні:

- Персональний комп'ютер.
- Автомобіль (блок електронного управління двигуном автомобіля).
- Інтерфейс передачі даних ISO 14230.
- Програма діагностування.
- База даних кодів несправностей та помилок праці електронної системи автомобіля.
- Блок виведення помилок, або виведення повідомлення про те, що помилок немає.

Розглянемо як працює розроблена система. Аббревіатура Е-К-В в автомобільній тематиці має на увазі електронний блок управління або ЕБУ. Тобто ECU це Electronic Control Unit.

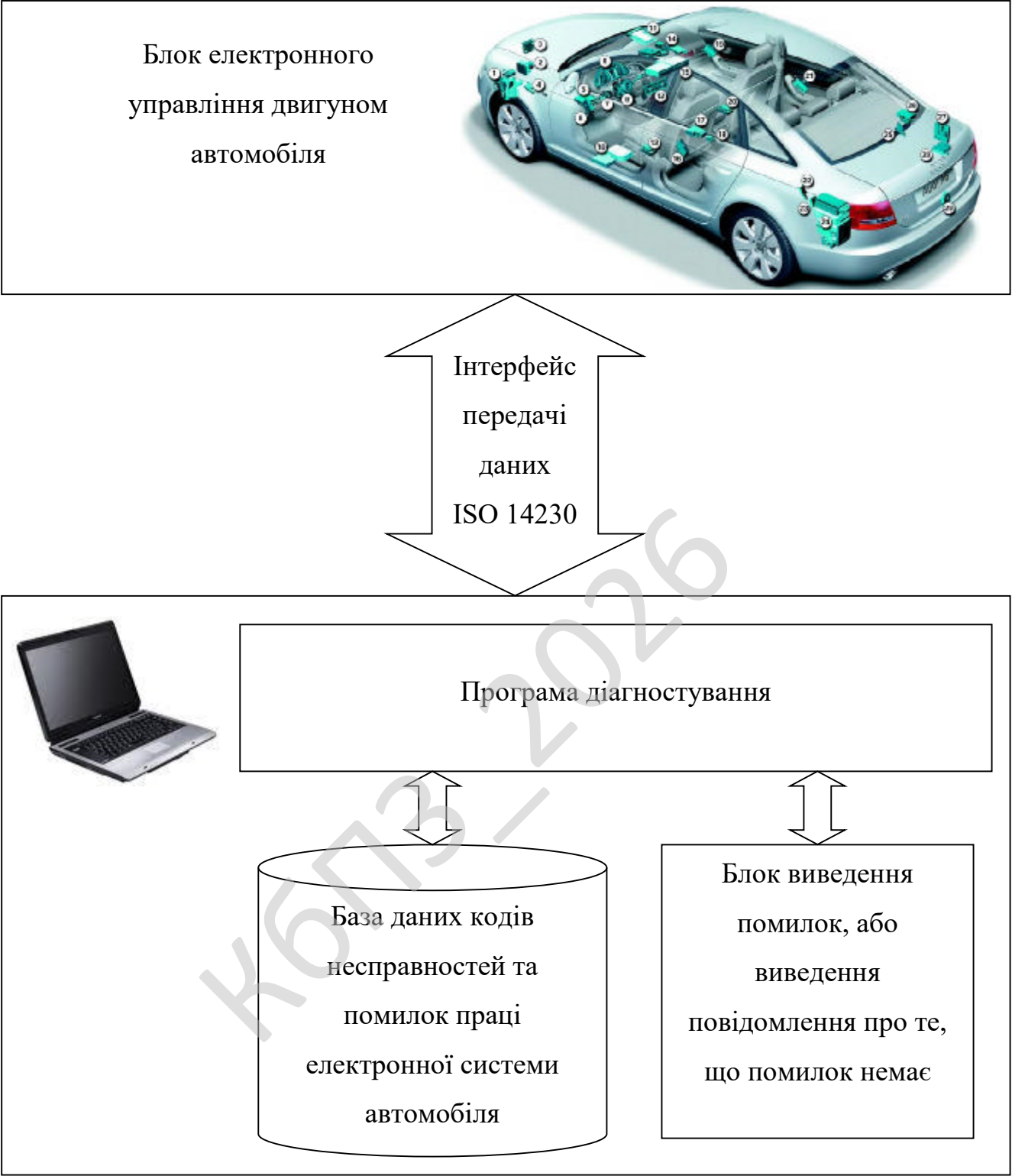


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

У сучасному автомобілі є безліч різноманітних ECU. Вони відносяться до гальм, трансмісії, підвісці, системі охорони, кліматичній установці, навігації й іншому. Найважливіший це блок управління двигуном. У різних джерелах йому можуть відповідати назви як ECU, так і DME (Digital Motor Electronics), ECM (Engine Control Module), PCM (Powertrain Control Module) і деякі ін. Будемо дотримуватися загальноприйнятого терміна ECU як «електронний блок управління», доповнюючи його вказівкою приналежності в міру появи необхідності.

3.3 Розробка функціональної схеми

На рисунку 3.2 зображена функціональна схема системи. Нижче розглянемо її більш докладно.

Функціональна схема складається із взаємодії наступних функціональних блоків:

- Блок доступу до функцій читання й стирання кодів несправностей (DTC).
- Блок виведення опису кодів несправностей (DTC definitions).
- Блок підтримки автомобілів обладнаних шиною CAN.
- Блок читання й видалення всіх загальних кодів несправностей (DTC).
- Блок читання й видалення кодів несправностей заданих виробником (manufacture specific DTC).
- Блок відображення поточних параметрів OBDII (ISO 14230) (Live Data у момент виникнення несправності).
- Блок виведення стоп-кадрів помилок OBDII.
- Блок виведення результатів внутрішніх тестів системи самодіагностики.
- Блок визначення заводського номера кузова VIN (для автомобілів з 2002 р.в.).
- Блок визначення статусу значка "Check Engine".

