

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО"**

Факультет електроніки

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем

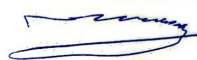
(повна назва кафедри)

"На правах рукопису"

УДК 621.396.931

"До захисту допущено"

Завідувач кафедри



С.А. Найда

(ініціали, прізвище)

"10 " 06 2022 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності (спеціалізації) 171 Електроніка (Електронні системи
мультимедіа та засоби Інтернету речей)

(код і назва)

на тему: "Системи підвищення безпеки руху з використанням технологій V2X"

Виконав: студент IV курсу, групи ДВ-81

(шифр групи)

Семенов Антон Федорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

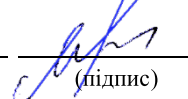


(підпис)

Керівник

к.т.н., доц. Макаренко В.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)



(підпис)

Консультант

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

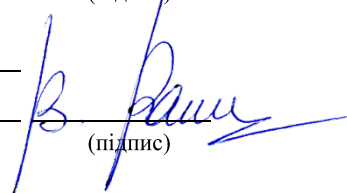
(підпис)

Рецензент

зав. відділом і-ту Кібернетики НАН України,

професор, д.т.н., Романов В.А.

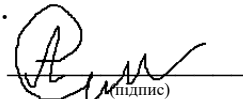
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)



(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент



(підпис)

Київ – 2022 року

**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського"**

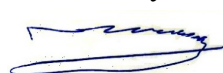
Інститут (факультет) _____ Факультет електроніки
(повна назва)

Кафедра _____ Акустичних та мультимедійних електронних систем
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність _____ 171 Електроніка
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 С.А. Найда
(підпис)
(ініціали, прізвище)

" 02 " _____ 05 _____ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту**

_____ Семенов Антон Федорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Системи підвищення безпеки руху з використанням технологій V2X

керівник роботи Макаренко Володимир Васильович, доцент, с.н.с.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від " 06 " червня 2022 р. № 911-с

2. Термін подання студентом роботи _____ 10 червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Дослідження технологій V2X для системи підвищення безпеки руху і пошук шляхів для застосування у процесах промисловості та інших галузях

4. Зміст роботи Аналіз систем та компонентів технології V2X для системи підвищення безпеки, розгляд прикладів застосування у реальних умовах та наведення їх протоколів та стандартів

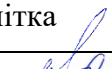
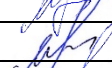
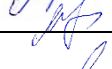
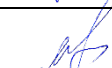
5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо) презентація з наведеними результатами аналізу, приклади застосування технології V2X

6. Консультанти розділів роботи*

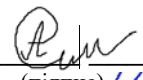
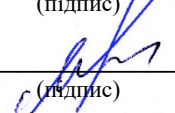
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 25 березня 2022 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання першого розділу	22.05.2022	виконано 
2	Написання другого розділу	29.05.2022	виконано 
3	Написання третього розділу	09.06.2022	виконано 
4	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	10.06.2022	виконано 
5	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	11.06.2022	виконано 

Керівник роботи


(підпис)

(підпис)

А.Ф. Семенов
(ініціали, прізвище)
В.В. Макаренко
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломної роботи.

РЕФЕРАТ

Семенов А.Ф.; Системи підвищення безпеки руху з використанням технологій V2X: бакалаврська роб: 171 Електроніка. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 61 с.

Ключові слова: V2X, DSRC, C-V2X, V2V, V2P, M2M, RFID.

Актуальність дослідження. Зі зростанням кількості автомобілів на дорогах, а також ДТП, з'являється потреба у рішеннях, що зможуть забезпечити більший рівень безпеки під час руху. Ці потреби може задовольнити використання технології V2X в автотранспорті.

Метою роботи є аналіз можливостей технології V2X, а також технологій зв'язку DSRC та C-V2X, та дослідження прикладів використання даної технології на практиці.

Об'єкт дослідження – технологія, що використовується для контролю руху та управління автотранспортом – V2X.

Методи дослідження – теоретичний аналіз технології V2X.

Практичне значення одержаних результатів: спираючись на теоретичний аналіз, проведений в роботі, можна спрогнозувати як будуть розвиватись системи зв'язку між транспортними засобами і як вони вплинуть на розвиток безпілотного транспорту.

ABSTRACT

Semenov A.F.; Control systems without motion control with V2X technology: bachelor's degree: 171 Electronics / Semenov Anton. – Kyiv, 2022. – 61 p.

Key words: transport, technologies, reader, industry, warehouse, system, automation, sensor.

Features of V2X technology, which requires real-time control, tracking and accounting of numerous movements of various objects, analysis of V2X system technologies, structure, physical components, software, as well as further possible technology development.

In the first section of the thesis an analytical review of the design and features of V2X, V2P, V2V technologies, the prospects of M2M with UMTS, HSDPA technologies, summarizes the benefits and possibilities of using V2X technologies.

In the second section of the thesis the technologies of radio frequency identification (RFID) and DSRC in V2X systems are investigated. Data on the peculiarities of the use of technologies to improve traffic safety have been made.

The third section of the thesis analyzed examples of V2X system implementation in real conditions: testing of Cellular-V2X technologies in Bavaria and China, testing from Honda, Panasonic, Qualcomm, Ford.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначення.....	8
Вступ.....	10
1 Аналітичний огляд	11
1.1 Призначення технології V2X.....	11
1.2 Особливості технології M2M	13
1.3 Майбутнє M2M з технологіями UMTS, HSDPA	19
1.4 Визначення координат з використанням M2M-модулів	21
1.5 Призначення та особливості технології V2V.....	27
1.6 Особливості технології V2P	28
Висновки до розділу	29
2 Використання технології RFID та DSRC в системах V2X	31
2.1 Особливості технології DSRC	31
2.2 Інші технології зв'язку в системах V2X.....	34
2.3 Особливості систем радіочастотної ідентифікації (RFID) для використання в системах V2X	36
2.4 Контроль руху транспорту з використанням систем DSRC та RFID.....	38
Висновки до розділу	44
3 Приклади реалізації систем V2X.....	45
3.1 Випробування технології Cellular-V2X у Баварії.....	45
3.2 Panasonic і Qualcomm запустили платформу для зв'язку автомобілів між собою та з інфраструктурою.....	46
3.3 Демонстрація розумного перехрестя від Honda	48
3.4 Розробки Ford на основі C-V2X для безпеки та ефективності дорожнього руху.....	50
3.5 Тестування C-V2X з автовиробниками у Китаї.....	53
Висновки до розділу	54
Висновки	56

Перелік джерел посилань	57
Abstract.....	60

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

C-V2X	– Cellular V2X (стільниковий V2X);
DA	– Device Application (додаток пристрою);
DSRC	– Dedicated short-range communications (спеціальний зв'язок малої дальності);
DTN	– Delay-tolerant networking (Мережа, стійка до затримок);
ETSI	– European Telecommunications Standards Institute (європейський інститут телекомунікаційних стандартів);
GA	– Gateway Application (додаток для шлюзу);
GNSS	– Global Navigation Satellite System (глобальна навігаційна супутникова система);
GPS	– Global Positioning System (глобальна система позиціонування);
GSM	– Global System for Mobile Communications (глобальна система мобільного зв'язку);
HALL	– High Availability and Low Latency (висока доступність та мала затримка);
HSDPA	– High-Speed Downlink Packet Access (високошвидкісний пакетний доступ за низхідним каналом);
ITS	– Intelligent transport systems (інтелектуальна транспортна систем);
LTE	– Long-Term Evolution (довготривала еволюція);
M2M	– Machine-to-Machine (машинно-машинна взаємодія);
NA	– Network Application (мережевий додаток);
OBU	– Onboard Unit (бортовий блок);
PAN	– Personal Area Network (персональна мережа);
RFID	– Radio Frequency IDentification (радіочастотна ідентифікація);
RSU	– Roadside Unit (придорожній блок);
UHF	– Ultra high frequency (Надвисока частота);

- UMTS – Universal Mobile Telecommunications System (універсальна мобільна телекомунікаційна система);
- V2I – Vehicle-to-Infrastructure (транспортний засіб до інфраструктури);
- V2V – Vehicle-to-vehicle (транспортний засіб до транспортного засобу);
- V2X – vehicle-to-everything (технологія обміну даними між автомобілями та будь-якими іншими об'єктами);
- WLAN – Wireless Local Area Network (безпроводова локальна мережа);

ВСТУП

Технологія зв'язку V2X використовує WLAN і працює безпосередньо між транспортними засобами та інфраструктурою V2I (vehicle-to-infrastructure). Технологія C-V2X доповнює систему стільниковим зв'язком і 5G V2N (vehicle-to-net), що дозволяє автомобілю фактично знаходитися on-line у загальному інформаційному середовищі. Комбінація систем і технологій зв'язку дозволяє автомобілю бачити та аналізувати дорожню обстановку як поруч, у безпосередній близькості, так і в будь-якому масштабі.

Впровадження та розповсюдження технології V2X здатне істотно скоротити аварійність та смертність на дорогах, підвищити якість дорожнього руху, покращити ситуацію із завантаженістю доріг, зробити проривний крок до безпілотних транспортних засобів.

В даний час технологія V2X вже впроваджується більшістю виробників автомобілів, надалі з врегулюванням правового та технічного регламенту система V2X займе місце в стандартному наборі функцій автомобіля.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Призначення технології V2X

Vehicle to Everything (V2X) – це транспортна система зв'язку, яка підтримує передавання інформації від транспортного засобу до рухомих частин системи дорожнього руху, які можуть вплинути на транспортний засіб [1]. У системі зв'язку V2X інформація передається від датчиків транспортних засобів та інших джерел через швидкісні, високонадійні канали зв'язку, що дозволяє їй спілкуватися з іншими автомобілями, інфраструктурою, місцями для паркування та світлофорами, а також пішоходами, які мають смартфони.

Завдяки обміну інформацією, наприклад про швидкість, з іншими об'єктами навколо автомобіля, ця технологія покращує обізнаність водія про потенційні небезпеки та допомагає зменшити тяжкість травм, смертельних випадків у ДТП та зіткнення з іншими транспортними засобами.

Технологія також підвищує ефективність руху, попереджаючи водіїв про майбутній трафік, пропонуючи альтернативні маршрути, і виявляючи доступні місця для паркування.

Ключові компоненти технології V2X включають V2V (автомобіль та автомобіль) і V2I (автомобіль та інфраструктура). V2V дозволяє транспортним засобам спілкуватися з іншими транспортними засобами на дорозі, тоді як V2I дозволяє транспортним засобам спілкуватися із зовнішніми об'єктами, такими як світлофори, місця для паркування, велосипедисти та пішоходи. Технології допомагають підвищити безпеку дорожнього руху, зменшити споживання палива та покращити взаємодію між водіями та іншими учасниками дорожнього руху, такими як велосипедисти та пішоходи.

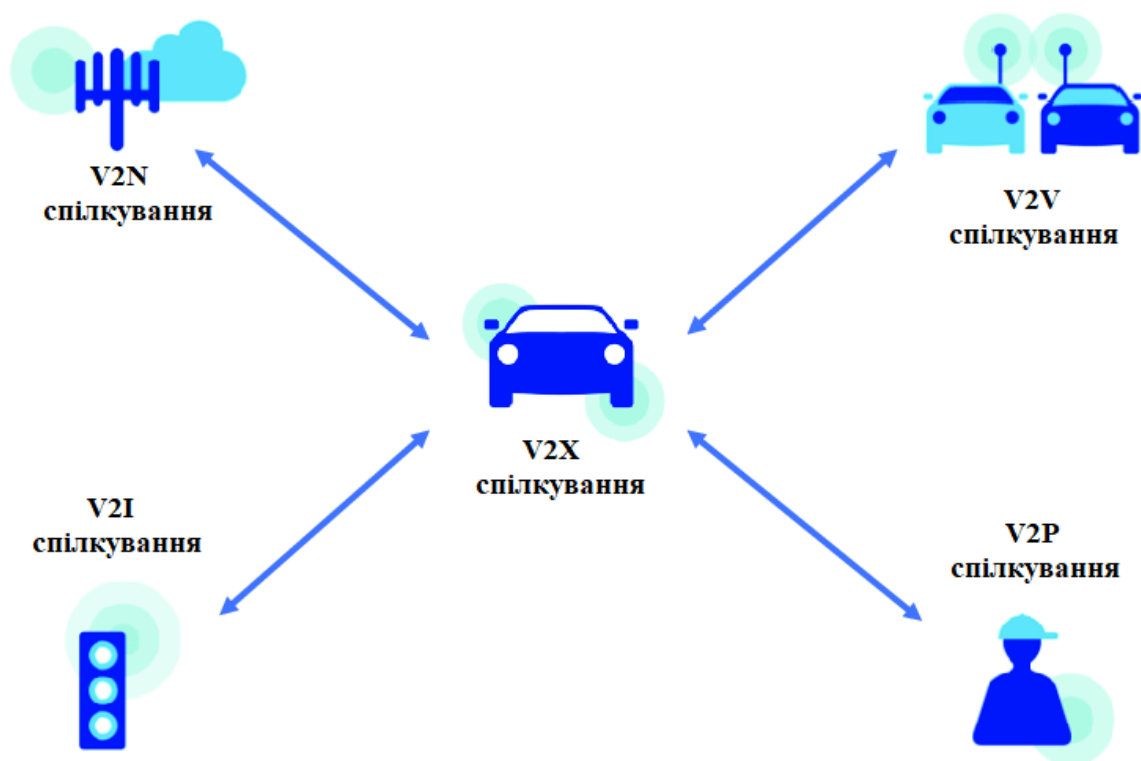


Рисунок 1.1 – Транспортна система зв'язку V2X

Системи V2X інтегровані в традиційні транспортні засоби, надають водієві важливу інформацію про погодні умови, аварії поблизу, дорожні умови, попередження про дорожні роботи, наближення аварійного автомобіля та дії інших водіїв, які їздять на цій же дорозі.

Автономні транспортні засоби, обладнані системами V2X, можуть надавати більше інформації наявній навігаційній системі транспортного засобу. Системи також дають можливість автономним транспортним засобам сканувати навколишнє середовище та приймати негайні рішення на основі отриманої інформації.

IEEE 802.11p є оригінальним стандартом V2X, який використовує технологію WLAN. Він з'єднує транспортні засоби з транспортними засобами (V2V) і транспортні засоби з інфраструктурою (V2I), коли два відправники V2X наближаються один до одного. Для роботи стандарту 802.11p не потрібно жодного комунікаційного пристрою, і така можливість робить його ідеальним у менш розвинених районах.

