

УДК 004.5:614.84

DOI:https://doi.org/10.31731/2524.2636.2023.7.2.71.80

Владислав ДЕНДАРЕНКО, кандидат технічних наук, доцент (0000-0001-5833-1257),
Максим УДОВЕНКО (0000-0002-4143-8645),

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ

За сучасних умов розвитку логістичних можливостей в Україні та країнах Європейського Союзу немалою залишається частка перевезень саме небезпечних вантажів автомобільним транспортом. Екстреним службам будь-якої країни важливо отримувати інформацію про слідування вантажу в режимі on-line. В статті розглянуто питання розробки Концепції створення інформаційної системи моніторингу процесу перевезення небезпечних вантажів автотранспортом в Україні. Цю систему слід розглядати як складову частину процесу європейської інтеграції України. Не зважаючи на те, що цей документ орієнтований саме на перевезення нафтопродуктів, з певними незначними змінами та доповненнями, його положення можуть бути масштабовані до рівня інформаційної системи, яка здійснює контроль за перевезеннями небезпечних вантажів усіма видами транспорту. Опрацьовані статистичні дані та нормативні документи Європейського Союзу, що регламентують вантажні транспортні перевезення. Висвітлено аналітичні висновки вивченого досвіду щодо впровадження інформаційно-аналітичних систем з обробки логістичних даних, а також розвитку і найближчих перспектив цифровізації даних процесів у фокусі Європейського досвіду.

Ключові слова: нафтопродукти, небезпечні вантажі, інформаційно-аналітична система, логістична система, перевезення нафтопродуктів

Постановка проблеми.

Відповідно до аналізу економічних показників країн Європи [1] в 2030 році ринок перевезення нафтопродуктів в Європі зменшиться до 16 млрд. доларів США, це зменшення на 5 млрд. доларів у порівнянні з 2019 роком.

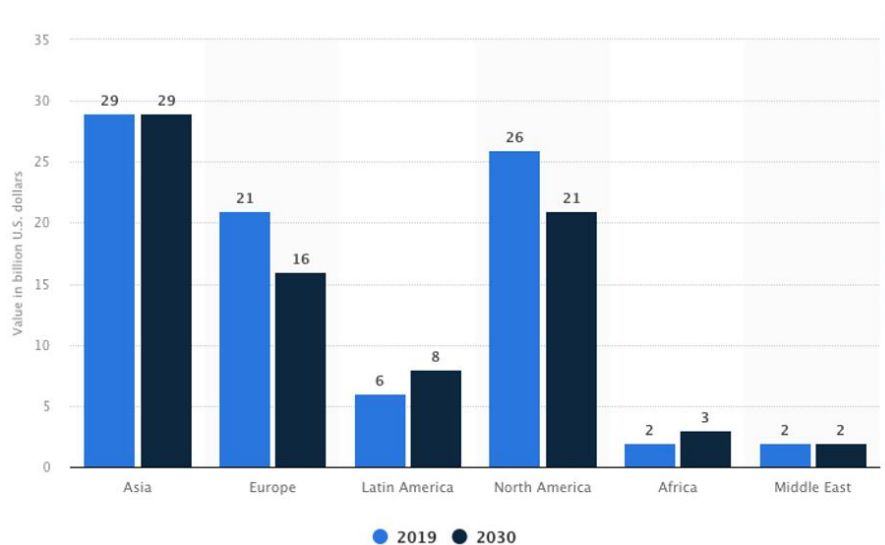


Рисунок 1. Прогнозована кількість транспортних перевезень нафтопродуктів

Загалом очікується що ринок нафтопродуктів зменшиться з 88 до 79 млрд. доларів США, в основному причиною цього буде зростання популярності електромобілів.

Це означає, що найближчі, роки кількість нафтопродуктів які використовуються у промисловості і у якості пального зменшиться не суттєво, а тому актуальність моніторингу транспортних перевезень нафтопродуктів теж залишається актуальною.

Про те, що нафтопродукти будуть лишатись домінуючим видом пального, говорить дослідження медіагрупи EURACTIV [2].