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

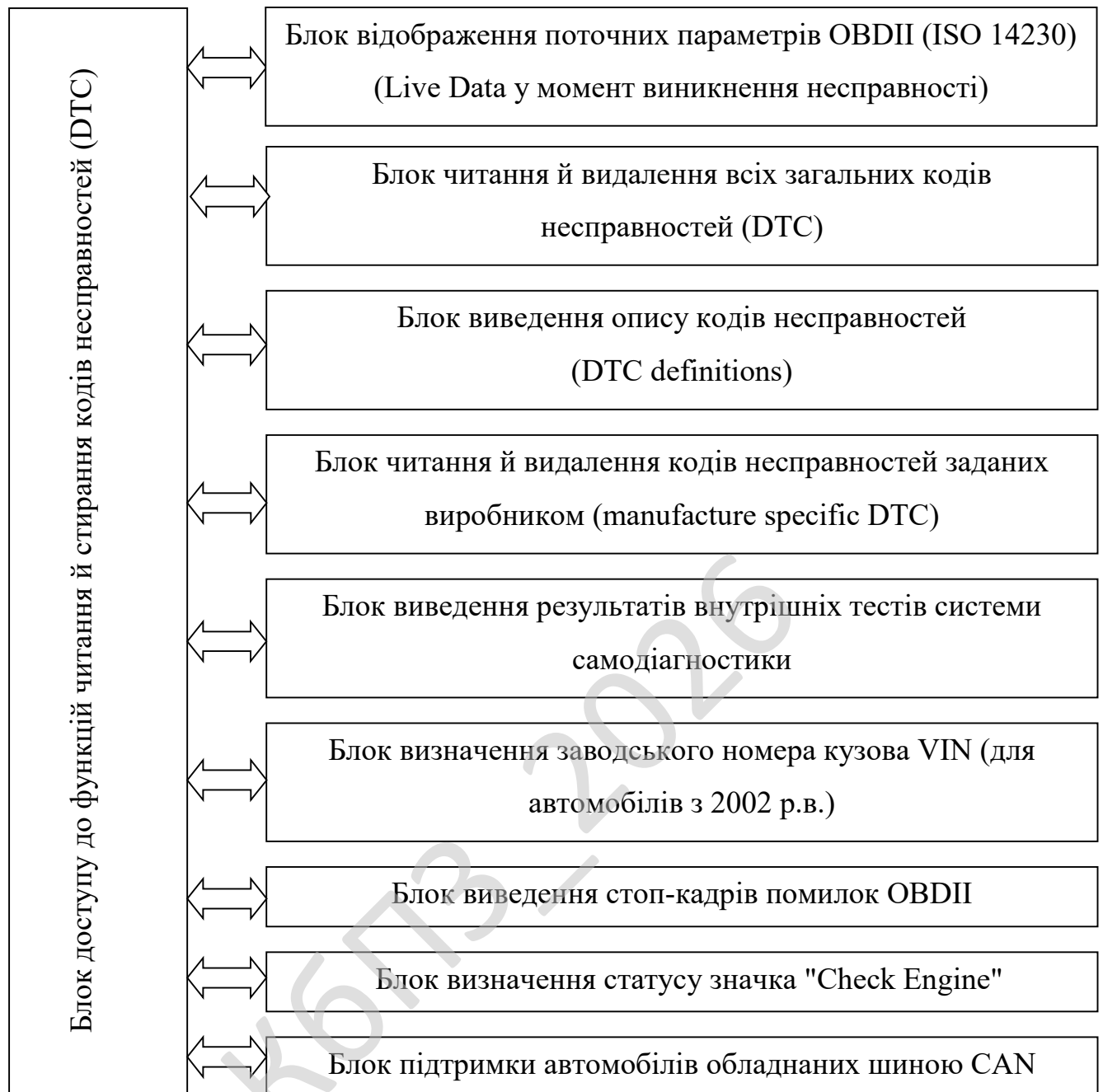


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Розглянувши усі блоки функціональної схеми перейдемо до розгляду діаграми взаємодії процесів, які відбуваються у системі.

3.4 Розробка діаграми процесів

Діаграма взаємодії процесів системи, розробленої у результаті виконання бакалаврської дипломної роботи, наведена на рисунку 3.3.

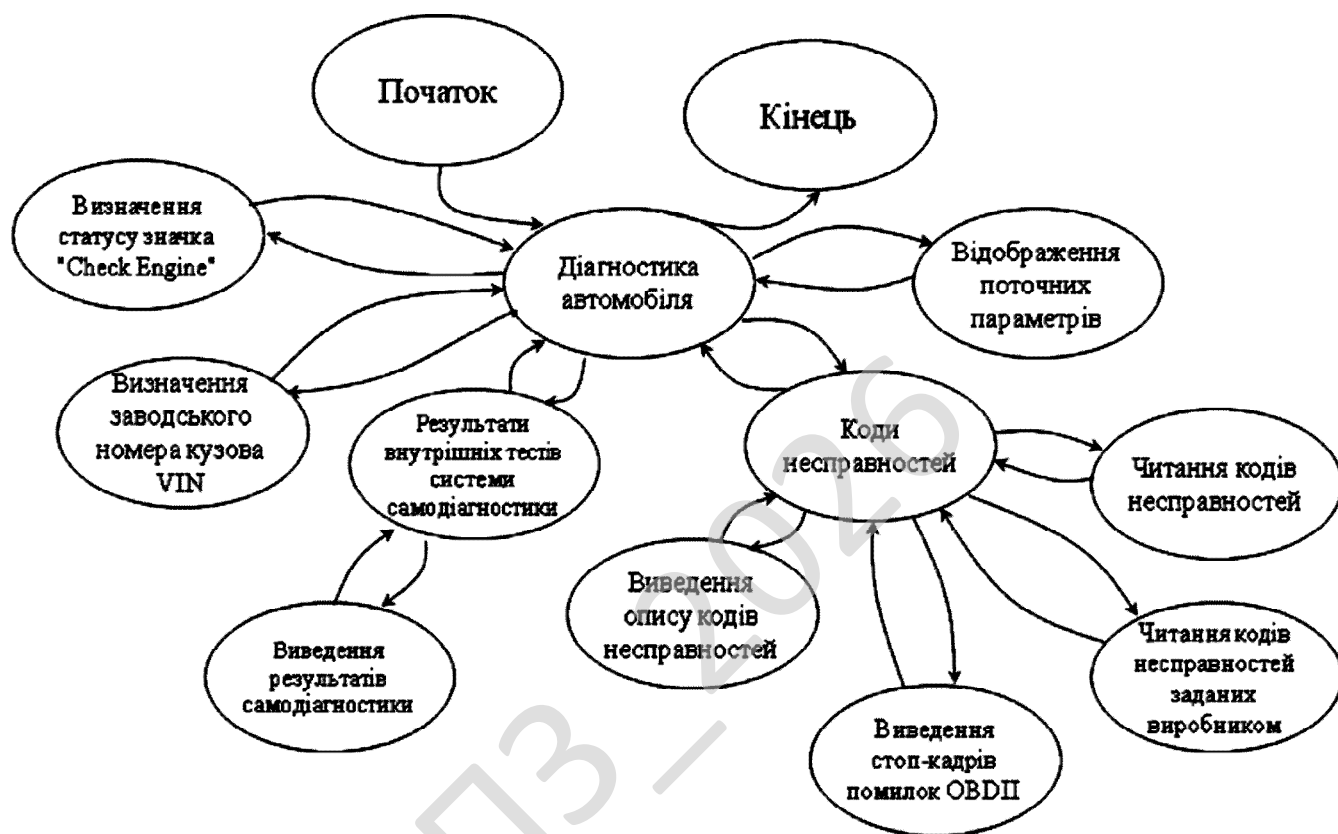


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Першим процесом який запускається у системі, є процес завантаження вікна діагностики автомобіля.