Стандарт IEEE 802.11p перевищує ряд датчиків видимості, таких як радар і камера, і надає таку інформацію, як сплата за проїзд та попередження про зіткнення. Ключові характеристики 802.11p включають низьку діапазоні 5,9 ГГц.

Крім того, стандарт забезпечує продуктивність без впливу погодних умов, таких як туман, дощ або сніг, а технологія може сканувати навколишнє середовище навіть у несприятливу погоду.

Cellular V2X (C-V2X) є альтернативою 802.11p, а 5G Automotive Association (5GAA) і Qualcomm підтримують використання цієї технології. Він використовує LTE як базову технологію, а функціональні можливості C-V2X засновані на цій технології.

Однією з ключових переваг Cellular V2X є те, що він включає робочі режими, які користувачі можуть вибирати. Перший режим передбачає прямий зв'язок між транспортними засобами через інтерфейс PC5. PC5 є опорною точкою, де обладнання користувача безпосередньо зв'язується з іншим обладнанням по каналу.

Cellular V2X розроблено для активних попереджень про безпеку, таких як попередження про небезпеку на дорозі та інших ситуацій, пов'язаних із V2V та V2I. Використання систем C-V2X також захистить інших учасників дорожнього руху – наприклад, велосипедистів та пішоходів – завдяки інтеграції інтерфейсу PC5 у смартфонах. Це допоможе виявити пішоходів і велосипедистів, які їздять на одній дорозі, щоб запобігти ДТП та травмам.

Окрім прямого зв'язку через інтерфейс PC5, Cellular V2X дозволяє пристрою використовувати зв'язок між транспортним засобом і мережею (V2N).

1.2 Особливості технології M2M

Міжмашинна взаємодія (Machine-to-Machine – M2M) – загальна назва технологій, які дозволяють машинам обмінюватися інформацією одна з одною, або ж передавати її в односторонньому порядку в автоматичному режимі між

пристроями без участі людини. При всьому своєму практичному різноманітті, ідея машино-машинної взаємодії може бути зведена до простої схеми з трьох елементів. Якщо цифровий пристрій (машина) А, збирає інформацію і передає її через канал зв'язку В (проводовий або безпроводовий) на пристрій (машину) С, що знаходиться від пристрою А на деякому віддаленні, і який здійснює аналіз отриманих даних, зберігання результатів, а при необхідності і генерацію керуючих команд для пристрою А. Працює така система без участі людини (машина спілкується з машиною), звідки і назва М2М. Хоча правильніше було б використовувати більш точне скорочення – М2(СN2)М (Machine-to-Communication-Network-to-Machine), що однозначно вказує на обов'язкову наявність в міжмашинних комунікаціях деякої телекомунікаційної мережі [2].

Концепція М2М об'єднує телекомунікаційні та інформаційні технології для автоматизації різних технологічних і бізнес процесів. М2М технології застосовуються в самих різних сферах – в енергетиці, логістиці, вантажоперевезеннях, фінансах, торгівлі, безпеці, менеджменті, охороні здоров'я, освіті та ін. У транспортній сфері технології М2М використовуються, наприклад, для діагностики двигунів, моніторингу транспорту, супутникового стеження за автотранспортом, ГЛОНАСС/GPS контролю водіїв і вантажів та ін. Характерними прикладами використання М2М в побуті є вимір і передача показників лічильників витрати енергоресурсів (електроенергії, води, газу і т.п.), забезпечення безпеки будинку (охоронна і пожежна сигналізація, контроль протікання води) [3].



Рисунок 1.2 – Міжмашинна взаємодія

Для реалізації міжмашинної комунікацій використовуються всі можливі середовища передачі даних: електричні лінії, волоконно-оптичні лінії, радіолінії. Одним з широко використовуваних підкласів M2M є міжмашинна взаємодія з використанням мобільних рішень. Використання безпроводових M2M-комунікацій дає очевидні переваги. По-перше, можливість моніторингу та управління віддаленими об'єктами, до яких не вигідно прокладати дротове з'єднання. По-друге, можливість оперативно і досить просто підключати нові пристрої без додаткових витрат. Ну і нарешті, це управління об'єктами там, де використання проводів неможливо в принципі (наприклад, для моніторингу і управління рухомими об'єктами).

Функціональна архітектура M2M представлена в стандарті ETSI TS 102 690. Вона розділена на два домени: домен пристроїв і шлюзів M2M і мережевий домен

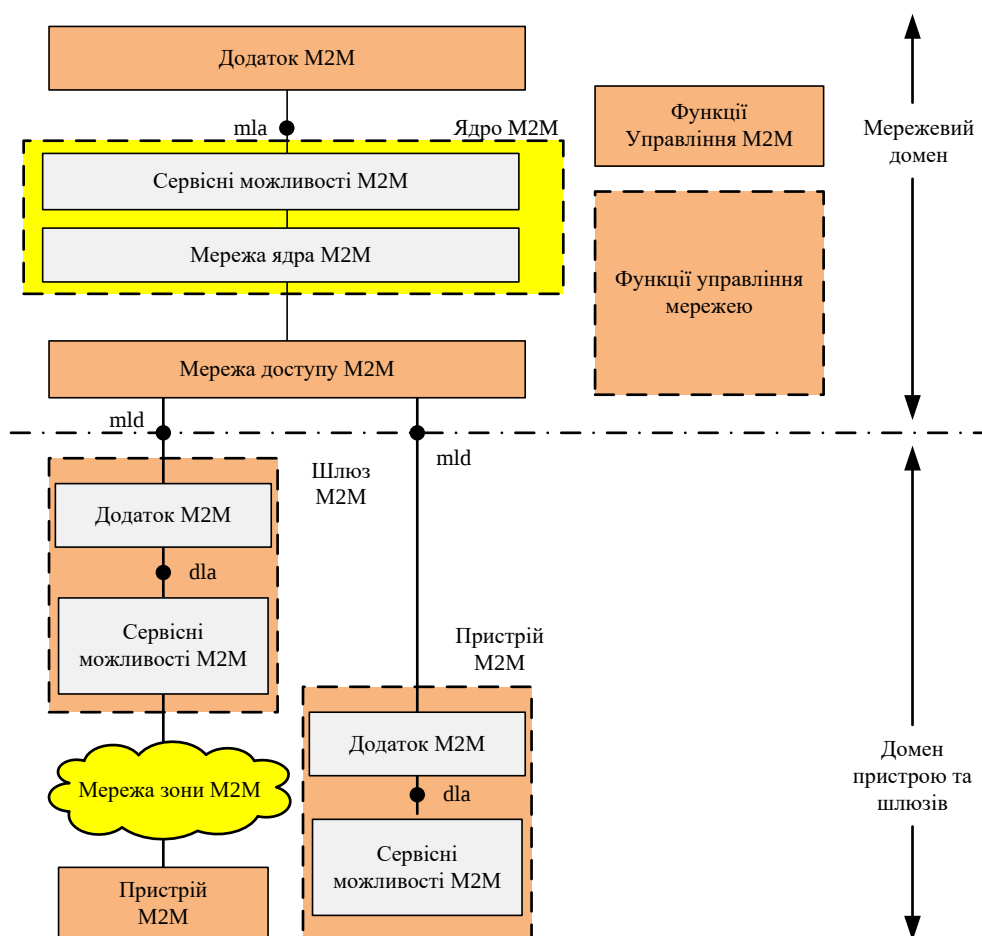


Рисунок 1.3 – Високорівнева архітектура ETSI M2M

Домен пристроїв і шлюзів M2M включає в себе наступні елементи:

1. Пристрій M2M підтримує M2M додатки і використовує сервісні можливості M2M. Пристрої M2M підключаються до мережного домену наступними способами:

- пряме з'єднання – пристрій M2M підключається до мережного домену через мережу доступу, при цьому пристрою M2M доступні такі процедури, як реєстрація, аутентифікація, авторизація, управління і ініціалізація в межах мережевого домену.
- M2M пристрій може надавати сервіси інших пристроїв, прихованим від мережевого домену;
- шлюз в якості мережевого проксі-сервера – пристрій M2M підключається до мережного домену через шлюз M2M.

2. Мережа доступу M2M – забезпечує зв'язок між пристроями M2M і шлюзами M2M. Прикладами мереж M2M можуть служити персональні мережі (PAN), такі як IEEE 802.15.1, ZigBee, Bluetooth, IETF ROLL, ISA100.11a або локальні мережі, такі як PLC, M-BUS, Wireless M-BUS і KNX.

3. Шлюз M2M – підтримує програми M2M і використовує сервісні можливості M2M. Шлюз виступає в якості проксі-сервера між пристроєм M2M і мережевим доменом. Шлюз M2M може надавати сервіси інших пристроїв, прихованим від мережевого домену.

4. Мережевий домен складається з наступних елементів:

5. Мережа доступу M2M – дозволяє пристроям M2M і шлюзів M2M взаємодіяти з транспортною мережею. Мережа доступу M2M використовує xDSL, HFC, супутникові мережі, GERAN, UTRAN, eUTRAN, W-LAN, WiMAX і інші технології.

6. Транспортна мережа M2M забезпечує:

- IP-з'єднання і можливо інші способи комунікацій;
- функції управління послугами та мережею;
- взаємодію з іншими мережами;

- роумінг послуг;
- надання різних наборів послуг.

7. Транспортна мережа M2M може бути реалізована, наприклад, на базі таких стандартів, як 3GPP, ETSI TISPAN, 3GPP2 і ін.

8. Сервісні можливості M2M забезпечують:

- надання функцій M2M, які можуть використовуватися різними додатками;
- розширення функцій через набір відкритих інтерфейсів;
- використання функціональності ядра мережі;
- спрощення та оптимізація розробки та впровадження програм.

9. Додатки M2M – реалізують логіку послуг і використовують сервісні можливості M2M послуг через відкриті інтерфейси.

10. Функції управління мережею включають функції, необхідні для управління мережами доступу та транспортною мережею, включаючи ініціалізацію, адміністрування, управління збоями і ін.

11. Функції управління M2M – складаються з функцій, необхідних для управління сервісними можливостями M2M в мережевому домені. Управління пристроями M2M і шлюзами включає в себе специфічні сервісні можливості M2M.

12. Набір функцій управління M2M включає функцію завантаження послуг M2M (Service Bootstrap, MSBF), реалізованої на відповідному сервері. Роль MSBF полягає в спрощенні початкового завантаження постійних облікових даних з безпеки на M2M пристрій (або M2M шлюз) і використанні сервісних можливостей M2M в мережевому домені;

13. Постійні облікові дані безпеки, завантажені за допомогою MSBF, зберігаються в безпечному місці, яке називається сервером аутентифікації M2M (M2M Authentication Server, MAS). У ролі такого сервера може виступати AAA сервер. Функція MSBF може бути реалізована на MAS сервері або на іншому пристрої, взаємодіючому при цьому з MAS за допомогою відповідного протоколу (наприклад, Diameter в разі використання AAA сервера).

14. Стандарт TS 102-690 визначає три інтерфейсних точки в функціональній архітектурі M2M. На рис. 1.3 наведено інтерфейсні точки функціональної архітектури M2M.

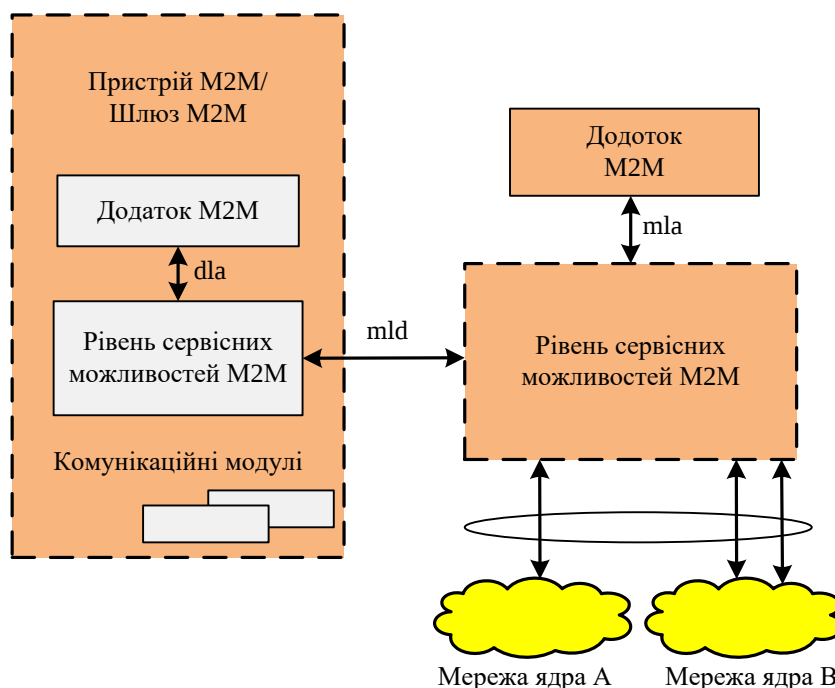


Рисунок 1.4 – Інтерфейсні точки функціональної архітектури M2M

Точка mla – між мережевим додатком NA (Network Application) і сервісними можливостями мережевого домену та додатків M2M. Вона забезпечує примітиви реєстрації і авторизації для NA, управління сервісними сесіями (звітність про події або поточкових сесіях) і примітиви читання / запису / виконання / підписки / повідомлення для об'єктів або груп об'єктів, розташованих безпосередньо в пристроях M2M або шлюзах, а також для груп об'єктів, керованих мережевими доменом.

Точка dla слугує для взаємодії між:

- додатком пристрої DA (Device Application) і сервісними можливостями M2M в тому самому пристрої M2M або в шлюзі M2M;
- додатком шлюзу GA (Gateway Application) і сервісними можливостями M2M в тому ж шлюзі M2M.

Інтерфейс dIa виконує функції реєстрації та авторизації для додатків DA і GA в пристрої/шлюзі, управління сервісними сесіями (звіт про подію або потокові сесії) і примітиви читання / запису / виконання / підписки / повідомлення для об'єктів або груп об'єктів розташованих безпосередньо в пристроях M2M або шлюзах, а також для груп об'єктів, керованих за допомогою пристрою / шлюзу.