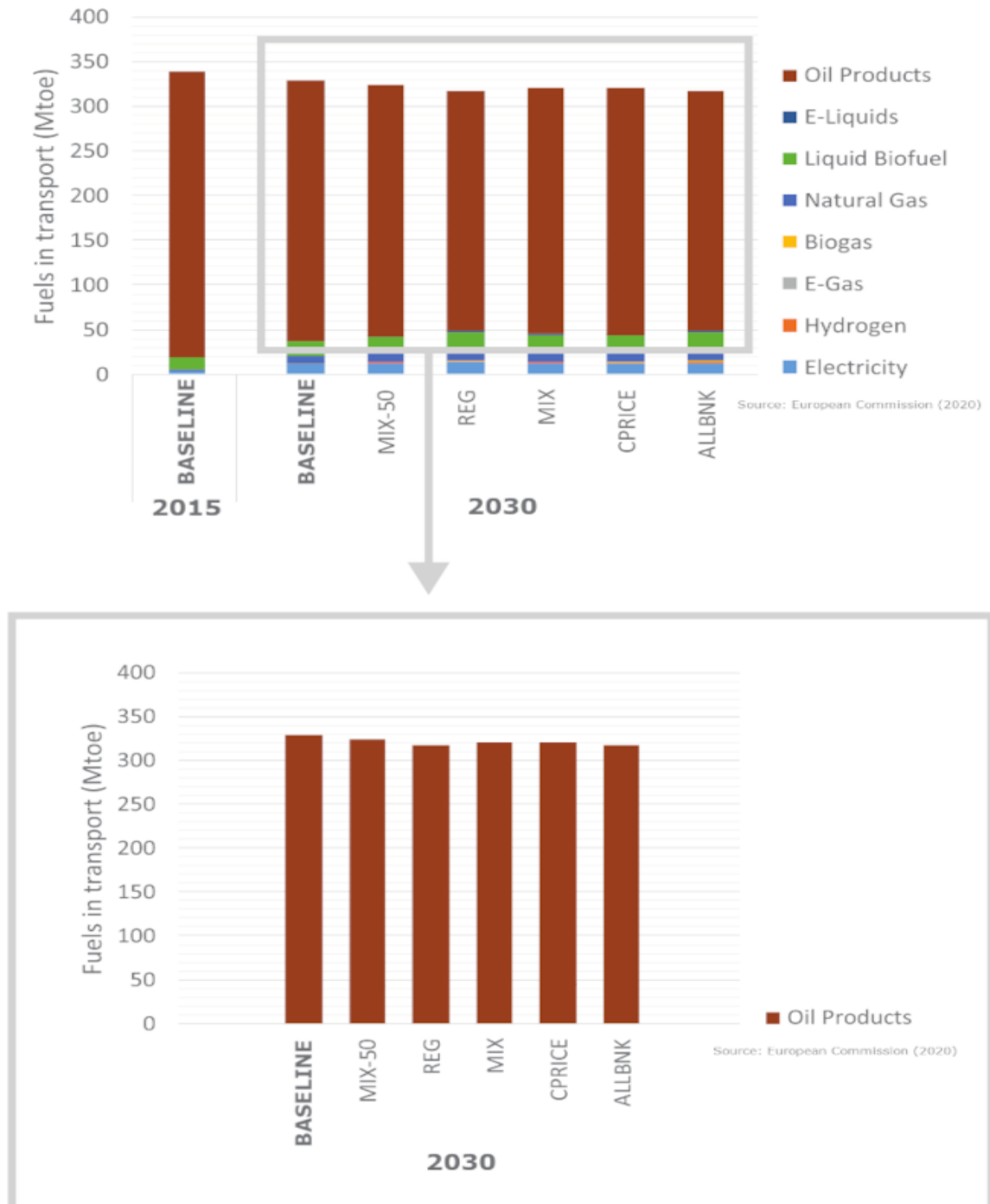


Рисунок 2. Частка нафтопродуктів серед інших видів палива. Прогноз на 2030 рік

Аналіз останніх досліджень.

Згідно з минулорічними дослідженнями [3] європейські транспортні перевезення знаходяться на стадії стабілізації після суттєвого економічного спаду під час пандемії COVID-19. Багато виробництв та підприємств у 2020 році або припинили роботу або зменшили обсяги робіт, таким чином 2021 рік став роком відновлення. Також негативний вплив на економічну складову має зростання цін на транспортні перевезення в Європі.

