

УДК 504.06:004:629.33:629.3.05

UDC 504.06:004:629.33:629.3.05

## **ОСОБЛИВОСТІ МОНИТОРИНГУ І КОНТРОЛЮ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ І ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В УМОВАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ**

*Матейчик В.П.*, доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

*Цюман М.П.*, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

*Смешек М.*, доктор технічних наук, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

## **FEATURES OF MONITORING AND CONTROL OF ENVIRONMENTAL SAFETY INDICATORS OF VEHICLES AND TRAFFIC FLOWS IN INTELLIGENT SYSTEMS CONDITIONS**

*Mateychik V.P.*, Dr. Sci., National Transport University, Kyiv, Ukraine

*Tsuman M.P.*, Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

*Smieszek M.*, dr hab. inż., Rzeszow University of Technology, Rzeszów, Poland

## **ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

*Матейчик В.П.*, доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

*Цюман Н.П.*, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

*Смешек М.*, доктор технических наук, Жешовская Политехника, Жешув, Польша

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах ринкової економіки важливу роль відіграє транспортне забезпечення господарської діяльності. На сьогоднішній день автомобільний транспорт забезпечує більше 70 % перевезень вантажів. Аналіз динаміки вантажних та пасажирських перевезень свідчить про інтенсивне зростання обсягів перевезень до 2008 року, після якого відбувався деякий спад обсягів перевезень, пов'язаний із наслідками світової економічної кризи. В Україні є розгалужена мережа автомобільних доріг загальною довжиною майже 170 тис. км до складу яких входять і 3 сухопутні міжнародні транспортні коридори, які характеризуються високою інтенсивністю руху понад 20000 авт/добу. Автомобільний парк нашої держави сьогодні налічує близько 10 млн. автомобілів. Такий стан справ у транспортно-дорожньому комплексі неминує призводить до негативних наслідків для навколишнього природного середовища, що проявляється у споживанні природних ресурсів, забрудненні атмосфери і літосфери шкідливими речовинами, створення високих рівнів шуму і вібрацій, руйнування ґрунтово-рослинного покриву. До найбільш негативних наслідків використання транспорту відносять забруднення атмосферного повітря газоподібними шкідливими речовинами та твердими частинками з відпрацьованими газами (ВГ) автомобілів: оксидом вуглецю, вуглеводневими сполуками, оксидами азоту, сажею. Статистичні дані свідчать про сотні тисяч тон викинутих в повітря речовин. Саме тому, показники паливної економічності і екологічної безпеки є сьогодні найбільш пріоритетними властивостями транспортних засобів (ТЗ), що визначають економічну ефективність та безпечність їх експлуатації, а також значною мірою впливають на рівень забруднення придорожнього середовища транспортними потоками (ТП).

З метою якісного управління транспортними процесами, зокрема їх безпекою та ефективністю, забезпечення якісного і своєчасного обслуговування і ремонту транспортних засобів, підвищення їх екологічної безпеки здійснюється відповідний моніторинг і контроль на транспорті. На різних етапах розвитку транспорту такий моніторинг здійснювався різними способами: спочатку візуальним з використанням штамп-годинників, із розвитком технічних засобів – автоматичним з використанням звичайних або електронних тахографів, трекерів, тощо. В сучасних умовах розвитку інформаційних технологій з'являється можливість здійснювати моніторинг і контроль на транспорті, використовуючи можливості сучасних засобів зв'язку і передачі інформації та комп'ютерної техніки, що дає можливість в автоматизованому або автоматичному режимі отримувати, обробляти і зберігати

великі обсяги інформації про режим руху ТЗ, його поточне місцезнаходження і технічний стан, показники екологічної безпеки ТЗ, тощо, з метою вирішення задач виробничої або технічної експлуатації. Такі системи моніторингу здобули назву інтелектуальних.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Питанням дослідження впливу на навколишнє середовище об'єктів дорожньої мережі, окремих ТЗ і ТП та способів підвищення їх екологічної безпеки, розробки методик дослідження і прогнозування екологічної безпеки окремих ТЗ та рівня забруднення придорожного середовища ТП, а також розробки систем екологічного моніторингу на транспорті присвячено численні роботи як вітчизняних, так і закордонних вчених: Гутаревича Ю.Ф., Луканіна В.Н., Трофименка Ю.В., Звонова В.А., Канила П.М. та інших [1-7].