Інтерфейс mId між пристроєм M2M або шлюзом і сервісними можливостями M2M в мережевому домені і додатків. mId виконує функції реєстрації та авторизації для додатків DA і GA в ядрі M2M, управління сервісними сесіями (звіт про подію або потокові сесії) і примітиви читання / запису / виконання / підписки / повідомлення для об'єктів або груп об'єктів розташованих безпосередньо в пристроях M2M або шлюзах, а також для груп об'єктів, керованих за допомогою пристроїв, шлюзів або можливостей ядра мережі.

1.3 Майбутнє M2M з технологіями UMTS, HSDPA

Перед розробниками та системними інтеграторами ставиться також завдання створення надійних, гнучких систем, що потребують мінімального обслуговування та наділених функціями самодіагностики. Конструктивні особливості систем повинні забезпечувати раціональне використання пропускнуєї спроможності засобів зв'язку для мінімізації витрат на передачу даних. Нарешті, що важливо, в даний час все більшого значення набуває гнучкість апаратного та програмного зв'язку з оточенням системи — наприклад вантажівкою.

У світлі цієї тенденції, а також гострої конкуренції на ринку M2M вимоги до GSM/GPRS-модулів стають все суворішими. Важливого значення набуває така сукупність якостей, як висока надійність, експлуатаційна готовність і стабільність виробів, оскільки багато систем функціонують без участі людини, мають мобільний характер або розташовуються у важкодоступних областях, де польове обслуговування є витратним або важко реалізованим. Необхідне вбудоване обладнання з низьким енергоспоживанням, придатне для промислової експлуатації

в широкому діапазоні температур. Зростає важливість високих швидкостей передачі в обох напрямках. У M2M-системах дані часто генеруються на мобільному пристрої, потім вивантажуються з нього. У цьому полягає відмінність від побутових систем, де обсяг завантажених даних, як правило, набагато більше, ніж передаються (асиметричний канал зв'язку, як у технології DSL). Зростання значення швидкостей передачі даних у професійних системах обумовлено тим, що крім традиційної передачі щодо невеликих обсягів даних (наприклад, про перевищення граничної температури або про широту та довготу), з'являється все більше додаткових функцій, що вимагають більш високої пропускної здатності. Це може бути передача цифрованих звукових даних, трансляція цифрового відео в реальному часі, читання повних температурних профілів за тривалий проміжок часу або передача повних файлів журналу за день або тиждень, що минув.

Межа того, що можна здійснити на швидкості передачі даних від 56 до 114 кбіт/с, що забезпечується GSM/GPRS-модулями, вже досягнуто. Найновіша тенденція — поширення модулів стандарту UMTS, які забезпечують швидкість передачі до 2 Мбіт/с. Технологія HSDPA теоретично обіцяє ще більш високу пропускну здатність і швидкість передачі даних - цілих 7,2 Мбіт/с. Насправді, проте, оператори мереж мобільного зв'язку пропонують швидкості передачі за стандартом UMTS до 384 кбіт/с. Відповідно до постійно зростаючих вимог до швидкостей передачі даних стандарти UMTS і HSDPA забезпечують значні переваги в багатьох сферах застосування, а також відкривають нові можливості для використання технологій мобільного зв'язку. Основна перевага для користувачів — це велика мобільність. Крім того, зростає швидкодія систем. Стандарт HSDPA робить реальним застосування в мобільних умовах низки систем, які раніше були непридатні для цього. Стандарти UMTS і HSDPA відкривають цілу гаму нових можливостей — особливо щодо систем, що вимагають передачі даних у реальному часі [4].

1.4 Визначення координат з використанням M2M-модулів

Визначення власного розташування мобільного пристрою сьогодні зовсім не є екзотикою, як це було ще 10-15 років тому, швидше за відсутність такої функції представляється чимось незвичайним. При цьому в більшості випадків джерелом координат стає модуль супутникової навігації (GNSS), що працює з одним або (що частіше) декількома угрупованнями космічних апаратів. Повноцінно функціонують на сьогодні системи GPS, ГЛОНАСС, розвиваються Galileo та Beidou.

За всіх переваг GNSS, ці модулі мають і відомі недоліки. По-перше, дані пристрої не діють у глибині приміщень, тунелях, підземних паркінгах та інших місцях з обмеженою або повністю відсутньою видимістю супутників (обсервацією). По-друге, захищеною залишається зовнішня антена модуля, яка для забезпечення необхідної обсервації повинна знаходитися на добре помітному місці. По-третє, висока чутливість сучасних GNSS-модулів робить їх уразливими для різноманітних електромагнітних перешкод – відбувається перенасичення вхідного малошумного підсилювача модуля і, як результат, втрата сигналів супутників. І нарешті, незважаючи на те, що практично всі сучасні GNSS-модулі здатні працювати в стандарті NMEA, розширений функціонал (зокрема, режими енергозбереження, A-GPS, частота видачі навігаційних даних тощо) доступний лише при використанні фірмових бінарних протоколів, часто досить складних і залежить від встановленого в модулі чіпсету. У рамках цієї статті розглянемо деякі методи вирішення перелічених вище завдань, пропоновані компанією Telit.

До варіантів виходу з положення відноситься застосування датчиків інерційної навігації (dead reckoning) спільно з модулями GNSS. Така гібридна схема дозволяє навігаційному модулю деякий час (від однієї до десятків хвилин) формувати валідні координати за повної відсутності сигналів супутникових систем. Компанія Telit пропонує своє рішення – модуль SL869-DR. Він побудований на базі відомого чіпсету від ST Microelectronics ST8088, що має апаратну підтримку інтерфейсів UART, USB, I2C та CAN, а також кілька

дискретних входів. Завдяки цим апаратним особливостям, а також спеціальному програмному модулю забезпечується робота як з супутниками GPS і ГЛОНАСС, так і з інерційними датчиками. Можливі режими функціонування модуля SL869-DR з інерціальними датчиками наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Режими роботи модуля SL869-DR з інерціальними датчиками

Конфігурація	Датчик кутової швидкості	Датчик лінійної швидкості	Інші датчики
Автономна	Датчик прискорення (одно- або трьохосьовий)	Імпульси швидкості (дискретні)	Дискретний сигнал напрямку (вперед/назад)
Гіроскоп на шині CAN	Гіроскоп на шині CAN	Датчик швидкості на шині CAN	Датчик напрямку на шині CAN
Датчики обертання коліс (DWP)	CAN DWP		
Змішана	Датчик прискорення (одно- або трьохосьовий)		

Як видно з табл. 1.1, модуль може працювати з повністю автономними датчиками (MEMS), так і використовувати CAN-шину для отримання інформації з бортової мережі автомобіля. У разі ціна рішення знижується майже вартості одного GNSS-модуля.

Ще одним способом підвищення надійності визначення координат є використання альтернативних методів, наприклад отримання інформації про місцезнаходження базових станцій GSM і 3G. Всі GSM-модулі Telit можуть зібрати

відомості про параметри базових станцій усіх операторів, на відміну від виробів інших виробників, які надають дані лише про ту мережу, в якій зараз зареєстрована SIM-картка. Компанія максимально спростила цей метод для користувачів GSM/3G-модулів, створивши технологію m2mLOCATE.

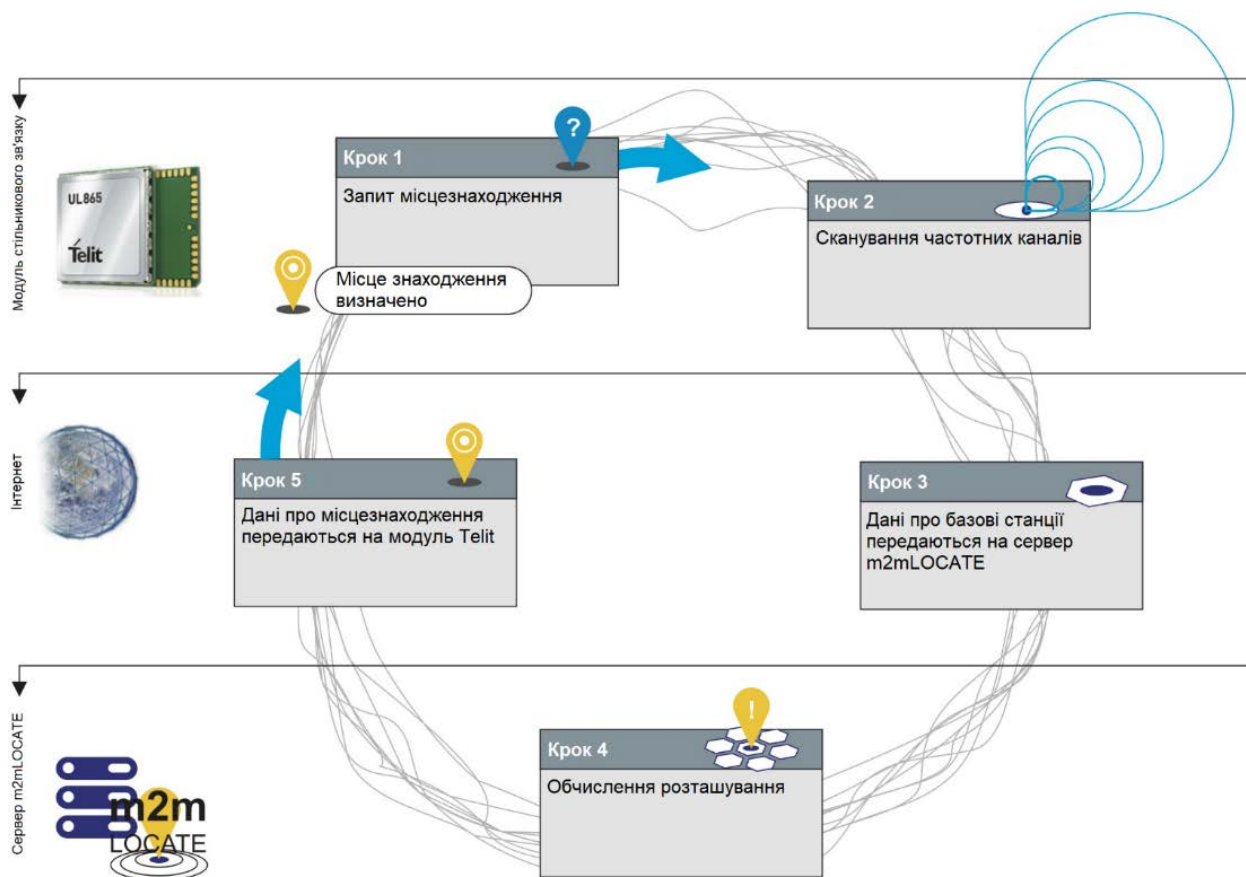


Рисунок 1.5 – Алгоритм роботи додатку m2mLOCATE

Для визначення місця розташування модулю достатньо подати одну AT-команду. Далі все відбувається автоматично: модуль самостійно сканує частотні канали, знаходить інформацію про базові станції, встановлює з'єднання із сервером Telit, передає на нього отримані дані та у відповідь приймає повідомлення з поточними координатами. m2mLOCATE інтегрована у всі модулі компанії, побудовані на чіпсеті Intel, - починаючи від бюджетного GL868-DUAL V3 і закінчуючи високошвидкісним HE910-G. Точність визначення досить висока - похибка становить близько 50 м в межах міської межі і дещо гірше в сільській

місцевості. В рамках стандартного пакету послуг Telit безкоштовно надає можливість зробити 1000 запитів на місяць на один модуль. Цього зазвичай досить для резервного каналу. Якщо ж потрібно забезпечити більше запитів, передбачено укладання додаткової угоди з виробником.

Намагаючись спростити життя розробникам, Telit також запровадив можливість отримувати інформацію та управляти GNSS-модулем безпосередньо з модуля GSM. Це дозволяє в бюджетних проектах заощадити на ресурсах центрального процесора, оскільки звільняється один послідовний порт, а також пропадає необхідність аналізу NMEA-протоколу або бінарних фірмових протоколів GNSS-модулів, що необхідно для реалізації завантаження ефемерид, управління режимами енергозбереження та інших розширених функцій.

Процесор через свій UART1 управляє передачею даних GSM-модулем, а через UART2 – отриманням навігаційних даних. UART1 GSM-модуля може використовуватися для трасування при пошуку помилок (при цьому потрібно підключити його до комп'ютера) або для додаткового каналу управління (але для цього потрібен третій процесор UART).

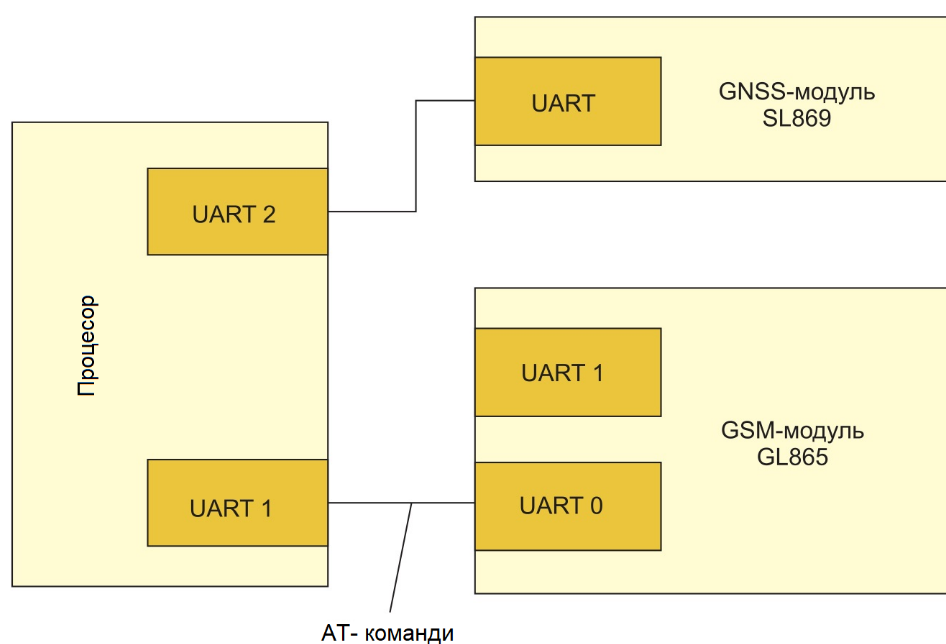


Рисунок 1.6 – Класична схема підключення GNSS-модуля

В альтернативному варіанті, запропонованому Telit, UART GNSS-модуля безпосередньо з'єднується з UART1 GSM-модему. UART2 процесора при цьому звільняється і може бути застосований для інших потреб програми. Вбудована програма GSM-модуля дозволяє управляти режимами роботи GNSS, так і розпізнавати отримані з навігаційного модуля відомості. У табл. 1.2 показані основні команди для роботи в такому режимі та дано їх короткий опис.