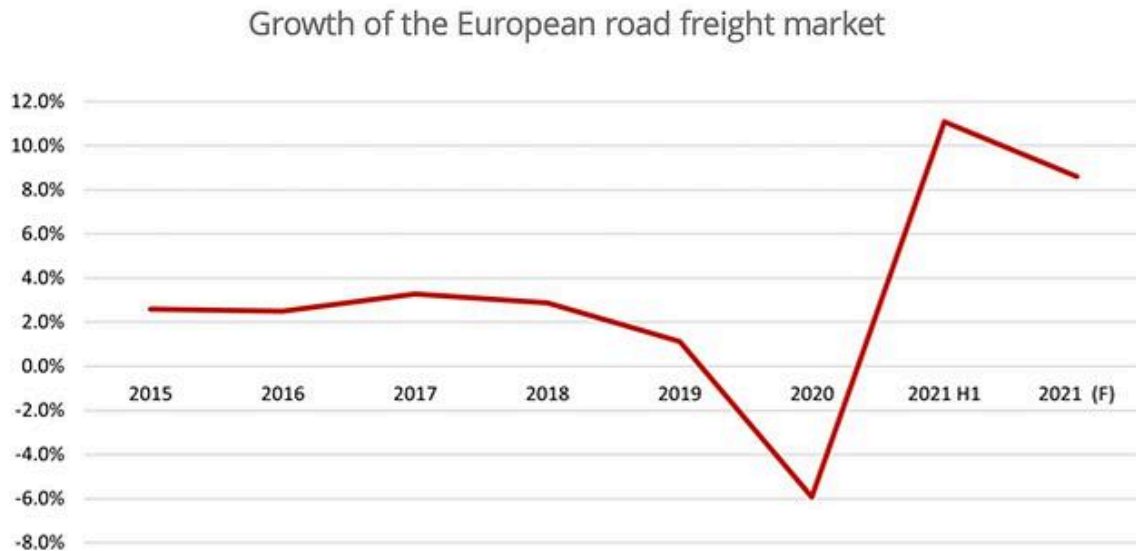


Рисунок 3. Зростання європейських транспортних перевезень

За словами Європейських спеціалістів [4] подальша діджиталізація транспортних перевезень матиме позитивний вплив на їх якість та на зменшення загроз оточуючому середовищу, що в нашому випадку досить актуально, так як аварії за участі транспортних засобів що транспортують нафтопродукти становлять небезпеку для екосистем.

Інтелектуальні транспортні системи (Intelligent transport systems) – це інформаційні та комунікативні технології які застосовуються на транспорті та дорожній інфраструктурі для управління трафіком. Це системи до складу яких входять комп'ютери, радіоелектронні пристрої, сенсори та датчики, засоби зв'язку та супутники.

Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) дозволяють регулювати дорожній рух за різноманітних обставин, гнучко адаптуються до зміни обстановки та непередбачених обставин.

Впровадження ІТС підтримується Європейським Союзом, що дозволяє країнам-членам розраховувати на фінансову підтримку для впровадження таких проєктів на своїй території. Варто відзначити що більше ніж 500 млн. євро з фонду Connecting Europe Facility виділяється на інтелектуальні транспортні системи. Connecting Europe Facility – це оновлена програма Європейського парламенту для інвестицій в транспортну інфраструктуру, транспортні, цифрові і енергетичні проєкти на період 2021-2027 років [5].

В [6] зазначається, що перевезення небезпечних вантажів включає в себе різноманітних стейкхолдерів (зацікавлених сторін) таких як вантажовідправники, вантажоперевізники, регулюючі органи та *аварійно-рятувальні служби*. Обмін даними між цими стейкхолдерами, наприклад транспортною документацією, є ключовим елементом у процесі транспортування небезпечних вантажів по автомобільним

дорогам. Більше того, у разі дорожньо-транспортної пригоди, може виникнути ситуація коли відновлення транспортної документації та інших важливих даних буде неможливим. Як наслідок, децентралізований доступ до документації через портативні електронні пристрої може зменшити час реагування під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації. По факту транспортування небезпечних вантажів повинно здійснюватись на основі відповідних дозвільних документів де в тому ж числі повинен бути детальний опис небезпечної речовини з повною її характеристикою. Документація повинна відповідати нормативній базі яка регламентує перевезення небезпечних вантажів у залежності від виду транспортного засобу. Таким чином виникає необхідність у створенні спеціалізованих сервісів (програмних продуктів) метою яких є дематеріалізація транспортної документації з метою забезпечення доступу до неї усіх зацікавлених сторін. Розробка таких сервісів різко зменшить час на виявлення та виправлення можливих помилок або час на доступ до необхідної документації.