Він взаємодіє з наступними процесами:

- Процес визначення статусу значка «Check Engine».
- Процес визначення заводського номера кузова.
- Процес запуску виведення внутрішніх тестів системи самодіагностики, який взаємодіє з процесом виведення результатів самодіагностики.
- Процес роботи з кодами несправностей.

– Процес відображення поточних параметрів.

Процес роботи з кодами несправностей, у свою чергу взаємодіє з наступними процесами: процес читання кодів несправностей, процес читання кодів несправностей заданих виробником, процес виведення опису кодів несправностей, процес виведення стоп-кадрів помилок OBDII.

Таким чином, розглянувши опис системи, структурну, функціональну схеми системи, та діаграму взаємодії процесів перейдемо до опису блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАВИЛЬНІСТЬ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

На рисунку 4.1 наведено блок-схему основної програми. Її робота складається з виконання наступних кроків.

Спершу відбувається виведення основного вікна програми. Після цього користувач обирає, проводити йому діагностику, або ні.

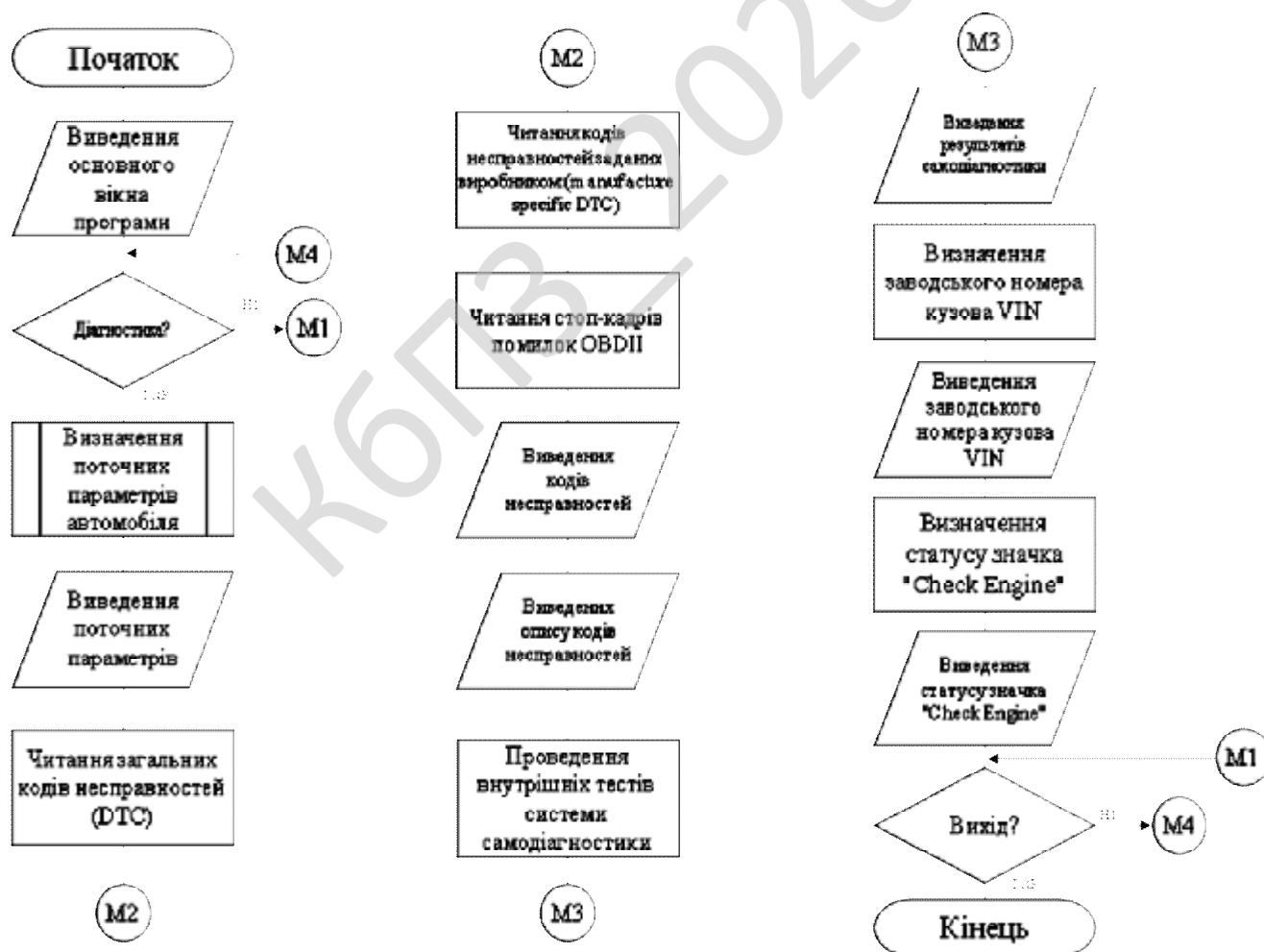


Рисунок 4.1 – Блок-схема роботи основної програми

Якщо він обирає діагностику, то виконується послідовність наступних дій:

- Визначення поточних параметрів автомобіля.
- Виведення поточних параметрів.
- Читання загальних кодів несправностей.
- Читання кодів несправностей заданих виробником.
- Читання стоп-кадрів помилок OBDII
- Виведення кодів несправностей.
- Виведення опису кодів несправностей.
- Проведення внутрішніх тестів системи самодіагностики.
- Виведення результатів самодіагностики.
- Визначення заводського номера кузова.
- Виведення заводського номера кузова.
- Визначення статусу значка «Check Engine».

На рисунку 4.2 зображено блок-схему роботи підпрограми визначення поточних параметрів автомобіля. Вона працює наступним чином.