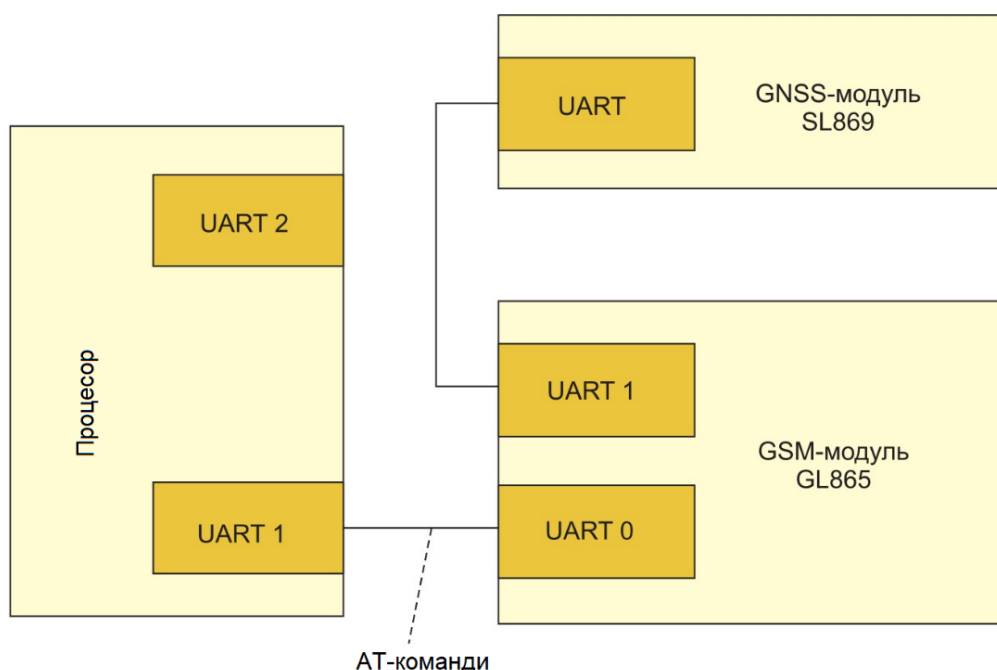


Рисунок 1.7 – Удосконалена схема підключення GNSS-модуля

Як видно з табл. 1.2, GSM-модулі Telit здатні керувати включенням/вимкненням модулів GNSS, завантаженням ефемерид, декодуванням NMEA та режимами енергозбереження, чого, як правило, цілком достатньо більшості додатків. В даний час виробником реалізована підтримка GNSS-модулів на базі чіпсетів SiRF (зокрема SE868) і ST8088 (серія SL869). Ці команди можуть використовуватися і для керування суміщеними 3G/GNSS-модулями (з лінійки xE910). Ведеться робота з підтримки нових модулів Telit на чіпсеті MT3333 (SL869 V2 і SL871).

Окремо слід зазначити прозорий режим. Справа в тому, що сама ідея управляти GNSS-модулем AT-командами не нова і вже здійснена деякими

виробниками M2M-модулів. Однак інші виробники дозволяють керувати лише GNSS-модулями з обмеженого списку, що змушує споживача використовувати лише конкретні компоненти для своїх виробів.

Таблиця 1.2 – Команди управління GNSS-модулем

Команда	Опис
AT\$GPSP	Увімкнення/вимкнення GNSS-модуля
AT\$GPSR	Виконання заводського скидання, холодного, теплого або гарячого старту
AT\$GPSD	Вибір типу модуля GNSS
AT\$GPSSW	Запит версії прошивки GNSS
AT\$GPSAT	Вибір типу GNSS-антени (активна чи пасивна)
AT\$GPSNMUN	Вибір типів NMEA-повідомлень, які передаватимуться в AT-інтерфейс без обробки
AT\$GPSACP	Отримати дані про місцезнаходження
AT\$GPSCON	Прямий доступ до GNSS-модуля (прозорий режим)
AT\$GPSPS	Управління режимами енергозбереження
AT\$GPSWK	Вихід із режиму енергозбереження
AT\$GPSSAV	Зберегти конфігурацію GNSS
AT\$FTPGETIFIX	Завантажити ефемериди з FTP-сервера в модуль (SiRF)
AT\$HTTPGETIFIX	Завантажити ефемериди з HTTP-сервера в модуль (SiRF)
AT\$HTTPGETSTSEED	Завантажити та декодувати ефемериди з HTTP-сервера (ST)
AT\$INJECTSTSEED	Завантажити декодовані ефемериди в модуль (ST)
AT\$GPSGPIO	Конфігурування входів/виходів модуля GSM, що управляє навігаційним модулем
AT\$GPSSERSPEED	Задати швидкість порту для передачі даних GNSS

Якщо модуль GNSS не входить до цього списку, використовувати його в такому зв'язуванні дуже важко (якщо взагалі можливо). І ось тут приходить на допомогу команда AT\$GPSCON, за допомогою якої транслюються всі відгуки GNSS в АТ-порт і, навпаки, подаються довільні команди до АТ-порту, згодом передані навігаційному модулю. Таке унікальне рішення дозволяє використовувати у зв'язці з GSM-модулями будь-які інші пристрої, що працюють за послідовним інтерфейсом [5].

1.5 Призначення та особливості технології V2V

V2V – це комунікаційна технологія, яка полегшує уникнення аварій. Вона використовує VANET (спеціальні мережі для транспортних засобів), що складається з безпроводової мережі, за допомогою якої транспортні засоби можуть спілкуватися один з одним і обмінюватися інформацією про свою поведінку водія. Інформація включає швидкість, положення, гальмування, стабільність, напрямок руху тощо. Важливість цієї технології полягає в підвищенні безпеки доріг, надаючи сповіщення про інциденти до того, як водій їх побачить або виявить.



Рисунок 1.8 – Комунікаційна технологія V2V

Зв'язок V2V дозволяє транспортним засобам передавати дані через безпроводову мережу для надсилання, отримання та повторної передачі сигналів. Ці вузли можуть збирати умови дорожнього руху на кілька миль попереду водія, що дає достатньо часу для того, щоб навіть неспішні водії керували своїми приводами. Ця технологія використовує спеціалізований зв'язок малої дальності (DSRC), який є стандартом, затвердженим такими органами, як Федеральна комісія зв'язку (FCC) і Міжнародна організація зі стандартизації (ISO).

Комунікація V2V є центральною частиною інтелектуальних транспортних систем (ITS). В останні роки концепція ITS отримала значну підтримку з боку Міністерства транспорту США (DOT), а також Національного управління безпеки дорожнього руху (NHTSA). ITS використовує зв'язок V2V, щоб покращити керування транспортним засобом, дозволяючи транспортним засобам зв'язуватися з придорожніми об'єктами, такими як дорожні знаки та світлофори. Декілька автовиробників намагалися впровадити технології ITS і V2V, наприклад, застосувати технологію V2V GM в Cadillac.

Впровадження технологій V2V та ITS супроводжується своїми проблемами щодо погодження автовиробниками набору стандартів. Крім того, існують проблеми конфіденційності даних та фінансування [6].

1.6 Особливості технології V2P

Система виявлення пішоходів отримала назву Vehicle-to-Pedestrian (V2P). Вона заснована на більш старій технології Vehicle-to-Vehicle (V2V), а для обміну інформацією між транспортним засобом та мобільним пристроєм пішохода використовується протокол зв'язку Dedicated Short Range Communications (DSRC), що виділяється дальністю дії від 300 до 1000 м.

Система працює так: у смартфон пішохода вбудовується спеціальний приймач, який і передає інформацію про місцезнаходження власника. Для визначення місцезнаходження та положення пішохода у свою чергу

використовуються приймач супутникової навігації GPS та акселерометр. Аналогічний датчик, встановлений в автомобілі, збирає інформацію про його місцезнаходження, напрямок руху та швидкості. Інформація від приймачів надходить на бортовий комп'ютер автомобіля, що у режимі реального часу будує різні сценарії подальшого розгортання подій. За задумом, система зможе передбачити перетин шляхів автомобіля і пішохода, а також заздалегідь сповістити останнього за допомогою попереджувального повідомлення зі звуковим супроводом на кшталт шуму вантажівки, що проїжджає. Дана технологія зможе заздалегідь попередити водія про те, чим зайнятий пішохід (слухає музику, розмовляє телефоном або набирає текстові повідомлення) [7].



Рисунок 1.9 – Система виявлення пішоходів V2P

Висновки до розділу

З проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

- основною метою технології V2X є підвищення безпеки дорожнього руху, економії енергії та ефективності руху на дорогах;
- M2M – це, з одного боку, досить проста концепція, що означає міжмашину взаємодію (Machine to Machine, M2M). З іншого боку, вона може бути як і дуже

простою, так і надзвичайно складною, коли йдеться про її реалізацію на практиці. Якщо говорити коротко, то M2M має на увазі взаємодію машин між собою, не обов'язково без участі людини у передачі інформації. Ця технологія, яка сьогодні поширена повсюдно і яку можна побачити у будь-якому будинку чи офісі, має велике значення. M2M не можна назвати новою технологією, насамперед тому, що насправді вона не потребує жодних безпроводових технологій чи складних цифрових пристроїв. При цьому провідне з'єднання між двома машинами теж можна вважати M2M-з'єднанням, адже в перших ітераціях цієї технології для зв'язку використовувалися телефонні лінії. Однак у сучасному світі під M2M зазвичай маються на увазі машини, які взаємодіють із використанням Wi-Fi або мобільних мереж.

- Vehicle-to-vehicle - V2V (транспортний засіб до транспортного засобу) дає можливість автомобілям без участі водія обмінюватися один з одним інформацією. Таким чином, між автомобілями завдяки системі V2V створюється безпроводова мережа. По цій мережі передається інформація про швидкість та місцезнаходження автомобіля. Також ця система аналізує отримані дані, причому процес цей безперервний, тому вона своєчасно попереджає про можливу небезпечну ситуацію, яку створили інші автомобілі, запобігаючи ДТП.

- V2P – це система, через яку автомобіль може взаємодіяти з пішоходами, що знаходяться в безпосередній близькості від нього. В рамках подібної взаємодії електроніка автомобіля отримує можливість виявляти частотний діапазон смартфонів, якими користуються пішоходи, що дозволить оцінити швидкість та напрямок руху мобільного гаджета, та відповідно пішохода. Це дозволить подати сигнал про небезпеку як водію, так і пішоходу за допомогою звукового сигналу його телефону.

2 ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ RFID ТА DSRC В СИСТЕМАХ V2X

2.1 Особливості технології DSRC

Радіозв'язок ближньої дії у транспортному середовищі – технологія DSRC (Dedicated short-range communications, виділений зв'язок ближньої дії) – один із найважливіших компонентів інтелектуальних транспортних систем (ITS). Технологія DSRC набуває все більшого поширення у сфері транспортних комунікацій. Це пов'язано, перш за все, з тим, що її застосування дозволяє істотно підвищити безпеку, економічність, комфортність поїздок та перевезень на автомобільному транспорті.

Пристрої DSRC, створені відповідно до міжнародних стандартів IEEE 802.11p і IEEE 1609, дозволяють вирішувати проблему оперативної передачі даних між автомобілями та об'єктами транспортної інфраструктури з одночасною мінімізацією витрат на центри обробки даних, без створення дорогої інфраструктури та залучення глобальних каналів комунікацій.

Доповнення DSRC технологіями динамічної маршрутизації для побудови однорангових мереж, DTN (Delay&Disruption-Tolerant Networking – мереж, стійких до затримок), глобального геопозиціонування ГЛОНАСС/GPS дозволяє вирішити більшість проблем, характерних для традиційних систем управління та зв'язку. Крім того, дана технологія дозволяє істотно підвищити технічні характеристики системи за рахунок розміщення засобів первинної обробки даних безпосередньо на приймально-передаючих пристроях без надсилання великих обсягів інформації в обчислювальні центри.

Завдяки таким технологіям, стали можливі не тільки автоматизація та інтелектуалізація управління дорожнім рухом, а також побудова системи ефективного запобігання зіткнень, а й створення відкритої платформи для конструювання цільових рішень масштабу, подібного до масштабу "розумних міст".

Технології добре поєднуються з існуючими рішеннями в галузі геопозиціонування, інтерфейсами і протоколами передачі даних, кооперуються з мобільним і наземним зв'язком і доповнюють традиційні ІТС-рішення в тих випадках, коли швидкості, надійності та гнучкості інших систем зв'язку виявляється недостатньо. Рішення на базі DSRC визнані у світі як найбільш раціональні, дешеві та сучасні у своїй галузі та інтенсивно розвиваються за підтримки автовиробників, академічної спільноти та індустріальних альянсів.

Технологія DSRC є різновидом технології Wi-Fi для застосування на транспорті, що рухається, і забезпечує наступні характеристики:

- практично миттєве (менше 1/4 секунди) з'єднання;
- передача даних на швидкості до 100 мегабіт на дальність до 1 км;
- стійка робота під час руху транспорту зі швидкістю до 250 км/год.

У наступні роки процес розвитку ІТС у різних країнах набував все більш інтенсивного та масштабного характеру. Так, у жовтні 1999 року в США Федеральна комісія зв'язку (FCC) виділила смугу в 75 МГц в діапазоні з центральною частотою 5,9 ГГц саме для цілей DSRC - технології комунікацій транспортних засобів на ближніх відстанях, призначеної для використання в інтелектуальні транспортні системи. Надалі, у серпні 2008 року, Європейський інститут телекомунікаційних стандартів (ETSI) також виділив смугу шириною 30 МГц у сантиметровому діапазоні з центральною частотою 5,8 ГГц для роботи у сфері ІТС.

У багатьох технічно розвинених країнах сформувався інститут організацій, що спеціалізуються з розробки нормативної бази технології DSRC. Дана технологія забезпечує безпроводову комунікацію (радіозв'язок у сантиметровому діапазоні – довжина хвилі близько 5 см) на близьких відстанях у сфері автомобільних транспортувань.

Деякі з подібних організацій сформувалися в рамках вже існуючих структур (як державних, так і громадських), що займаються стандартизацією та сертифікацією товарів та послуг, інші утворені спеціально в інтересах розвитку цієї нової галузі телекомунікацій.