Постановка задачі та її розв'язання.

Супутниковий моніторинг транспорту являє собою програмно-апаратний комплекс, що складається з трьох основних елементів:

1. GPS GSM трекер – основа системи управління транспортом GPS;
2. Сервер збирання даних;
3. Клієнтське програмне забезпечення (особистий кабінет або безпосередньо сама система транспортного контролю).

В основі системи GPS стеження є принцип прийому-передачі даних який полягає в аналізі просторових і часових координат транспортного засобу. Для цього використовується gps gsm трекер, встановлений на автомобілі. З його допомогою інформація збирається і передається на сервер системи моніторингу для подальшої обробки.

Існує два варіанти моніторингу:

- онлайн — з дистанційним передаванням координатної інформації;
- оффлайн — інформація зчитується по прибутті на диспетчерський пункт.

На транспортному засобі необхідно встановити мобільний модуль, що складається з приймача супутникових сигналів та модулів зберігання і передавання даних координат. Програмне забезпечення мобільного модуля отримує координатні дані від приймача сигналів, записує їх у модуль зберігання і по можливості передає за допомогою модуля передачі.

Модуль передачі дозволяє передавати дані, використовуючи бездротові мережі операторів мобільного зв'язку. Отримані дані аналізуються і видаються користувачу в текстовому вигляді, графічному або з використанням картографічної інформації.

В оффлайн варіанті відсутня необхідність дистанційного передавання даних. Це дозволяє використовувати дешевші мобільні модулі і відмовитися від послуг операторів мобільного зв'язку.

Пристрій для збору і передачі даних, є ключовим елементом, на якому заснована будь-яка система GPS моніторингу і називається GPS-трекером.

Принцип роботи GPS-трекера заснований на зборі даних про місцезнаходження об'єкта, його швидкості, стані підключених до нього датчиків. Зібрана інформація передається через мобільний інтернет на сервер GPS моніторингу для подальшої обробки та відображення її в особистому кабінеті [7,8].

Основною відмінністю спеціально розробленого програмного забезпечення GPS-трекера, за допомогою якого дані обробляються і передаються на сервер, є його можливість передачі даних у два потоки. Один з каналів використовується для передачі інформації про останні зміни координат, швидкості, підключених датчиків і зміни вхідних даних з них. Другий потік обробляє необроблену інформацію за допомогою

спеціалізованих фільтрів, позбавляючись від періодично відправленої необхідної інформації.

Ця концепція GPS-трекера дозволяє досягти:

- правильне графічне відображення маршруту;
- відсутність багатьох неіснуючих зупинок;
- надійний контроль за позиціонуванням автомобіля.

GPS GSM трекер та контролери мають наступні можливості:

- обчислювати власне місце розташування, швидкість і напрямок руху на підставі сигналів супутників систем глобального позиціонування;
- підключати зовнішні датчики через аналогові або цифрові входи;
- зчитувати дані з бортового обладнання, що має послідовний порт або більш спеціалізований інтерфейс CAN;
- зберігати певний обсяг даних у внутрішній пам'яті на період відсутності зв'язку;
- передавати отримані дані на серверний центр, де відбувається їх опрацювання;
- здійснювати моніторинг швидкості транспортного засобу;
- визначати кількість видимих супутників;
- використовувати GSM сигнал.

Отриману інформацію сервер зберігає в базі даних, тут вона може зберігатися протягом визначеного часу. Доступ до даних здійснюється через особистий кабінет користувача в межах розробленого програмного забезпечення, або безпосередньо через браузер в режимі on-line. Дані з системи GPS стеження за об'єктом спостереження можуть бути доступні у формі графіку та звітної таблиці.