Спершу відбувається спроба з'єднання з автомобілем. Після цього, якщо сигналу немає, тоді виводиться повідомлення про помилку, й підпрограма завершає свою роботу.

У іншому випадку, тобто, якщо сигнал є, відбувається покрокове виконання наступних ітерацій:

- Отримуються значення температури мотору.
- Отримуються значення оборотів мотора.
- Отримуються значення тиску наддуву.
- Отримуються значення подачі палива.
- Отримуються значення температури палива.
- Отримуються значення температури повітря.
- Отримуються значення атмосферного тиску.
- Отримуються значення пробігу.
- Отримуються значення стану педалі зчеплення.

- Отримуються значення педалі гальма.
- Отримуються значення педалі газу.
- Отримуються значення температури насосу.
- Отримуються значення затримки ротора.

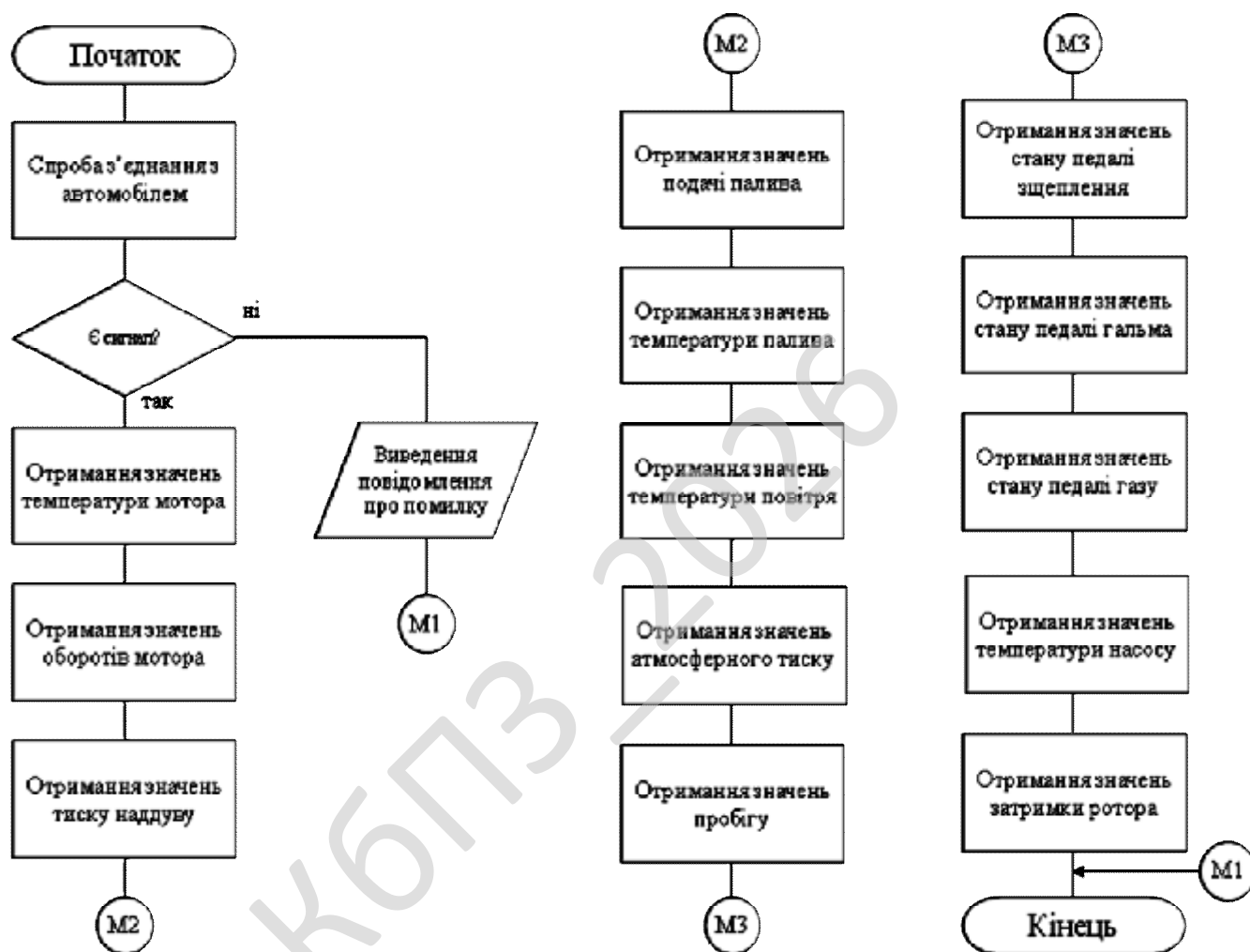


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми визначення поточних параметрів автомобіля

Приведемо приклад самодіагностики систем керування на автомобілі OPEL. Іноді, у системі керування упорскуванням автомобілів виникають несправності. Довідатися причину, у більшості випадків, можна самостійно, зчитавши код помилки в накопичувачі ECU через діагностичний роз'єм.

На автомобілі OPEL випуску 86-94 років установлювалися системи діагностики з 10-ти контактним роз'ємом і протоколами діагностики ALDL (Multec) або K-Line (Motronic).

На OPEL випуску 94-96 років установлювалася системи діагностики з 16-ти контактним роз'ємом і протоколом діагностики K-Line. Більше пізні моделі мали систему діагностики, сумісну зі стандартом OBD-II і 16-ти контактним роз'ємом. З 2002 року вводиться CAN протокол на вже стандартному 16-ти контактному OBD-II роз'єманні.

Варто пам'ятати, що помилка в накопичувачі може мати статус "активної", тобто несправність у системі присутня в цей момент. При цьому буде горіти лампа "check engine" на панелі приладів. І "збереженої" – лампа "check engine" горіти не буде. Якщо ця помилка не виникне повторно протягом 20 запусків двигуна, то вона буде стерта з накопичувача. Так-же накопичувач скидається при знятті клеми акумулятора на 30 секунд. У сучасних системах, помилки можна видалити тільки за допомогою діагностичного встаткування, після усунення їхньої причини.

Розглянемо варіант самодіагностики систем Motronic і Multec з 10 контактним діагностичним роз'ємом.

1. Знаходимо сам роз'єм.

В OPEL Kadett, Vectra і Omega він перебуває біля опори стійки, з лівої або правої сторони моторного відсіку. В OPEL Tigra, Corsa і Astra – у щитку запобіжників салону. В OPEL Frontera його ставлять над правою (пасажирської) фарею.

Розташування й призначення його контактів:

A – Маса автомобіля.

B – L-Line Самодіагностика ECU engine.