Якщо говорити про територіальну "прив'язку" даних інститутів, то можна виділити три основних регіони, в яких успіхи в області DSRC найбільш суттєві, чії розробки в області DSRC-технологій надають найбільш помітний вплив на загальний процес. Це насамперед США, Європа та Азіатсько-Тихоокеанський регіон, зокрема Японія. У зазначених країнах є національні організації, що розробляють проблематику DSRC у частині технічних вимог до всіх аспектів даної галузі. Зазвичай ці організації забезпечують випуск нормативних документів, що регламентують даний вид зв'язку у сфері транспортних комунікацій [8].

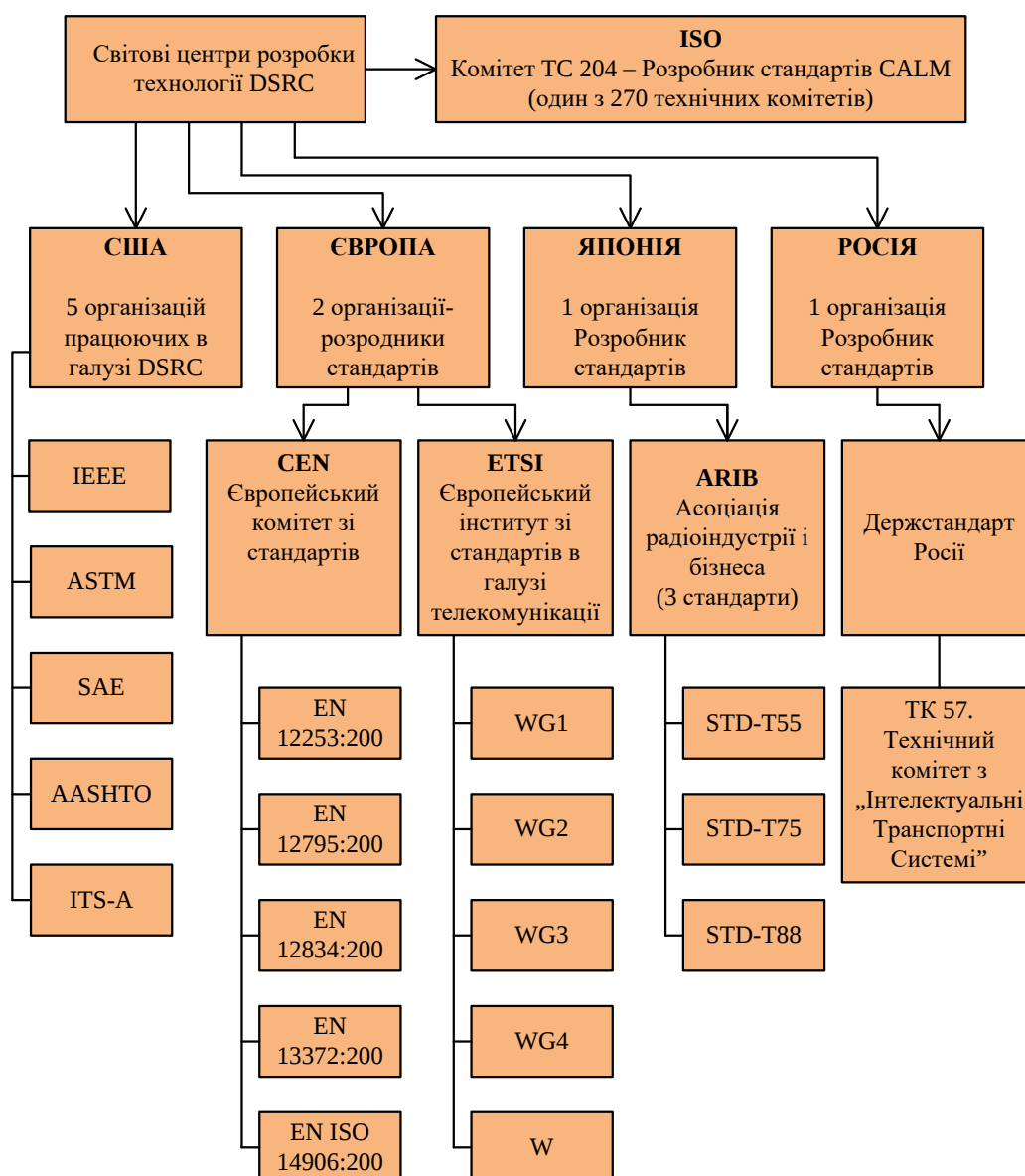


Рисунок 2.1 – Загальносвітова структура формування стандартів DSRC з урахуванням територіальної приналежності організацій-розробників

2.2 Інші технології зв'язку в системах V2X

Стільниковий зв'язок Vehicle-to-Everything, або C-V2X, продовжує розвиватися як краща технологія для транспортних засобів для зв'язку один з одним і зі своїм оточенням. Завдяки прийняттю галузевих стандартів, серії успішних випробувань і початкової комерціалізації, C-V2X демонструє зростаючі перспективи підвищення безпеки дорожнього руху, ефективності та мобільності. Це особливо важливо для майбутнього використання сенсорів поза прямої видимості для автономних транспортних засобів, оскільки це прокладає шлях для транспорту наступного покоління.

C-V2X – це технологія, що дозволяє транспортним засобам спілкуватися один з одним і практично з усім навколо (V2X). Вона розроблена для підтримки безпечніших і автономніших транспортних засобів майбутнього, одночасно покращуючи трафік і безпеку пасажирів, пішоходів і велосипедистів.

C-V2X допомагає транспортним засобам обмінюватися даними безпроводовою мережею від транспортного засобу до транспортного засобу (V2V) і, можливо, коли-небудь, через міжмережеві з'єднання "транспортний засіб-пішохід" (V2P), що може значно поліпшити системи запобігання зіткнень. Крім зв'язку з іншими учасниками дорожнього руху, C-V2X дозволяє транспортному засобу обмінюватися даними з мережею для доступу до трафіку в реальному часі або службам маршрутизації через хмарні сервіси. Автомобілі не просто передають своє місце розташування, швидкість і напрямок, використовуючи технологію "автомобіль-інфраструктура" (V2I), автомобілі можуть координувати складні маневри. За допомогою сигналу мережі автомобілі можуть синхронізувати поїздки з зеленим світлом світлофора, щоб уникнути затримок і простоїв. Транспортні засоби можуть навіть розмовляти один з одним, щоб звільнити місце для більшої кількості автомобілів на дорозі, покращуючи економію палива і затори.

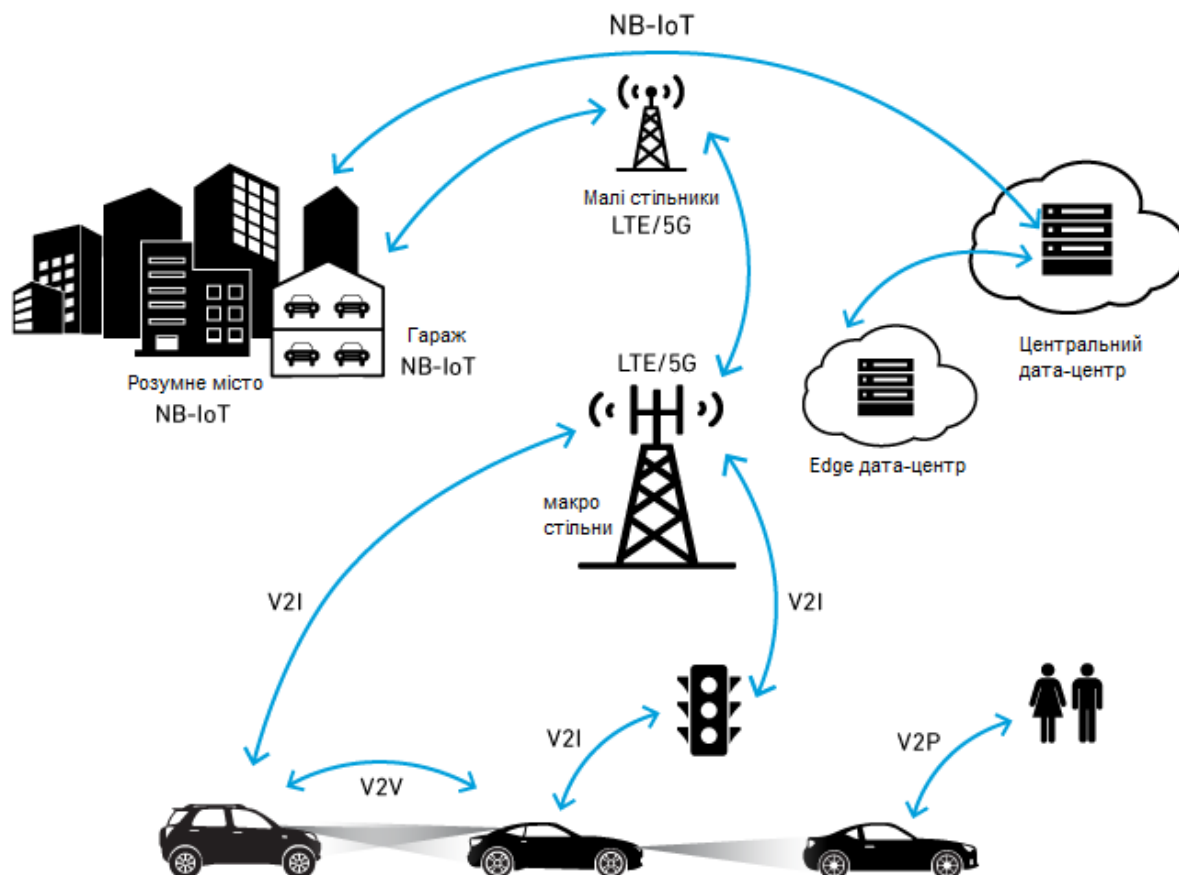


Рисунок 2.2 – C-V2X спілкування

У поєднанні з можливостями мережі 5G автомобілі можуть обмінюватися великими об'ємами даних в режимі реального часу і підтримувати повністю автономне водіння. 5G пропонує стабільний зв'язок в поєднанні з високою пропускною здатністю, дозволяючи бортовим обчислювальним машинам одержувати доступ до віддалених джерел і ефективно обмінюватися даними. 360-градусні системи C-V2X можуть використовуватися для виявлення потенційних об'єктів зіткнення.

У багатьох регіонах світу регулюючі органи мають обмежені мережеві смуги частот для інтелектуальних транспортних систем (ІТС), зокрема, діапазон 5,9 ГГц для зв'язку ІТС між транспортними засобами, інфраструктурою і людьми, критично важливими для безпеки дорожнього руху.

C-V2X, ймовірно, є єдиною технологією V2X з чітким еволюційним шляхом до 5G, і очікується, що вона буде готова до комерційного впровадження в транспортних засобах протягом року. Зрілість технології завоювала визнання багатьох автовиробників, включаючи Ford в США і декількох автовиробників в Китаї.

Підключення до мережі та надійне покриття мають вирішальне значення, коли мова йде про майбутній розвиток автономних транспортних засобів. Покращений збір даних і можливість підключення можуть допомогти подолати одне з найсерйозніших перешкод на шляху впровадження автономних транспортних засобів: суспільну довіру. Технологія C-V2X може підвищити впевненість громадськості в тому, що дистанційно керовані транспортні засоби створені для підвищення безпеки [9].

2.3 Особливості систем радіочастотної ідентифікації (RFID) для використання в системах V2X

Технологія RFID (Radio Frequency Identification) дозволяє використовувати радіохвилі, щоб автоматично ідентифікувати транспортні об'єкти. Для цього на об'єкти (у нашому випадку – автомобілі) кріпляться спеціальні програмовані позначки.

RFID-технології на основі діапазону частот UHF (860-960 МГц), дозволяють легко створювати системи проїзду, обліку та контролю автомобільного транспорту. Відмінною особливістю технології UHF є виняткова дальність роботи RFID-обладнання та пасивних RFID-міток – тепер немає необхідності виходити з автомобіля, відкривати вікно та тягнутися карткою до сканеру перепусток – сканування RFID-мітки відбувається дистанційно. Ідентифікація RFID-перепустки проводиться ще на під'їзді автомобіля, система спрацьовує з відстані, яка налаштовується індивідуально, залежно від обраного типу RFID-мітки, зчитувача та антени, а також програмних конфігурацій.

Безумовним плюсом технології UHF є не тільки дальність роботи, але й високий рівень захисту міток від клонування та підробок!

Теги та обладнання RFID, мають кілька ступенів захисту, які дозволяють повністю уникати клонування міток та використання міток, незареєстрованих у системі. Деякі RFID-мітки, що застосовуються зчитувачами підробити в принципі неможливо, оскільки вони мають криптографічний захист.

Приклад однієї з установок. Шафа автоматизації з RFID-обладнанням, встановленим усередині та допоміжні елементи, такі як клемна колодка, блок живлення.