Ці та інші фактори дозволять значно оптимізувати роботу щодо збору та отримання інформації та максимально швидко інформувати користувача про стан вантажу, місце знаходження транспортного засобу та маршрут його слідування і досягти максимального ефекту від установки трекера в автомобілі, що перевозить небезпечний вантаж.

Здійснення моніторингу за процесом перевезення нафти та нафтопродукту.

Головною метою таких систем є автоматизація процесу моніторингу пересування транспортного засобу й оптимізації часу на реагування у випадку надзвичайної ситуації [9].

Створення певного програмного продукту, з головним модулем «Єдиного аналітичного центру транспортного моніторингу», дозволить аналізувати результати показників існуючих облікових систем транспортного забезпечення за будь-який період та формувати необхідні звіти, на основі обміну даних між серверами транспортних компаній та центром прийняття рішень направлених на дотримання пожежної і техногенної безпеки під час всього процесу транспортування вантажу.

Технічне рішення яке буде використовувати інформаційні показники з необхідних модулів на транспортному засобі дозволить аналізувати потрібні параметри за певний період часу та формувати сигнал про пересування місце зупинки, та маршрут пересування транспортного засобу з метою надання цієї інформації користувачу [10, 11].

Навігація по головному модулю складається з кроків, де для пересування на кожен наступний крок, потрібно налаштувати/обрати певні параметри. Таким чином, головною вхідною інформацією для продовження роботи з системою слугує експорт звітності із системи супутникового моніторингу та параметри для аналізу.

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}, \quad (1)$$

Вихідною інформацією, у свою чергу є звітність та візуалізація інформації за допомогою графіків та точки позиціонування на мапі.

Програма може вести дворівневий моніторинг:

- перший рівень, для клієнтів транспортної компанії та групи аналітиків - ефективність організації транспортного забезпечення;
- другий рівень - для аналітичної групи системи забезпечення пожежної та техногенної безпеки під час перевезення небезпечних вантажів – спостереження за маршрутами пересування транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі та місця їх зупинок.

Моніторингу підлягають:

- необхідні транспортній компанії параметри, щодо витрат на транспортне забезпечення та аудит пробігів транспортних засобів;
- місця геопозиціонування під час руху та зупинок транспортного засобу, а також рівень нафти та нафтопродукту в цистерні.