C – Самодіагностика АКПП.

D – Самодіагностика Trip computer.

E – Канал даних двигуна.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

F – "+" Акумуляторної батареї.

G – K-Line канал даних комп'ютерів.

H – Самодіагностика круїзу-контролю.

J – Самодіагностика повного привода.

K – Самодіагностика ABS.

2. Ставимо дрову перемичку залежно від мети діагностики:

AB – комп'ютер двигуна (Motronic, Multec).

AC – електронна автоматична коробка передач.

AD – бортове табло LCD і бортовий комп'ютер.

AG – стандартна, перешкодозахисна заглушка.

AH – комп'ютер круїз-контролю, пристрою проти викрадення (ATWS).

AJ – електронне керування повним приводом.

AK – комп'ютер ABS.

У сервісних мануалах, ця перемичка називається "діагностичне пристосування КМ 602-2"

3. Включаємо запалювання й зчитуємо flash коди, які нам починає видавати лампа індикації відповідного пристрою. Деякі версії систем можуть не підтримувати самодіагностиківі.

Структура показу кодів проста:

Перша серія спалахів з короткими паузами – десятки.

Пауза побільше – роздільник.

Друга серія спалахів з короткими паузами – одиниці.

Довга пауза – роздільник кодів.

x-xx (12).

Кожний цикл починається з коду входу в режим самодіагностики – 12.

Далі видаються коди по зростанню номера помилки. Усе коди повторюються по 3 рази. Після закінчення показу кодів помилок, цикл повторюється заново.

Розшифровка flash кодів помилок наведена в таблицях Flash codes Opel.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Варіант самодіагностики з роз'ємом OBD-II (якщо система його підтримує), мало відрізняється від описаного вище.

1. Знаходимо сам роз'єм.

В OPEL Vectra, Astra і Zafira він перебуває під захисною кришкою, у салоні під важелем ручного гальма.

В OPEL Omega – у щитку запобіжників салону, під кермовою колонкою.

В OPEL Corsa – у ніші центральної консолі.

2. Ставимо перемичку між контактами 5 і 6.

3. Включаємо запалювання й зчитуємо flash коди, які нам починає видавати лампа індикації. Деякі моделі систем можуть не підтримувати самодіагностики.

Для ранніх систем, принцип зчитування кодів такої-ж. Для більше пізніх, є невеликі відмінності:

10 спалахів лампи відповідає початку коду P0. Далі треба сам 3х значний код.

х-х-xxx (P0113)

Коди повторюються 3 рази і йдуть по зростанню номера помилки. Після закінчення, цикл повторюється заново.

Розшифровка flash кодів помилок стандарту OBD-II наведена в таблицях Flash codes Opel.

Розшифровка flash кодів помилок не OBD-II стандарту наведена в таблицях Flash codes Opel.

Розшифровка flash кодів помилок не OBD-II стандарту для АКПП наведена в таблицях Flash codes Opel, тільки замикати необхідно не 5-6 контакти, а 3-5.

У більш пізніх систем, категорії несправностей розділені, відповідно розділені й лампи індикатори.

Варто пам'ятати, що помилки можуть бути як прямі (точно вказувати на несправність), так і непрямі (указувати на несправність систем, що перебувають

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

за діапазоном перевірки). Наприклад, помилка лямбда зонда (oxygen sensor), регулятора холостого ходу (IAC) або витратоміра повітря (AFS), може означати так-же й просос неврахованого повітря у впускну систему.

Самі по собі помилки систем не можуть дати повну й точну інформацію про проблеми, більше того – проблеми можуть бути й зовсім без виникнення помилок.

Опис системи

Система використовує однопарний Ethernet для передавання даних між електронними вузлами транспортного засобу. Для сенсорних і керуючих пристроїв достатньо швидкості 10 Мбіт за секунду, а для шлюзу, діагностичного блока і реєстратора даних доцільно використовувати 100 Мбіт за секунду.

Пристрій:

- Приймається 24 мережеві пристрої.
- Кожен пристрій передає 50 повідомлень за секунду.
- Розмір одного повідомлення з урахуванням службових полів становить 128 байт.

Загальний потік даних становить:

$$24 \times 50 \times 128 \times 8 = 1228800 \text{ біт за секунду.}$$

$$1228800 \text{ біт за секунду} \approx 1,23 \text{ Мбіт за секунду.}$$

Навіть для каналу 10 Мбіт за секунду завантаження становить.

$$1,23 / 10 \times 100 = 12,3 \text{ відсотка.}$$

Отже, однопарний Ethernet має достатній запас пропускної здатності для телеметрії, діагностики та обміну службовими повідомленнями. Для збереження даних приймається 1200 повідомлень за секунду.

$$\text{За одну хвилину система отримує } 1200 \times 60 = 72000 \text{ повідомлень.}$$

$$\text{За одну годину система отримує } 72000 \times 60 = 4320000 \text{ повідомлень.}$$

Обсяг за годину становить

$$4320000 \times 128 = 552960000 \text{ байт.}$$

$$552960000 \text{ байт} \approx 527 \text{ Мбайт.}$$

Тому система зберігає повний потік короткочасно, а для довготривалого

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

збереження використовує агреговані показники. Це зменшує навантаження на пам'ять і підтверджує правильність вибору локальної бази даних та модульної обробки.

Програмне забезпечення системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet призначене для збору, перевірки, збереження та аналізу даних від електронних блоків транспортного засобу.

Система працює з датчиками температури, напруги, швидкості, стану дверей, рівня заряду, діагностичними повідомленнями та подіями несправностей. Однопарний Ethernet використовується як фізичне середовище зв'язку, що зменшує масу кабельної мережі та спрощує підключення електронних вузлів.

Мова Python використовується для серверної логіки, обробки телеметрії, роботи з базою даних, формування подій і створення діагностичних звітів.

Архітектура системи

Архітектура складається з чотирьох основних рівнів.

Перший рівень містить сенсори та електронні блоки транспортного засобу.

Другий рівень містить мережевий шлюз однопарного Ethernet, який приймає повідомлення від пристроїв.

Третій рівень містить програмний сервер Python, який виконує перевірку, збереження та аналіз даних.

Четвертий рівень містить інтерфейс оператора, у якому відображаються стан пристроїв, помилки, попередження та звіти.

Основні модулі:

– Модуль приймання даних отримує повідомлення від мережевих пристроїв.

– Модуль валідації перевіряє ідентифікатор вузла, тип параметра, значення, час і контрольну суму.

– Модуль бази даних зберігає пристрої, телеметрію, події та діагностичні

записи.