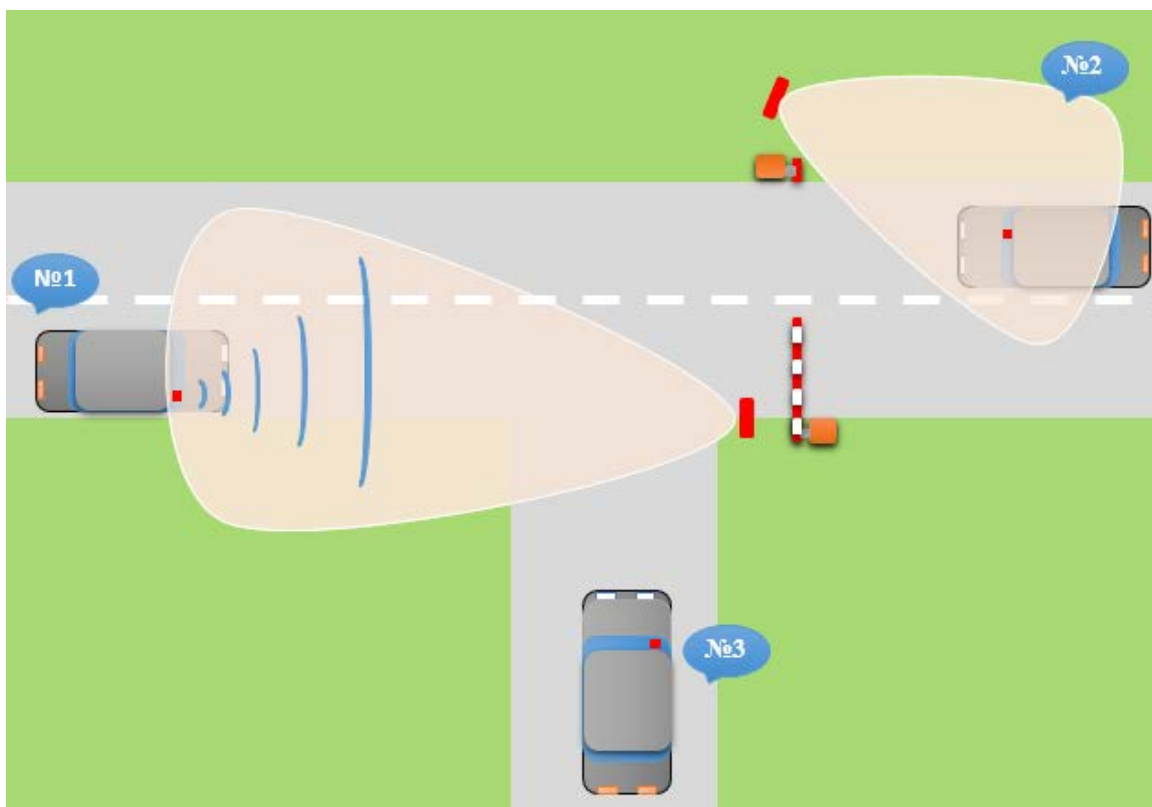


Рисунок 2.2 – Розташування антен для організації проїзду

Застосування RFID у сфері ідентифікації автомобільного транспорту досить широке і не обмежується лише автоматизацією шлагбаумів і контрольних пунктів, є й серйозніші завдання, розв'язувані з урахуванням RFID. Системи автоматичної ідентифікації автомобільного транспорту, побудовані на основі технологій електронної ідентифікації RFID, є перспективним інструментом контролю

транспортних засобів та управління дорожнім рухом. Серед переваг радіочастотної ідентифікації відзначається висока швидкість ідентифікації, надійність, модульна структура, масштабованість, а також зручність в експлуатації та обслуговуванні. На основі RFID-систем можна побудувати прикладні рішення, які можуть вирішити багато завдань, що виникають у сфері контролю переміщення ТЗ, організації проїзду платними дорогами, реєстрації та контролю трафіку при в'їзді в особливі території [10].

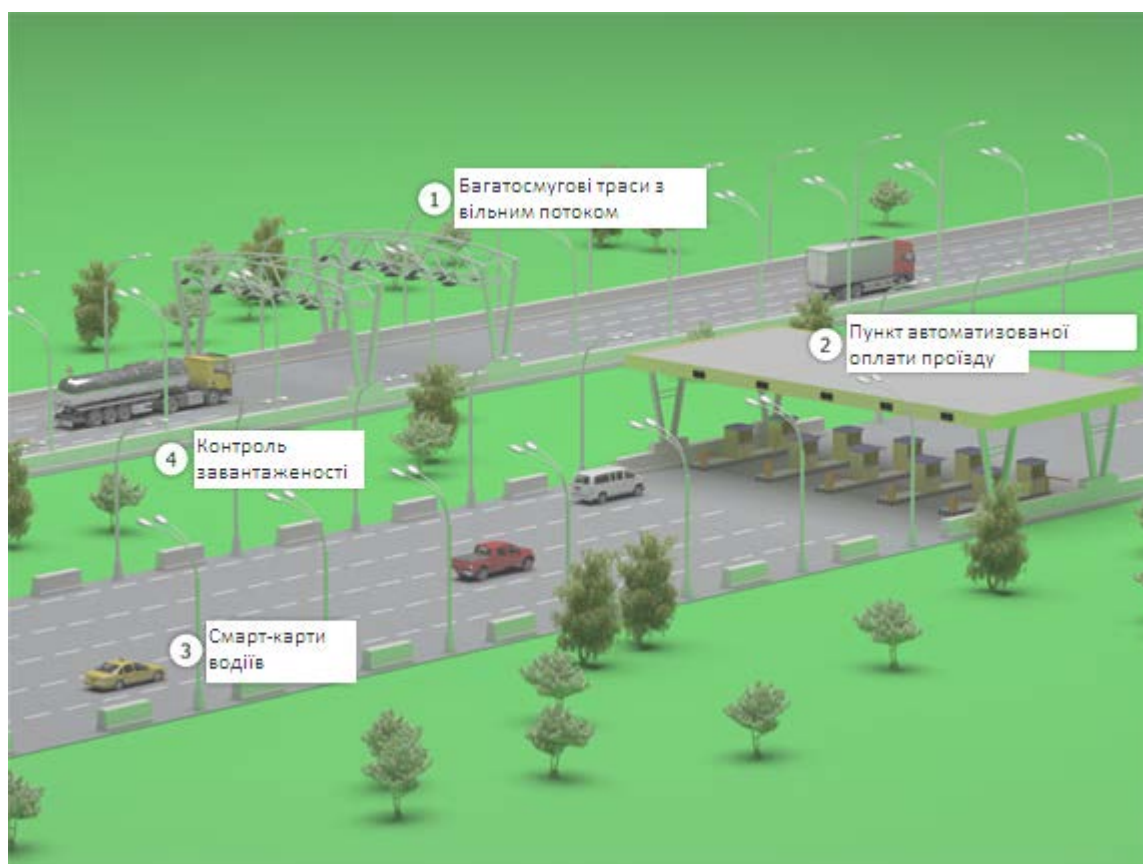


Рисунок 2.3 – Ідентифікації автомобільного транспорту за допомогою системою радіочастотної ідентифікації

2.4 Контроль руху транспорту з використанням систем DSRC та RFID

Технологія DSRC забезпечує:

- дуже швидке (менше 0.2 с) з'єднання;

- передачу даних зі швидкістю до 27 Мбіт/с на відстань до 1.5 км;
- стійку роботу при швидкості руху транспорту до 250 км/год;
- роботу пристроїв у напівдуплексному режимі.

Контроль дорожнього руху з використанням технології DSRC дозволяє отримувати оперативну інформацію про стан транспортної мережі міста, що у свою чергу дає змогу підвищити безпеку та ритмічність руху транспорту.

Пристрої, що використовуються в технології DSRC, працюють у режимі WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments – безпроводовий доступ в автомобільному середовищі), що описується у стандарті IEEE 1609. Цей стандарт містить кілька складових частин:

1. P1609.1 - менеджер ресурсів:

- описує ключові компоненти архітектури системи;
- визначає потоки даних та ресурси;
- визначає формати командних повідомлень та зберігання даних;
- визначає типи пристроїв, які підтримуються технологією DSRC.

2. P1609.2 – служби безпеки для додатків та повідомлення системи управління:

- визначення безпечних форматів обробки повідомлень;
- умови використання безпечного обміну повідомленнями.

3. P1609.3 – мережевий обмін даними:

- визначає сервіси мережного та транспортного рівнів, включаючи адресацію та маршрутизацію;
- підтримку захищених даних;
- визначає короткі повідомлення, забезпечуючи ефективну альтернативу IP, яка безпосередньо підтримується програмами.

4. P1609.4 – багатоканальна робота:

- удосконалення 802.11 MAC для підтримки WAVE.

Технологія DSRC підтримує відомі протоколи мережного та транспортного рівнів IPv6, користувальницький протокол дейтаграм (UDP) та протокол керування

передачею (TCP). Вибір між WSMP або IPv6+UDP/TCP залежить від вимог конкретної програми.

Розподіл каналів зв'язку, що призначені для використання DSRC, наведено на рис. 2.4



Рисунок 2.4 – Розподіл частотних каналів у технології DSRC

Система може бути умовно поділена на дві частини. Частина системи, встановлена на автомобілі (Onboard Unit – OBU), отримує дані від датчиків та пристроїв автомобіля та передає їх через драйвер HMI (Human Machine Interface) на дисплей водія та по каналу безпроводового зв'язку на приймач другої частини системи – RSU (Roadside Unit) яка входить до системи контролю руху дорожньої служби. Як OBU, так і RSU містять приймачі GPS для точного визначення розташування об'єктів, на яких вони встановлені.

Для забезпечення максимальної площі взаємодії компонентів системи діаграма спрямованості антени приймача DSRC автомобіля в горизонтальній площині кругова. При необхідності автомобілі можуть комплектуватися декількома антенами, одна з яких має кругову діаграму спрямованості, а друга – дві пелюстки у передній та задній півплощинах.

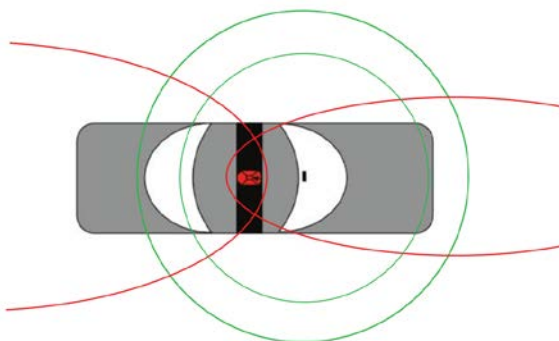


Рисунок 2.6 – Діаграми спрямованості антен системи DSRC

Пристрої у системі DSRC функціонують так. RSU 10 разів на секунду проводить опитування пристроїв, що підтримують технологію DSRC.

Усі пристрої OBU, що знаходяться в радіусі дії передавача RSU:

- прослуховують канал 172;
- здійснюють аутентифікацію цифрового підпису RSU;
- виконують програми безпеки (насамперед);
- виконують програми, не пов'язані з безпекою;
- повертаються на канал 172 у режим прослуховування.

Приклад взаємодії автотранспорту в транспортній мережі міста за допомогою технології DSRC наведено на рис. 2.7.

Технологія DSRC створена спеціально для цілей безпроводової передачі даних в інтелектуальних транспортних мережах і підтримує весь спектр необхідних сервісів з управління, контролю та забезпечення безпеки дорожнього руху. Розглянемо приклад взаємодії системи RSU та OBU:

- приймач автомобіля отримує сигнал маяка RSU та "прокидається". Сигнал маяка містить дані переліком сервісів (додатків), що підтримуються на даній точці RSU. Час між отриманням першого сигналу та готовність системи OBU до роботи становить 5 мс;
- приймачі OBU і RSU визначають вільний канал, яким здійснюватиметься обмін даними. Поділ на канали необхідний у зв'язку з необхідністю одночасного обслуговування великої кількості транспортних коштів, які можуть бути на дорозі;
- система OBU автомобіля повідомляє про додаток (або додатки), який йому необхідний. Наприклад, про EFC – електронну оплату проїзду;
- між приймачами OBU та RSU встановлюється захищене з'єднання та здійснюється обмін даними в рамках обраної програми.



Рисунок 2.7 – Приклад взаємодії автотранспорту у транспортній мережі міста за допомогою технології DSRC

При взаємодії транспортних засобів, обладнаних пристроями DSRC, між собою створюються умови для підвищення безпеки руху. Усі пристрої DSRC з періодичністю 100 мс посилають в ефір короткі повідомлення та приймають такі ж від інших бортових пристроїв OBU та дорожніх пристроїв RSU. OBU постійно надсилають в ефір повідомлення, що містять дані про їх координатах, швидкості руху та прискоренні. Одночасно вони приймають аналогічні повідомлення від інших OBU та RSU. Шляхом порівняння отриманих параметрів інших транспортних засобів та власних значень швидкості та координат, OBU вираховує траєкторію руху транспортного засобу та ймовірність його зіткнення з іншими учасниками дорожнього руху. Про це OBU повідомляє водію, а у разі наближення цієї ймовірності до критичного порога – активує екстрене гальмування. Пристрій RSU, встановлений на перехресті, може, наприклад, інформувати транспортний засіб про режим роботи світлофора та оптимальну швидкість руху для проїзду перехрестя без зупинки. Пристрої RSU встановлені вздовж дороги, здатні повідомити OBU про рекомендовану безпечну швидкість проїзду небезпечної ділянки.

Значно розширити можливості системи DSRC дозволяє використання спільно з нею технології радіочастотної ідентифікації (RFID – Radio Frequency Identification). Оскільки це метод автоматичної ідентифікації об'єктів, у якому за допомогою радіосигналів зчитуються або записуються дані, що зберігаються в транспондерах (інша назва RFID-мітка), то його можна використовувати для передачі інформації про дорожні знаки, обмеження швидкості руху та інших параметрів.

Системах RFID інформація з пристроїв зчитується за допомогою рідера, а мітки не мають можливості обмінюватися між собою інформацією, тому технологія RFID застосовуються у випадках, коли потрібний оперативний та точний контроль, відстеження та облік численних переміщень різних об'єктів. Радіочастотні засоби ідентифікації застосовуються в основному для обліку одиниць товару у комерції, контролю переміщення та контролю безпеки.

Однак використовувати технологію RFID можна і в інтелектуальних транспортних мережах для "кодування" дорожніх знаків. Для кожного типу транспортних засобів можна встановити різні знаки, користувач на кінцевому пристрої сам вибирає для якого транспортного засобу (легковий транспорт, вантажні машини чи інші транспортні засоби) зчитуються дорожні покажчики. На одній із ділянок дороги різні типи техніки можуть рухатися з різними максимальними швидкостями. З огляду на те, що знаки обмеження швидкості дуже важливі, то забезпечення водіїв інформацією про максимально допустиму швидкість на всій протяжності дороги дозволить знизити ризик аварій через перевищення швидкості. Для коректної роботи система не вимагає додаткових пристроїв, таких як відеокамери або GPS приймачі.

Враховуючи той фактор, що пасивні мітки системи RFID мають обмежений радіус дії (радіус дії залежить від діапазону частот, у якому вона працює), то такі мітки монтуються прямо в дорожнє полотно на такій відстані від знаку, щоб водій встиг відреагувати на нього. Така система оповіщення особливо ефективна в темний час доби та за поганих погодних умов.

Для забезпечення роботи технологій DSRC та RFID не потрібно ні контакту з зчитувачем, ні прямої видимості зчитувача, на відміну від систем використання штрих-кодування, магнітних та smart-карт. Надійна робота гарантована при роботі в агресивних середовищах та несприятливих кліматичних умовах, що дає даним технологіям перевагу при побудові транспортної мережі міста [11].