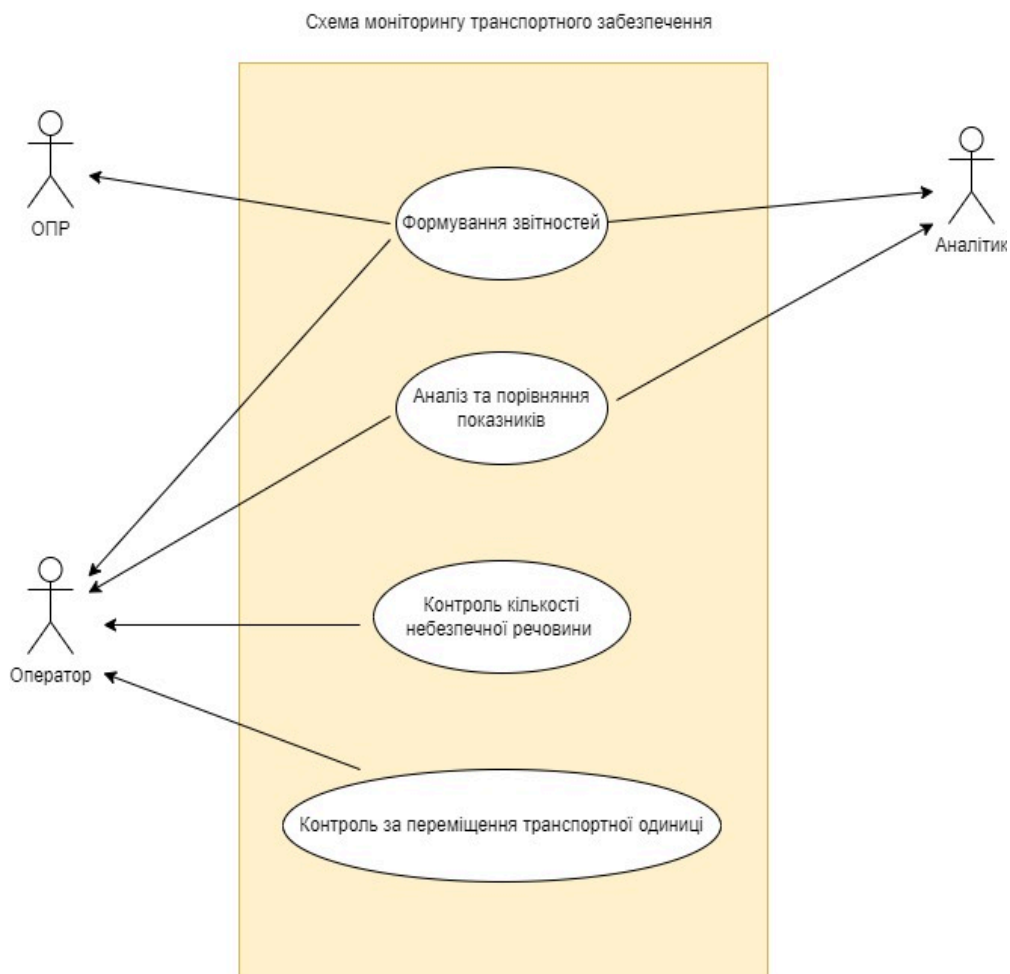


Рисунок 4. Схема моніторингу транспорту

При аналізі інформації, яка надходить на виділений сервер від обладнання встановленого на автомобілях, ведеться порівняння маршрутів слідування за дорожніми листами і показниками системи навігації, виявляються випадки можливої зміни маршруту слідування, або вибору водієм неналежного місця зупинки, що може бути небезпечно для населення певних населених пунктів в разі можливого витоку речовини через розгерметизацію цистерни, або виникнення аварії більшого масштабу. Алгоритм

роботи оператора системи монітору, роль якого може виконувати програмне забезпечення, аналітика та особи, яка приймає рішення зображено на рисунку 4. Кінцевою метою такої системи моніторингу є формування звітності доступної для аналітика системи та особи яка приймає рішення спираючись на інформацію зі звітів.

Нововведення, яке може бути впроваджено за допомогою новоствореного програмного продукту, або іншого методу отримання інформації із сервера транспортної компанії, це можливість вести аналітичну роботу по прогнозуванню виникнення пожежо- та техногенно-небезпечних ситуацій на дорогах під час перевезення небезпечних вантажів автотранспортом та оцінки ризиків у разі виникнення такої ситуації, аналізувати можливі наслідки та застосовувати превентивні міри, щодо їх недопущення, а також оперативно реагувати на будь-яку аварію, що може статися, враховуючи небезпечність вантажу.

Нова технологія аналізу створить нові можливості для отримання та обробки даних, а також прийняття оперативних рішень задля зменшення рівня небезпеки під час транспортування нафти та нафтопродуктів автотранспортом.

Інтеграція даних в системі моніторингу

У даній системі інтеграції даних дані залишаються у власників і навіть місцезнаходження даних невідомо. При запиті відбувається звернення до певних сервісів, які пов'язані з джерелами, де знаходиться інформація і її конкретну адресу.

Інтеграція даних об'єднує інформацію з кількох джерел таким чином, щоб її можна було показати користувачу у вигляді сервісу. Сервіс - це не запит в традиційному сенсі звернення до даних, це витяг деякої сутності (або сутностей), яке може бути виконане сервісом інтеграції через серію запитів і інших сервісів. Підхід такої архітектури концентрується, в першу чергу, на визначенні та спільному використанні в формі сервісів щодо обмеженої кількості найважливіших функцій в компанії. Отже, даний інтерфейс має бути на обмеженій кількості запитів на інформацію, яку необхідно отримати.