– Модуль аналізу визначає перевищення допустимих меж і виявляє нестабільну роботу вузлів.

– Модуль звітності формує короткий підсумок про стан мережі транспортного засобу.

Функції системи:

1. Система реєструє мережеві пристрої транспортного засобу.
2. Система приймає телеметрію через шлюз однопарного Ethernet.
3. Система зберігає дані у локальній базі SQLite.
4. Система виявляє аварійні та попереджувальні стани.
5. Система формує діагностичний звіт для оператора або інженера.

Розглянемо вихідний код:

1. Модель повідомлення

```
from dataclasses import dataclass
from datetime import datetime
#Модель одного повідомлення від мережевого вузла
@dataclass
class VehicleMessage:
    node_id: str
    parameter: str
    value: float
    unit: str
    timestamp: datetime
    checksum: int
```

2. Перевірка повідомлення

```
from typing import List
#Перевірка правильності даних
class MessageValidator:
    def validate(self, message: VehicleMessage) -> List[str]:
        errors = []
        if not message.node_id:
            errors.append("Відсутній ідентифікатор вузла")
        if message.parameter not in ["temperature", "voltage", "speed", "door_state"]:
            errors.append("Невідомий параметр")
        if message.parameter == "voltage" and (message.value < 0 or message.value > 60):
```

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

```

        errors.append("Некоректна напруга")
    if message.parameter == "temperature" and (message.value < -40 or message.value >
125):
        errors.append("Некоректна температура")
    return errors

```

3. Збереження у базі даних

```

import sqlite3
from datetime import datetime
#Робота з локальною базою даних
class VehicleDatabase:
    def __init__(self, path: str) -> None:
        self.connection = sqlite3.connect(path)
        self.create_tables()
    def create_tables(self) -> None:
        self.connection.execute("""
            CREATE TABLE IF NOT EXISTS telemetry (
                id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
                node_id TEXT NOT NULL,
                parameter TEXT NOT NULL,
                value REAL NOT NULL,
                unit TEXT NOT NULL,
                created_at TEXT NOT NULL
            )
        """)
        self.connection.commit()
    def save_message(self, message: VehicleMessage) -> None:
        self.connection.execute(
            """
            INSERT INTO telemetry (node_id, parameter, value, unit, created_at)
            VALUES (?, ?, ?, ?, ?)
            """,
            (
                message.node_id,
                message.parameter,
                message.value,
                message.unit,
                datetime.now().isoformat()
            )
        )
        self.connection.commit()

```

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4. Аналіз стану вузла

```
from typing import Optional
#Виявлення небезпечних станів
class VehicleAnalyzer:
    def analyze(self, message: VehicleMessage) -> Optional[str]:
        if message.parameter == "temperature" and message.value > 90:
            return "Перегрів електронного вузла"
        if message.parameter == "voltage" and message.value < 10.5:
            return "Низька напруга живлення"
        if message.parameter == "speed" and message.value > 180:
            return "Перевищення допустимої швидкості"
        return None
```

5. Центральна обробка даних

```
#Основний сервіс обробки телеметрії
class VehicleNetworkService:
    def __init__(self, database: VehicleDatabase) -> None:
        self.database = database
        self.validator = MessageValidator()
        self.analyzer = VehicleAnalyzer()
    def process(self, message: VehicleMessage) -> bool:
        errors = self.validator.validate(message)
        if errors:
            for error in errors:
                print(error)
            return False
        self.database.save_message(message)
        alert = self.analyzer.analyze(message)
        if alert:
            print(alert)
        return True
```

6. Журнал подій системи

```
import sqlite3
from datetime import datetime
#Журнал подій транспортної мережі
class EventLogger:
    def __init__(self, connection: sqlite3.Connection) -> None:
        self.connection = connection
        self.create_table()
```

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

```

def create_table(self) -> None:
    self.connection.execute("""
        CREATE TABLE IF NOT EXISTS event_log (
            id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
            level TEXT NOT NULL,
            source TEXT NOT NULL,
            message TEXT NOT NULL,
            created_at TEXT NOT NULL
        )
    """)
    self.connection.commit()

def write(self, level: str, source: str, message: str) -> None:
    self.connection.execute(
        """
        INSERT INTO event_log (level, source, message, created_at)
        VALUES (?, ?, ?, ?)
        """,
        (
            level,
            source,
            message,
            datetime.now().isoformat()
        )
    )
    self.connection.commit()

```

7. Контроль активності вузлів

```

from datetime import datetime, timedelta
from typing import Dict, List

#Контроль доступності мережевих вузлів
class NodeActivityMonitor:
    def __init__(self, timeout_seconds: int = 5) -> None:
        self.timeout = timedelta(seconds=timeout_seconds)
        self.last_activity: Dict[str, datetime] = {}

    def update_activity(self, node_id: str) -> None:
        self.last_activity[node_id] = datetime.now()

    def find_inactive_nodes(self) -> List[str]:
        inactive_nodes = []
        now = datetime.now()
        for node_id, last_seen in self.last_activity.items():
            if now - last_seen > self.timeout:

```

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

```

        inactive_nodes.append(node_id)
    return inactive_nodes

```

8. Формування діагностичного звіту

```

from typing import Any

#Формування діагностичного звіту
class DiagnosticReportService:
    def __init__(self, connection: sqlite3.Connection) -> None:
        self.connection = connection

    def build_report(self) -> dict[str, Any]:
        cursor = self.connection.cursor()
        cursor.execute("SELECT COUNT(*) FROM telemetry")
        message_count = cursor.fetchone()[0]
        cursor.execute("SELECT COUNT(DISTINCT node_id) FROM telemetry")
        active_node_count = cursor.fetchone()[0]
        cursor.execute("SELECT COUNT(*) FROM event_log WHERE level = 'warning'")
        warning_count = cursor.fetchone()[0]
        cursor.execute("SELECT COUNT(*) FROM event_log WHERE level = 'error'")
        error_count = cursor.fetchone()[0]
        return {
            "message_count": message_count,
            "active_node_count": active_node_count,
            "warning_count": warning_count,
            "error_count": error_count
        }

```

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм SEED – у криптографії симетричний блоковий криптоалгоритм на основі Мережі Фейстеля, розроблений Корейським агентством інформаційної безпеки (Korean Information Security Agency, KISA) в 1998 році.