Висновки до розділу

З проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

- DSRC (Dedicated Short-Range Communications) – це технологія безпроводового зв'язку, яка дозволяє транспортним засобам зв'язуватися один з одним та іншими учасниками дорожнього руху безпосередньо, без залучення стільникової або іншої інфраструктури. Кожен транспортний засіб надсилає 10 разів на секунду своє місцезнаходження, курс і швидкість безпечним та анонімним способом. Усі навколишні транспортні засоби отримують повідомлення, і кожен оцінює ризик, який накладає транспортний засіб, що передає.
- C-V2X – це сучасна технологія з чудовими характеристиками радіозв'язку, здатна забезпечити розширений діапазон і надійність прямого зв'язку з малою затримкою. На відміну від інших комунікаційних технологій, C-V2X поєднує в собі як прямі, так і мережеві технології синергетичним чином.
- радіочастотна ідентифікація (Radio Frequency Identification) дозволяє проводити розпізнавання та реєстрацію об'єктів за допомогою використання випромінювання радіочастотного типу.
- технології DSRC – безпроводовий зв'язок на малих відстанях, що дозволяє здійснювати взаємодію між об'єктами, що рухаються з високою швидкістю. Висока швидкодія такої системи дозволяє використовувати її для запобігання зіткненням транспортних засобів, а широкий набір сервісів – для контролю руху, оплати послуг і т.д.

3 ПРИКЛАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ V2X

3.1 Випробування технології Cellular-V2X у Баварії

Компанії Bosch, Vodafone та Huawei у березні 2018 року оголосили про успішне завершення випробувань технології інтелектуальної мобільної телефонії.

Технологія, відома як Cellular-V2X (комунікація машини з іншими об'єктами), дозволяє машині спілкуватися з іншими транспортними засобами та навколишнім середовищем за допомогою мобільної телефонії.

Полеві випробування з першими тестовими модулями 5G проводились на трасі A9 у Баварії. У ході випробувань компанії продемонстрували корисність прямого миттєвого обміну інформацією між транспортними засобами для систем допомоги водієві, зокрема таких як адаптивний круїз-контроль (ACC).

Раніше система Cellular-V2X використовувалася як система попередження в режимі реального часу - наприклад, при зміні смуг руху на трасі або раптовому гальмуванні машини, що йде попереду. Завдяки технології адаптивного круїз-контролю не тільки видається попередження водію, а й здійснюється автоматичне прискорення та гальмування.

Система адаптивного круїз-контролю (ACC) підтримує задану водієм швидкість, а також за допомогою радарного датчика зберігає встановлену дистанцію до автомобіля, що йде попереду. Крім того, система ACC виявляє транспортний засіб, що раптово вклинюється спереду, як тільки він входить у зону виявлення радарного датчика.

Коли машини "спілкуються" безпосередньо в режимі реального часу за допомогою технології Cellular-V2X, з'являється можливість більш раннього виявлення транспортного засобу у вищеписаних випадках. За допомогою мобільної телефонії підключені машини можуть безпосередньо передавати такі дані, як їхнє розташування та швидкість, усім транспортним засобам у радіусі понад 300 метрів. Така передача здійснюється без використання проміжних каналів

і базових станцій, що дозволяє практично повністю виключити затримки. В результаті машина "знає" про дії водіїв автомобілів, що знаходяться довкола.

Після встановлення достатньої дистанції до транспортного засобу, що передує, система адаптивного круїз-контролю здійснює автоматичне прискорення до досягнення попередньо встановленої швидкості. Навіть у пробках ця функція дозволяє водієві розслабитися та мінімізує стрес, водночас запобігаючи різкому гальмуванню та прискоренню на трасі. Загалом рух стає більш плавним та ефективним, стверджують представники Bosch, Vodafone та Huawei [12].

3.2 Panasonic і Qualcomm запустили платформу для зв'язку автомобілів між собою та з інфраструктурою

У серпні 2018 року Panasonic, Qualcomm та Ford продемонстрували, як стверджують компанії, перше застосування в реальному житті технології C-V2X, що використовується для взаємодії автомобілів між собою, а також із дорожньою інфраструктурою.

Автори проекту стверджують, що вони досягли нового рівня поінформованості ситуації на дорогах із використанням даних, який дозволить суттєво підвищити безпеку автомобілістів та інших учасників дорожнього руху.

Платформу C-V2X, яку було протестовано спільно Департаментом транспорту штату Колорадо, підключили до регіонального центру управління дорожнім рухом у Денвері.

Всі дані, що надходять з датчиків автомобілів, світлофорів, придорожніх та інших об'єктів, що так чи інакше мають здатні впливати на дорожню обстановку, стікаються в хмарну платформу Panasonic. Там відбувається аналіз інформації, після чого машинам у режимі реального часу відправляються оповіщення, які можуть стати у нагоді водіям під час їзди (дорожні затори, небезпечні ділянки на шляху прямування, ДТП поблизу, наближення транспортного засобу до "сліпого" перехрестя тощо).



Рисунок 3.1 – Panasonic, Qualcomm і Ford продемонстрували, перше застосування в реальному житті технології C-V2X

За словами Йована Загаджак (Jovan Zagajac), що курує у Ford проекти в області підключених автомобілів, C-V2X допоможе покращити безпеку на дорогах та керування трафіком у містах. Американський автовиробник вступив у консорціум 5G Automotive Association (5GAA), що просуває C-V2X. Членами цієї організації також є Audi, BMW, Daimler, Honda, Hyundai, Nissan та Volvo.

Оснащені чіпами C-V2X автомобілі можуть надсилати за секунду близько 10 сигналів, що містять дані про швидкість, напрямок руху та іншу інформацію про роботу автомобільних систем (гальма, подушки безпеки тощо). Наприклад, під час тестування технології в Колорадо автомобільні датчики визначали зледеніння дороги, завдяки чому дорожні служби оперативно вирушали до цих місць для усунення небезпечних ділянок.

Дані, що передаються в рамках системи, не містять жодної ідентифікаційної інформації про транспортні засоби або водіїв, що обмежує можливості використання технології правоохоронними органами, зазначає видання The Denver Post.

За словами Кріса Армстронга, розвиваючи C-V2X, компанії хочуть усунути непотрібні відволікаючі водіїв фактори та інформувати їх про критично важливі події. Це зрештою має знизити кількість смертельних ДТП, яких лише у США сталося понад 40 тис. у 2017 році.

Panasonic залишила свою систему відкритою, щоб її можна було впровадити і в старих автомобілях, а картографічні сервіси, такі як Google Maps і Waze, могли використовувати її для надання більш точної інформації про ситуацію на дорогах.

Однією з головних проблем при впровадженні C-V2X у Ford називають високу вартість. Потрібно близько \$1 млн на розгортання технології на ділянці 80-144 км, причому такі витрати будуть потрібні в тому випадку, якщо вздовж дороги вже протягнутий волоконно-оптичний кабель і необхідно лише замінити обладнання. Інакше витрати будуть набагато вищими, вважає автовиробник.

Інша проблема, яку належить вирішити прихильникам комунікацій C-V2X, полягає в тому, як обробляти та інтерпретувати гігантські потоки даних, які зростатимуть у міру поширення технології. Наприклад, підключена до C-V2X дорожня мережа в Колорадо може відправляти близько 2 млрд оповіщень за годину, підраховали у Ford.

3.3 Демонстрація розумного перехрестя від Honda

На початку жовтня 2018 року японський автовиробник Honda продемонстрував роботу "розумного" перехрестя. Технологія під назвою Smart Intersection (розумне перехрестя), побудована на основі комунікацій V2X, нагадує учасникам дорожнього руху про небезпеку на перетині доріг. У компанії стверджують, що йдеться про одне з перших практичних застосувань системи V2X.

Розумне перехрестя розгорнуто в місті Мерісвілл (штат Огайо, США) у рамках пілотного проекту 33 Smart Mobility Corridor (коридор розумної мобільності), спрямованого на розширення функціональності автомобільних датчиків з метою запобігання ДТП. На перехрестях США трапляється близько 40%

всіх автомобільних аварій. Щороку ДТП забирають у країні близько 35 тис. життів, а на перехрестях гине близько 20% людей із цього числа.

Інженери Honda встановили спеціальні камери на чотири світлофорні стовпи, розташовані на одному з перетинів вулиць у Мерісвілл. Це обладнання, доповнене антенами передачі даних, розпізнає машини, пішоходів та інші об'єкти на відстані до 100 метрів.

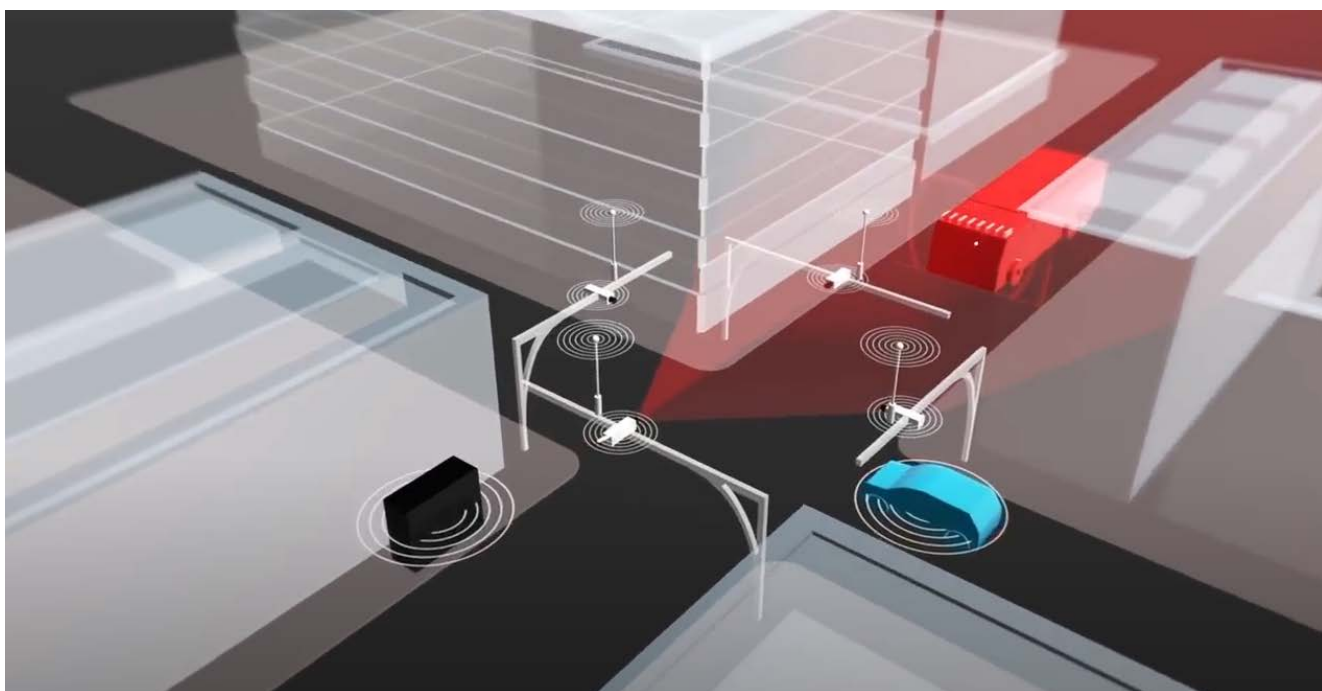


Рисунок 3.2 – Розумне перехрестя від Honda

Система контролює ситуацію на перехресті і сповіщає про можливі небезпеки — наприклад, коли на перехресті на великій швидкості наближається автомобіль швидкої допомоги або пішохід готується перейти дорогу з порушенням правил.

Під час тестування Honda оснастила автомобілі своїх співробітників напівпрозорими проекційними дисплеями, на яких виводяться попередження про небезпеку зіткнення або попадання у затор.

"Технологія Smart Intersection, що використовує фірмове ПЗ для розпізнавання об'єктів від Honda, камери на перехрестях та V2X-комунікації,

дозволяє автомобілям буквально бачити крізь будівлі та стіни, а також навколо них практично в будь-яку погоду, щоб розпізнати та попередити водіїв про різні приховані небезпеки", – говориться у прес-релізі Honda [13].

3.4 Розробки Ford на основі C-V2X для безпеки та ефективності дорожнього руху

У червні 2019 року компанія Ford продемонструвала два проекти в рамках вивчення можливості використання технології C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything) – безпроводової системи обміну даними між транспортними засобами та об'єктами дорожньої інфраструктури. Розробки на основі C-V2X покликані підвищити безпеку та ефективність дорожнього руху, а також сприяти розвитку автономних автомобілів.

Перший проект, продемонстрований Ford – це спеціальна установка, яка розташовуватиметься біля дороги та забезпечуватиме зв'язок між автомобілями та іншими учасниками дорожнього руху (пішоходами, велосипедистами та тими, хто їздить на електросамокатах) за допомогою різних безпроводових технологій. Другий проект – це безперебійна система на основі блокчейн-технології, яка допомагає автомобілям домовлятися про право проїзду перехресть для забезпечення ефективності та безпеки руху транспорту показана на рис. 3.3.

Згідно із заявою Ford, завдяки впровадженню подібних інновацій учасники дорожнього руху зможуть передбачити дорожню ситуацію та уникнути аварій, що допоможе підвищити безпеку у містах. Крім того, такі технології можуть зменшити завантаженість доріг. У жвавому міському середовищі водії часто не помічають пішоходів та тих, хто використовують альтернативні засоби пересування, наприклад, самокати, коли вони починають перетинати вулицю. Оснащений технологією C-V2X автомобіль може зв'язуватися з іншими учасниками дорожнього руху та визначати, чи мають намір вони перетнути його шлях та

створити потенційно аварійну ситуацію. Такий обмін даними можливий, якщо учасники дорожнього руху розмовляють однією мовою.



Рисунок 3.3 – Безперебійна система на основі блокчейн-технології, що допомагає автомобілям домовлятися про право проїзду перехресть для забезпечення ефективності та безпеки руху транспорту

Для вирішення цієї проблеми Ford працює над створенням спеціальної дорожньої установки, яка виконує функцію "перекладача" у подібних ситуаціях. Вона здатна перекладати сигнали, які отримуються за допомогою різних цифрових технологій, у тому числі Bluetooth, C-V2X та виділених каналів зв'язку з малим радіусом дії. Сигнали можуть надходити від мобільного або носія пристрою пішохода, системи зв'язку на самокаті, технології C-V2X і спеціальних засобів зв'язку з малим радіусом дії в автомобілях, а також від сигналів світлофора та інших

джерел. Наприклад, мобільний телефон людини може повідомляти автомобілі поблизу про його наміри та отримувати підтвердження від відповідних машин, що можна безпечно переходити дорогу.