Загальна схема отримання даних із систем супутникового моніторингу виглядає наступним чином:

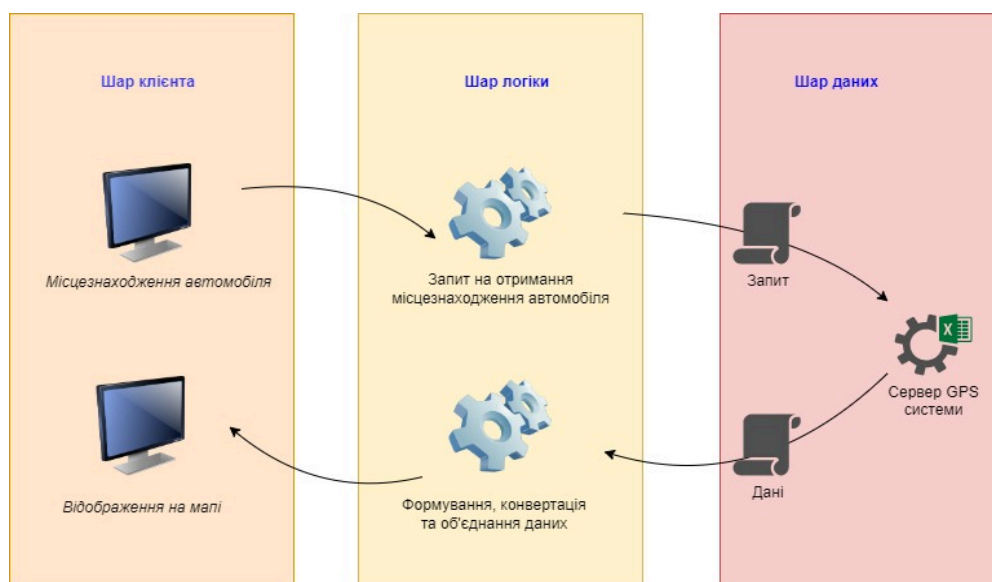


Рисунок 5. Схема отримання даних, в якій через шар клієнта задається команда, шар логіки формує та здійснює відповідні запити на отримання тих, чи інших даних, а шар даних відповідно формує відповідь, шляхом виконання переліку завдань: конвертація, об'єднання, упаковка та інше.

Висновки.

Проведені дослідження свідчать про необхідність та перспективність розробки автоматизованої системи моніторингу процесу перевезення нафти та нафтопродуктів територією України. Вони також показують можливості більш швидкого реагування на можливі надзвичайні ситуації на дорогах зменшуючи роль людського фактора в процесі прийняття рішень у формуванні керуючих впливів на процес перевезення нафти та нафтопродуктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Global road transportation for fuel value pool by region in 2019 and 2030, based on EBITDA equivalent. URL: <https://www.statista.com/statistics/1300588/global-road-transportation-for-fuel-value-pool-by-region/> (дата звернення: 20.09.2022).
2. Oil will still drive Europe's cars by 2030, data show. URL: <https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/oil-will-still-drive-europes-cars-by-2030-data-show/> (дата звернення: 20.09.2022).
3. In 2021 European road freight transport continued the recovery that had begun in the second half of 2020 but has failed to return to pre-pandemic levels. URL: <https://market-insights.upply.com/en/2021-review-of-road-transport-in-europe> (дата звернення: 20.09.2022).
4. EU official: Road digitalisation will lead to safer and greener highways. URL: <https://www.euractiv.com/section/road-safety/interview/eu-official-road-digitalisation-will-lead-to-safer-and-greener-highways/> (дата звернення: 20.09.2022).
5. €30 billion for infrastructure projects connecting EU regions. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20210701IPR07504/EU30-billion-for-infrastructure-projects-connecting-eu-regions> (дата звернення: 20.09.2022).
6. Electronic ADR Transport Document Management Micro-Service for Hazmat Transportation. URL: https://www.researchgate.net/publication/325056424_Electronic_ADR_Transport_Document_Management_Micro-Service_for_Hazmat_Transportation (дата звернення: 20.09.2022).
7. Трекер ProfGSP – це універсальне рішення, яке можна встановити на наступні види обладнання. URL: <https://profgps.ua/gps-treker-2/> (дата звернення: 20.09.2022).
8. Богуш В. М. Інформаційна безпека : термінологічний навч. довідник / В. М. Богуш, В. Г. Кривуца, А. М. Кудін ; за ред. В. Г. Кривуци. — К. : Д.В.К., 2004. — 508 с.
9. Крижановський Є. М. Інформаційна технологія автоматизованого інтегрування математичних моделей у геоінформаційні системи моніторингу поверхневих вод / Є. М. Крижановський, В. Б. Мокін // Збірник наукових статей II Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю, (23—26.09.2009). — Вінниця : Вінницький нац. техн. ун-т, 2009. — С. 154—157.
10. Дендаренко В.Ю. Адаптивне формування технології моніторингу пожежної безпеки з багаторівневим перетворенням інформації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 „Інформаційні технології” / В.Ю. Дендаренко — Черкаси, 2013. — 20 с.
11. Крюков А.О. Інтелектуальна система управління транспортним забезпеченням енергетичної компанії: маг. дис. / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. — 94 с.