В алгоритмі використовується 128-бітний блок і ключ довжиною 128 біт. Алгоритм одержав широке поширення й використовується фінансовими й банківськими структурами, виробничими підприємствами й бюджетними

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

установами Південної Кореї, оскільки 40-бітний SSL не забезпечує на даний момент мінімально необхідного рівня безпеки. Агентством по захисту інформації специфіковане використання шифру SEED у протоколах TLS і S/MIME. У той же час, алгоритм SEED не реалізований у більшості сучасних браузерів і інтернет-додатків, що утрудняє його використання в даній сфері поза межами Південної Кореї.

SEED являє собою мережу Фейстеля з 16 раундами, 128-бітовими блоками й 128-бітовим ключем. Алгоритм використовує дві 8×8 таблиці підстановки, які, як такі з Safer, виведені з дискретного зведення в ступінь (у цьому випадку, x^{247} і x^{251} – плюс деякі «несумісні операції»). Це є деякою подібністю с MISTY1 у рекурсивності його структури: 128-бітовий повний шифр – мережа Фейстеля з F-функцією, що впливає на 64-бітові половини, у той час як сама F-функція – Мережа Фейстеля, складена з G-функції, що впливає на 32-розрядні половини. Однак рекурсія не простягнеться далі, тому що G-функція – не Мережа Фейстеля. В G-функції 32-розрядне слово розглядають як чотири 8-бітових байта, кожен з яких проходить через одну або іншу таблицю підстановки, потім поєднується в помірковано комплексному наборі булевих функцій таким чином, що кожен біт виводу залежить від 3 з 4 вхідних байтів.

SEED має складний ключовий розклад, генеруючи тридцять два 32-розрядних додаткових символу, використовуючи G-функції на серіях обертань вихідного неопрацьованого ключа, комбінованого зі спеціальними раундовими константами (як в TEA) від «Золотого співвідношення» (англ. Golden ratio).

Згідно з дослідженнями KISA, алгоритм SEED «надійно протистоїть відомим атакам».

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Для установки утиліти запустіть установочний файл відповідно на КПК, CarPC, персональному комп'ютері або ноутбучі й дотримуйтеся інструкцій програми установки. Після установки утиліти натисніть «Налаштування». Уведіть серійний номер адаптера й номер COM порту.

У Рядку «Автомобіль» виберіть модель вашого автомобіля. У рядку «Система» виберіть систему (АКПП, ABS і ін.) яку ви збираєтеся діагностувати. Якщо для обраного автомобіля доступна робота тільки з однією системою її назва відобразиться в рядку «Система» сірим кольором.

Після натискання «ОК» утиліта настроїться на діагностику обраної системи. Скріншот програмного забезпечення зображені на рисунку 5.1.