Серед вітчизняних наукових робіт, присвячених дослідженням забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом та методам запобігання такому забрудненню, основоположними є роботи професора Гутаревича Ю.Ф. До результатів його досліджень [1] відноситься розробка системи «водій – автомобіль – дорога – середовище», що дозволяє здійснювати оптимізацію експлуатаційних факторів з метою зменшення забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом.

Особливої уваги заслуговують дослідження [2] виконані в Московському автомобільно-дорожньому інституті науковою школою професора В.М.Луканіна та продовжені професором Трофіменком Ю.В. Результати цих досліджень містять систематизовані кількісні оцінки викидів шкідливих речовин різними категоріями ТЗ, оцінки рівня забруднення навколишнього середовища міської території автомобільним транспортом, аналіз заходів, спрямованих на зменшення рівня забруднення атмосферного повітря ТЗ.

Питання підвищення екологічної безпеки транспортних засобів висвітлено у науковій праці [5]. В цьому дослідженні широко застосувались методи системного аналізу в для розробки математичної моделі системи «дорожній транспортний засіб», яка дозволяє оцінювати рівень екологічної безпеки та здійснювати вибір способів її підвищення для дорожніх транспортних засобів.

В працях [6, 7] висвітлені особливості побудови математичної моделі системи «транспортний потік - дорога» та питання формування окремих елементів інтелектуальної системи моніторингу (ІСМ) показників екологічної безпеки ТЗ на стадії експлуатації. Питання інтеграції окремих елементів ІСМ показників екологічної безпеки ТЗ з метою вирішення задач моніторингу і контролю рівня забруднення придорожного середовища транспортними потоками потребує додаткових досліджень.

**Метою статті** є аналіз особливостей моніторингу і контролю показників екологічної безпеки транспортних засобів і транспортних потоків в умовах інтелектуальних систем.

**Результати досліджень.** Склад і рівень технічного і програмного забезпечення інтелектуальних систем моніторингу суттєво залежить як від об'єктів моніторингу, так і від задач, що вирішуються за допомогою систем моніторингу. До об'єктів моніторингу на транспорті, зокрема, автомобільному, можна віднести окремі транспортні засоби та їх агрегати, транспортні підприємства та транспортні потоки. В залежності від виконуваних задач, серед інтелектуальних систем моніторингу транспорту, в першу чергу, можливо виділити системи моніторингу технічних показників транспортних засобів і транспортних потоків, таких як швидкість руху, режим руху, технічний стан транспортного засобу, склад транспортного потоку, тощо. З іншого боку, більш наукоємними є системи моніторингу екологічних показників транспортних засобів і транспортних потоків, внаслідок того, що ці показники суттєво залежать не тільки від експлуатаційних технічних показників транспортних засобів, а і від їх конструктивних особливостей.

Аналіз життєвого циклу транспортного засобу, зокрема, його основної частини – стадії експлуатації свідчить, що для ефективного управління виробничою і технічною експлуатацією ТЗ та його екологічною безпекою необхідно забезпечити оптимальне співвідношення вхідних і вихідних показників цих процесів протягом усього життєвого циклу: обсягів споживаного повітря, палива, експлуатаційних матеріалів, запасних частин, трудових та енергетичних ресурсів, виконаної транспортної роботи і утворених відходів. Для досягнення такої мети необхідне здійснення моніторингу і контролю як технічних параметрів ТЗ та їх агрегатів протягом життєвого циклу ТЗ, так і показників їх екологічної безпеки.

Враховуючи призначення та мету використання інтелектуальних систем моніторингу ТЗ і ТП в інтелектуальній системі моніторингу можливо виділити наступні підсистеми: підсистема отримання інформації, підсистема обробки і аналізу інформації, підсистема прогнозування, підсистема прийняття рішень (рис. 1).

Вхідною інформацією для системи моніторингу є дані про місцезнаходження і швидкість руху транспортного засобу, а також інформація про параметри робочих процесів окремих агрегатів транспортного засобу та їх можливі технічні несправності, зчитана з електронних блоків управління (ЕБК) цими агрегатами. Підсистема отримання інформації здійснює збір відповідної інформації за допомогою приймача супутникових навігаційних систем, наприклад, GPS-приймача, що функціонує в комплексі із відповідним орбітальним і наземним обладнанням, а також спеціалізованого адаптера зв'язку із бортовою системою транспортного засобу [8]. Обмін даними в режимі «запит-відповідь» із відповідними системами навігації або обладнанням транспортного засобу ініціює мобільний інформаційний пристрій (наприклад, смартфон, планшет, тощо) за допомогою відповідного програмного забезпечення. Отриманий обсяг інформації складає вихід підсистеми отримання інформації і передається з використанням станцій мобільного зв'язку до підсистеми обробки і аналізу інформації.