REFERENCES

1. Global road transportation for fuel value pool by region in 2019 and 2030, based on EBITDA equivalent. URL: <https://www.statista.com/statistics/1300588/global-road-transportation-for-fuel-value-pool-by-region/> (дата звернення: 20.09.2022).
2. Oil will still drive Europe's cars by 2030, data show. URL: <https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/oil-will-still-drive-europes-cars-by-2030-data-show/> (дата звернення: 20.09.2022).
3. In 2021 European road freight transport continued the recovery that had begun in the second half of 2020 but has failed to return to pre-pandemic levels. URL: <https://market-insights.upply.com/en/2021-review-of-road-transport-in-europe> (дата звернення: 20.09.2022).
4. EU official: Road digitalisation will lead to safer and greener highways. URL: <https://www.euractiv.com/section/road-safety/interview/eu-official-road-digitalisation-will-lead-to-safer-and-greener-highways/> (дата звернення: 20.09.2022).
5. €30 billion for infrastructure projects connecting EU regions. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20210701IPR07504/EU30-billion-for-infrastructure-projects-connecting-eu-regions> (дата звернення: 20.09.2022).
6. Electronic ADR Transport Document Management Micro-Service for Hazmat Transportation. URL: https://www.researchgate.net/publication/325056424_Electronic_ADR_Transport_Document_Management_Micro-Service_for_Hazmat_Transportation (дата звернення: 20.09.2022).
7. Трекер ProfGSP – це універсальне рішення, яке можна встановити на наступні види обладнання. URL: <https://profgps.ua/gps-treker-2/> (дата звернення: 20.09.2022).
8. Богуш В. М. Інформаційна безпека : термінологічний навч. довідник / В. М. Богуш, В. Г. Кривуца, А. М. Кудін ; за ред. В. Г. Кривуци. — К. : Д.В.К., 2004. — 508 с.
9. Крижановський Є. М. Інформаційна технологія автоматизованого інтегрування математичних моделей у геоінформаційні системи моніторингу поверхневих вод / Є. М. Крижановський, В. Б. Мокін // Збірник наукових статей II Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю, (23—26.09.2009). — Вінниця : Вінницький нац. техн. ун-т, 2009. — С. 154—157.
10. Дендаренко В.Ю. Адаптивне формування технології моніторингу пожежної безпеки з багаторівневим перетворенням інформації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 „Інформаційні технології” / В.Ю. Дендаренко — Черкаси, 2013. — 20 с.
11. Крюков А.О. Інтелектуальна система управління транспортним забезпеченням енергетичної компанії: маг. дис. / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорсько», 2019. – 94 с.

Vladyslav DENDARENKO, candidate of technical science, docent,

Maksym UDOVENKO,

*Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes
of National University of Civil Protection of Ukraine*

AUTOMATION OF PROCESSES DURING THE TRANSPORTATION OF OIL AND OIL PRODUCTS

Under the current conditions of the development of logistics capabilities in Ukraine and the countries of the European Union, the share of transportation of particularly dangerous goods by road remains considerable. It is important for emergency services of any

country to receive information about cargo tracking online. The article deals with the development of the Concept of creating an information system for monitoring the process of transportation of dangerous goods by motor vehicles in Ukraine. This system should be considered as an integral part of the process of European integration of Ukraine. Despite the fact that this document is focused specifically on the transportation of petroleum products, with certain minor changes and additions, its provisions can be scaled to the level of an information system that controls the transportation of dangerous goods by all types of transport. Statistical data and regulatory documents of the European Union regulating freight transportation have been developed. Analytical conclusions of the studied experience regarding the implementation of information and analytical systems for the processing of logistics data, as well as the development and nearest prospects of the digitalization of process data in the focus of the European experience, are highlighted.

Key words: *dangerous goods, information and analytical system, logistics system, transportation of oil products*