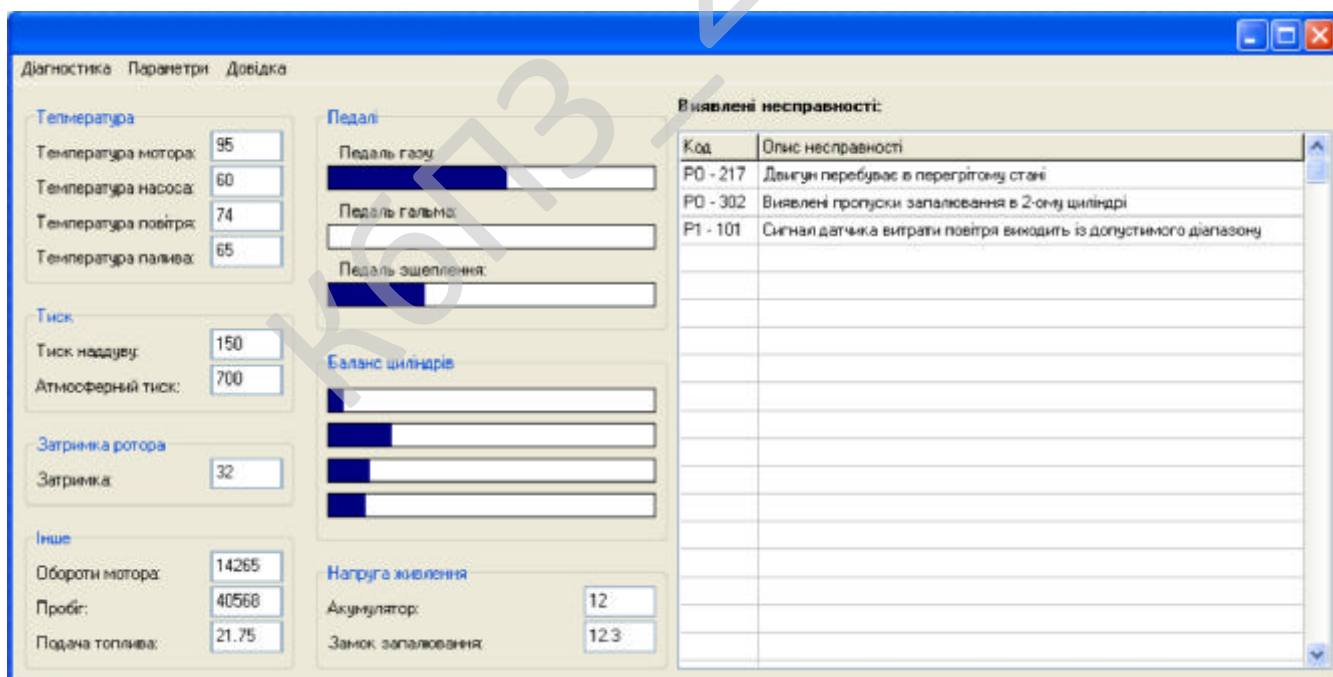


Рисунок 5.1 – Головне вікно програмного забезпечення

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

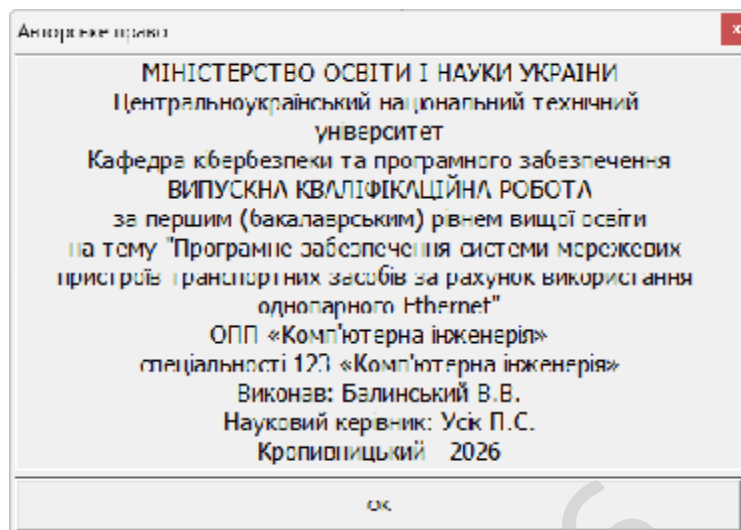


Рисунок 5.2 – Авторське право

Робота з утилітою

1. Підключити адаптер до автомобіля.
2. Запустити утиліту й виберіть модель автомобіля й діагностуєму систему.
3. Включити запалювання автомобіля не заводячи двигун.
4. Натисніть клавішу «Підключитися». Утиліта встановити зв'язок з адаптером і з електронним блоком управління (ЕБУ) діагностуємої системи автомобіля. Перевірити з'єднання можна нажавши «Інформація», на екрані відобразяться відомості про використовуваний адаптер, бортова напруга автомобіля й ідентифікаційні (паспортні) дані ЕБУ діагностуємої системи*
5. Натисніть «Коди несправностей» на екрані відобразяться коди несправностей діагностуємої системи з розшифровкою російською мовою або повідомлення «Коди несправностей не виявлені».

6. Усунете несправність і натисніть «Скидання кодів». По цій команді коди несправностей зітруться з пам'яті ЕБУ діагностуємої системи.

7. Натисніть клавішу «Відключитися».

Якщо несправність не буде усунута, то ЕБУ знову зафіксує відповідний код у своїй пам'яті.

Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий.

Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

В межах України в недостатній мірі представлені вітчизняні розробки в цій області.

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.
- Досліджена система мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створенні програмного забезпечення було використано об'єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Python. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для

системи мережевих пристроїв транспортних засобів за рахунок використання однопарного Ethernet. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10/11.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм SEED.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Greg Dunko, Joydeep Misra, Josh Robertson, Tom Snyder “A reference guide to the Internet of Things” / 2017 Bridgera LLC, RIoT.
2. Donald Norris “Programming with STM32. Getting started with the Nucleo Board and C/C++” 416 p. 2018.
3. Neil Kolban “Kolban’s book on ESP32”. Texas, USA. 951 p.
4. Вінтенко Б.Ю., Миронець І.В., Смірнов О.А. «Модель комп’ютерно-орієнтованої процедури системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій (ПІШПІТ-2025)»* м.Черкаси 25 листопада 2025 року – Черкаси: ЧДТУ.– 2025. – С.101-103.
5. Kuznetsov O., Frontoni E., Kuznetsova Y., Chevardin V., Smirnov O. «Architectural foundations for adaptive security in edge computing systems». *Cybersecurity Defensive Walls in Edge Computing*, 2025. pp. 21-61.
6. Вінтенко, Б.Ю., Миронець, І.В., Смірнов, О.А., Коваленко, О.В., Усік, П.С., Буравченко, К.О., Лисенко, І.А. «Логіко-структурна модель комп’ютерно-орієнтованої процедури системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Том 2 № 30. С. 413-427, 2025.
7. Смірнова, Т.В. «Дослідження методів, моделей та сучасних ІТ-рішень для підтримки технологічних процесів у критичній інфраструктурі держави». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Том 2 № 30. С.195-208, 2025.
8. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kuznetsova, K., Arnesano, M., Smirnov, O. «A secure biometric authentication architecture for blockchain-driven cyber-physical systems». *Security and Privacy of Cyber Physical Systems Emerging Trends Technologies and Applications*, 2025, pp. 193–224.
9. Kuznetsov, O., Atzeni, G., Arnesano, M., Randieri, C., Smirnov, O. «Secure IoT-based smart wheelchair system: From implementation to security enhancement

strategy». *Security and Privacy of Cyber Physical Systems Emerging Trends Technologies and Applications*, 2025, pp. 225–257.

10. Kuznetsov, O., Smirnov, O., Kuznetsova, T., Shaikhanova, A., Svatowsky, I. «Privacy-utility trade-offs in IoT networks: A comparative analysis of differential privacy mechanisms for sensor data aggregation». *Security and Privacy of Cyber Physical Systems Emerging Trends Technologies and Applications*, 2025, pp. 589–622.

11. Вінтенко Б., Смірнов О., Миронець І., Смірнова Т., Смірнов С. «Імітаційна модель шляхів вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оператора енергоблоку АЕС». *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXVII Міжнародного науково-практичного семінару, присвяченого 125-річчю Національного університету «Запорізька політехніка»* (Запоріжжя-Кропивницький-Київ, 4-6 червня 2025 р.). Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С.82-91.

12. Al-Azzeh, J., Ayyoub, B., Mesleh, A., Smirnova, T., Gnatyuk, S., Drieiev, O., Smirnov, O., Dorenskyi, O. «Cloud-Based Information System for Evaluating Caverns in the Process of Blasting Metal Surfaces of Details». *International Review on Modelling and Simulations* 18 (1), 2025. pp. 32-42.

13. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В., Коваленко О.В., Мацуї А.М. «Модель шляхів отримання вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2025. Вип. 11(42), ч. II. С.52-62.

14. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В. «Методи забезпечення відмовостійкості інтелектуальних систем підтримки оператора». *VIII міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп'ютерні технології”*, м. Кропивницький. 24-25 квітня 2025 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2025. – С. 44-46.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

15. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Коваленко, А., Коноплицька-Слободенюк, О., Смірнова, Т., Константинова, Л. «Дослідження застосування систем підтримки оперативного персоналу об'єкту критичної інфраструктури при керуванні енергоблоком АЕС з реактором типу ВВЕР-1000». *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 2024. № 2(26), С. 6-26.

16. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №4(24), С. 6-27.

17. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №3(23), С. 111-131.

18. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.

19. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.

20. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

21. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.

22. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.

23. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

24. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.

25. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». *Проблеми інформатизації та управління*, № 2(70). 2022. С. 28-37.

26. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 3(69). С. 93-98.

27. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки»*, № 2 (307). С. 46-52. 2022.

28. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 1(67). С. 84-89.

29. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

30. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

31. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.

32. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.

33. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.

34. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 125-136.

35. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.

36. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
37. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
38. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
39. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
40. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
41. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
42. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/* Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
43. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in

Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.

44. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

45. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

46. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», *Telecommunications and Radio Engineering*. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

47. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95

48. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки*. №4. С. 103-110. 2020.

49. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. № 3(7). С. 43-62. 2020.

50. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.

					ВКРБ-123.26.0003.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59