У сучасному світі черговість проїзду на перехрестях регулюється сигналами світлофора, дорожніми знаками та правилами дорожнього руху, або водій транспортного засобу жестом дає зрозуміти іншому водієві, що пропускає його автомобіль. Але у світі майбутнього, коли люди їздитимуть разом із автономними транспортними засобами, "спілкування" з автомобілем без водія може стати проблемою, зазначили у Ford.

На допомогу придуть Ford безперебійні системи на основі блокчейн-технологій. Інновація дозволяє учасникам дорожнього руху розпочати "спілкування" на перехресті, під час якого вони домовляються, хто, куди та коли поїде. Обмін даними відбувається за частку секунди, завдяки чому всі маневри на дорозі здійснюються безпечно та ефективно.

Технологія C-V2X допоможе розкрити нові можливості міської інфраструктури, будучи провідником для додаткових джерел інформації про дорожній рух, будівництво, автомобілі екстрених служб тощо, завдяки чому міста зможуть оптимізувати рух за допомогою різних варіантів забезпечення мобільності. Це підвищить безпеку та ефективність руху не лише для автомобілів, але й для жителів міст, стверджують у Ford.

У Ford упевнені, що для того, щоб повністю реалізувати потенціал технології, C-V2X необхідно широко застосовувати у автомобілях та міській інфраструктурі в рамках транспортної екосистеми. Тому співпраця автовиробників із державними та приватними компаніями є важливим фактором для широкого впровадження технології C-V2X, що, у свою чергу, дозволить розкрити можливості технології у вирішенні існуючих транспортних проблем та створення міст майбутнього [14].

3.5 Тестування C-V2X з автовиробниками у Китаї

Qualcomm протестувала C-V2X з автовиробниками у Китаї. Про це стало відомо 15 листопада 2020 року. Співпраця з різними китайськими компаніями з метою продемонструвати закінчену екосистему на базі технології обміну даними між транспортними засобами, елементами дорожньої інфраструктури та іншими учасниками руху C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything) допоможе прискорити масштабну комерціалізацію та галузеві розробки.

У 2020 році при тестуванні ємності основна увага приділялася придатності продуктів та систем C-V2X до експлуатації при масштабному розгортанні. Оцінка проводилася з урахуванням раніше досягнутих показників взаємної сумісності та безпеки. Таким чином, індустрія зробила серйозні кроки до масштабної комерціалізації технології C-V2X. Для емуляції складної дорожньої обстановки, включаючи міський трафік у години пік та дорожні пробки, було задіяно 180 бортових (OBU) та придорожніх (RSU) блоків. Тестування комунікаційних показників C-V2X та функціональних можливостей додатків на чіп-модулях, терміналах та автомобілях у різних сценаріях підтвердило придатність систем C-V2X для великомасштабної експлуатації.

У більшості з протестованих автомобілів та бортових блоків застосовувався C-V2X-чіп Qualcomm 9150. Стабільний зв'язок забезпечувала платформа Qualcomm Snapdragon Automotive 4G. Підтримуючи прямий зв'язок автомобілів один з одним (V2V), автомобілів з інфраструктурою (V2I, а також зв'язок з мережею 4G або 5G, платформи Snapdragon Automotive 4G/5G з вбудованою технологією C-V2X та засобами позиціонування високої роздільної здатності підвищують безпеку та ефективність руху, зменшують затори та підвищують пропускну здатність дорожньої мережі, а також сприяють масштабній комерціалізації технології C-V2X.

П'ять V2I-сценаріїв зв'язку з інфраструктурою включали: застосування внутрішньосалонних інформаційних дисплеїв, передачу інформації про сигнали світлофора та допомогу при виборі оптимальної швидкості для проїзду на зелене

світло, демонстрацію механізму безпеки, попередження про можливе зіткнення з уразливими учасниками дорожнього руху та нагадування про наближення з дорожніми роботами. П'ять V2V-сценаріїв тестування прямого зв'язку автомобілів один з одним виконувались за допомогою периферійних обчислень мультисервісного доступу (Multi-Access Edge Computing, MEC) із застосуванням функціоналу позиціонування та карт високої роздільної здатності та включали: попередження про можливе зіткнення, звільнення дороги для спецтранспорту, аномальній поведінці автомобіля на дорозі, допомога при повороті ліворуч та попередження про перешкоди поза зоною видимості, попередження про дорожні пробки.

"У Китаї технологія 5G посилює автомобільну промисловість, розширює номенклатуру додатків та сприяє масштабуванню C-V2X-галузі. Тим часом надійний фундамент інфокомунікаційної галузі в Китаї також сприяє комерціалізації та впровадженню C-V2X", сказав Джим Майзнер (Jim Misener), старший директор компанії Qualcomm Technologies, Inc. з управління продуктами та лідер глобальної екосистеми V2X. — "У співпраці з багатьма представниками китайського автопрому ми прискорюємо комерційне впровадження C-V2X-проектів на базі нашого портфолію та наближаємо еру інтелектуальних підключених автомобілів, безпечного та ефективного дорожнього руху."

Висновки до розділу

З проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

Підтримка систем V2X — одна з ключових вимог для підключеного транспортного засобу майбутнього. Технологія V2X тісно пов'язана з поняттям спільної мобільності, яка дозволяє автомобілям обмінюватися різною інформацією. 5G, завдяки нижчій затримці при установці з'єднання, зробить взаємодію через V2X ефективнішим, а рух самоуправляємих автомобілів на інтелектуальних дорогах — безпечнішим.

Щоб технологія V2X стала реальністю, дві області – автомобільна та телекомунікаційна повинні розширити зону охоплення 5G-сигналу та забезпечити впевнений прийом. Очікується, що це стане цілком реальним до 2025 року. 5G дозволить мобільним операторам впровадити більше послуг із доданою вартістю для автомобільної екосистеми. Аналітики очікують на появу нових бізнес-моделей та нових можливостей для автомобільної галузі завдяки низькій затримці при установці з'єднання – до 1 мс.

ВИСНОВКИ

(Vehicle-to-Everything) Vehicle-to-everything — це остаточний прояв автоматизованого руху та самокерованих автомобілів. V2X включає безпроводовий зв'язок від автомобіля до транспортного засобу (V2V), а також від транспортного засобу до інфраструктури (V2I), остання передбачається як мережа базових станцій вздовж доріг і автомагістралей.

V2X означає, що навколишні умови дорожнього руху передаються до автомобіля з набагато більшою точністю, ніж сучасні вбудовані системи сповіщень, які попереджають про перекриття вулиць і затори. Майбутні сповіщення про ремонт доріг, небезпеки та об'їзди будуть подібними до сьогоденної навігації Waze, але з набагато більшою деталізацією в реальному часі. Водії зможуть уникнути проблем; наприклад, вони можуть бути миттєво попереджені при занадто швидкому наближенні до повороту, і автомобіль може навіть сповільнитися самостійно.

Виділений зв'язок малої дальності (DSRC) — це запропонований стандарт V2X для Північної Америки, який використовує протокол 802.11p у діапазоні 5,9 ГГц. Пішоходи та велосипедисти зі смартфонами з підтримкою DSRC також можуть взаємодіяти з системою автомобіля. У 2018 році Американська асоціація вантажоперевезень (ATA) і Toyota підтримали метод DSRC.

Мобільний зв'язок із усіма (C-V2X) — це ще один стандарт V2X, який використовує діапазони стільникового зв'язку LTE, окремі від тих, які використовуються абонентами мобільних телефонів. Запроваджений у 2017 році 3GPP, C-V2X охоплює дві системи: одну для руху в режимі реального часу та дорожніх умов, а іншу для транспортних засобів (V2V), транспортних засобів для інфраструктури (V2I) і транспортних засобів для пішоходів/ велосипедистів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Vehicle to Everything [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/vehicle-to-everything-v2x/>
2. Что такое технология M2M? [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://topconnect.com/ru/связь-m2m-и-iot/что-такое-технология-m2m/>
3. Міжмашині комунікації m2m [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://learn.ztu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=97900#:~:text=>
4. UMTS, HSDPA и сопутствующие технологии: новое возможности для M2M [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: https://wireless-e.ru/wp-content/uploads/2008_4_8.pdf
5. Новые возможности определения координат с использованием M2M-модулей компании Telit [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://wireless-e.ru/gsm/opredeleniya-koordinat/>
6. Vehicle-to-Vehicle (V2V) [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://www.verizonconnect.com/resources/article/connected-vehicle-technology-v2v-v2i-v2x/>
7. Технология V2P предотвращает столкновения автомобилей с пешеходами [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://itc.ua/news/tehnologiya-honda-v2p-predotvrashhaet-stolknoveniya-avtomobiley-s-peshehodami/>
8. DSRC-радиосвязь ближнего действия в интеллектуальной транспортной среде [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://vestnik-qlonass.ru/stati/dsrc_radiosvyaz_blizhnego_deystviya_v_intellektualnoy_transportnoy_srede/
9. Технология V2X и C-V2X - будущее автомобилей [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://v2x.ru>

10. Отличительные особенности RFID-систем идентификации автомобилей [Электронный ресурс] // Режим доступа до ресурсу: <https://isbc-rfid.ru/applications/auto/>
11. Высокоскоростная связь на транспорте с использованием технологии DSRC [Электронный ресурс] // Режим доступа до ресурсу: [http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/2018_2/Makarenko_V.,_Pavluchenko_V._High-speed_communications_transport_using_the_technology_of_DSRC_EKIS_2\(222\)_2018.pdf](http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/2018_2/Makarenko_V.,_Pavluchenko_V._High-speed_communications_transport_using_the_technology_of_DSRC_EKIS_2(222)_2018.pdf)
12. Испытания технологии интеллектуальной мобильной телефонии в Баварии [Электронный ресурс] // Режим доступа до ресурсу: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Vehicle-to-Everything_\(V2X\)_5G_в_эволюции_автомобилей](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Vehicle-to-Everything_(V2X)_5G_в_эволюции_автомобилей)
13. Демонстрация умного перекрестка [Электронный ресурс] // Режим доступа до ресурсу: [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Smart_Intersection_\(умный_перекресток\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Smart_Intersection_(умный_перекресток))
14. Разработки Ford на основе C-V2X для безопасности и эффективности дорожного движения [Электронный ресурс] // Режим доступа до ресурсу: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Vehicle-to-Everything_\(V2X\)_5G_в_эволюции_автомобилей](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Vehicle-to-Everything_(V2X)_5G_в_эволюции_автомобилей)
15. Тестирование C-V2X с автопроизводителями в Китае [Электронный ресурс] // Режим доступа до ресурсу: https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Qualcomm_C-V2X#.2A_.D0.A2.D0.B5.D1.81.D1.82.D0.B8.D1.80.D0.BE.D0.B2.D0.B0.D0.BD.D0.B8.D0.B5_C-V2X_.D1.81_.D0.B0.D0.B2.D1.82.D0.BE.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B8.D0.B7.D0.B2.D0.BE.D0.B4.D0.B8.D1.82.D0.B5.D0.BB.D1.8F.D0.BC.D0.B8_.D0.B2_.D0.9A.D0.B8.D1.82.D0.B0.D0.B5

ДОДАТОК А
ABSTRACT

ABSTRACT

V2X (Car for All), as the name implies, is a category of the Internet of Things that connects cars to everything. V2X is a communication system, and it is a communication system specifically used to connect the car to the environment. Among them there are two main communication technologies: one - DSRC (dedicated communication over short distances), and the other - LTE-V2X (V2X based on cellular mobile communication). DSRC has been developed for more than ten years. It was developed in the United States, but was cool. Its Wi-Fi-based wireless transmission method is not suitable for use at high speeds. LTE-V2X is a communication technology developed by the Chinese companies Datang and Huawei. It was developed and completed in March 2017. Its appearance may compensate for the shortcomings of DSRC communication in high-speed scenarios. You can use its cellular mobile communication method. Deploying an existing communication network can reduce costs and may evolve into 5G in the future. It is also a current technological direction for which China is more optimistic. In just two years of development, it has achieved great success and has a great impetus to catch up with the DSRC.

V2X (from vehicle to everything) is connected to everything. Related objects are mainly divided into 4 categories: V2V (from vehicle to vehicle), V2I (from vehicle to infrastructure), V2P (from vehicle to people), V2N (from vehicle to network). V2V means that the car can communicate directly with the car. The car is used as a mobile terminal and has the ability to receive and send basic body data. For example, on the road when the car in the back and the car in front are assembling In the event of a collision perform analysis of the algorithm with the vehicle's own data for making judgments. Is there a risk of a collision, if so, remind the driver of the risk of a collision with a vehicle in front. V2I means that the car interacts with the surrounding infrastructure. For example, when communicating with traffic lights at intersections and RSUs (roadside equipment), sometimes when we are in heavy fog, we do not see traffic light information. At this time, the car communicates with the traffic lights to receive real-time information about the current traffic lights and turn on the traffic lights. The information is displayed on the big

screen of the car, and you can judge whether to pass the intersection or not. V2P means that people in cars can also communicate, mainly through wearables, mobile phones, computers, etc., and communication between cars and people is mainly designed to reduce the risk of collisions between cars and people. For example, when people cross the road, the car and people. There are other car barriers between people that block direct vision, creating a blind spot. Vehicles can communicate with people to determine if a pedestrian has entered the blind spot and immediately warn the driver of the blind spot. . V2N means that the car interacts with the edge cloud. Everyone knows that accidents are most likely at intersections on city roads. There is a high probability that cars moving in different directions of the road cannot determine whether the car is driving on the road in other directions. When there is a blind spot where two cars do not slow down at an intersection, a car accident occurs. If there is a building block between two cars, the boundary cloud can receive the basic data of two cars through the roadside device, then perform calculations, and then send the result to the car through the roadside device. If there is a risk of a collision, the driver will be warned.

Production cars include Cadillac CT6 models with V2V (car tracking) application scenarios. Currently, the V2X on the CTS has three main features that can detect the road surface when the car in front fails. In the event of a slippery road or sudden braking, this information will be transferred to other Cadillac CTS models within the maximum range of 300. Second, the Audi A4 and Q7 are equipped with V2I technology, which exchanges data between car and traffic light, and the car display can display color traffic light ahead in real time. Toyota V2X technology should be launched in mass production earlier. Mass production began in Japan in 2015. It is currently used in three Toyota and Lexus models, as well as in V2X and V2I technologies: v2v technology can be transferred between cars. Information such as vehicle position and speed is used to optimize the ACC tracking function after the ACC function is activated.