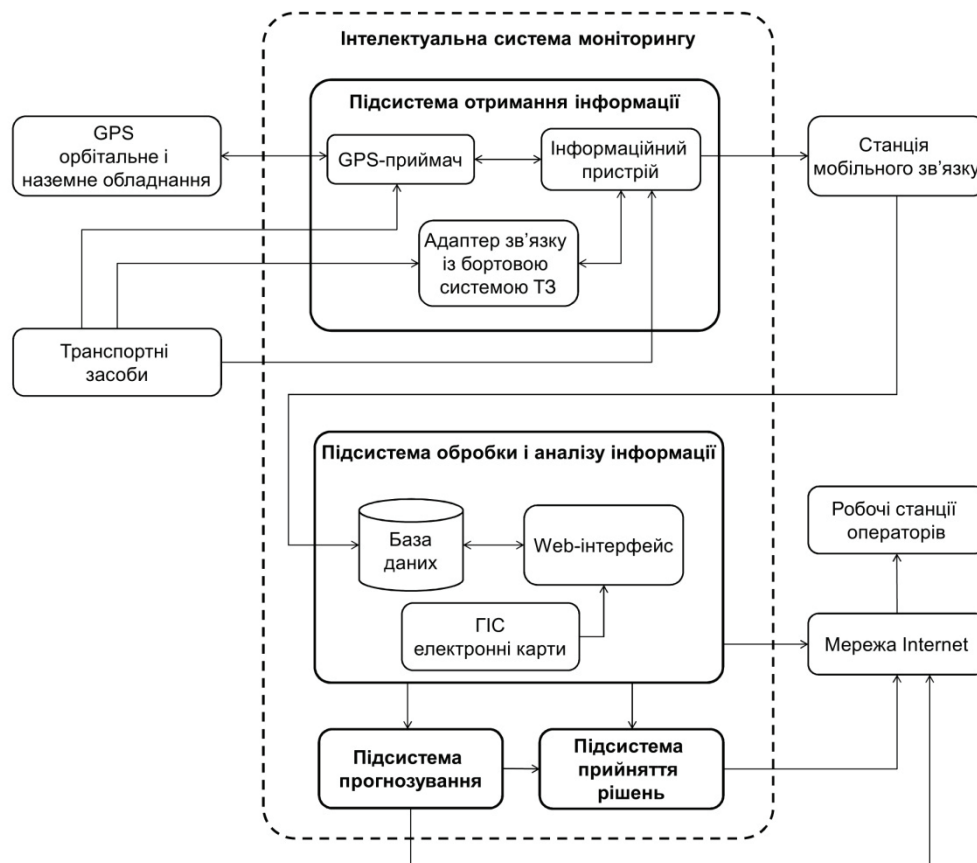


Рисунок 1 - Структура інтелектуальної системи моніторингу ТЗ і ТП

Підсистема обробки і аналізу інформації здійснює попередню обробку отриманої інформації про транспортний засіб та її аналіз, використовуючи відповідний математичний апарат, для визначення необхідних зведених показників об'єкту моніторингу, що дозволяють вирішити поставлені задачі. Наприклад, на основі визначення показників екологічної безпеки транспортних засобів або транспортних потоків, у відповідній системі моніторингу, здійснюється управління екологічною безпекою на транспорті. Зібрана і оброблена інформація зберігається в базі даних, доступ до якої можливий через Web-інтерфейс. Використання геоінформаційних систем у поєднанні із Web-інтерфейсом дає можливість віддаленого доступу до даних моніторингу у вигляді інформативних електронних карт.

На основі інформації, що міститься в базі даних, здійснюється прогнозування технічних або екологічних показників транспортних засобів і транспортних потоків та формування ефективних технічних рішень для поліпшення цих показників.

Усі отримані в інтелектуальній системі моніторингу показники доступні через мережу Internet авторизованим користувачам, наприклад операторам робочих станцій, що використовують отримані

дані для поліпшення експлуатаційних показників транспортних засобів, екологічної безпеки транспортних засобів і транспортних потоків, моніторингу стану придорожного середовища, тощо.

З метою аналізу основних процесів, що забезпечують роботу ІСМ, а також параметрів, необхідних для реалізації основних процесів ІСМ, розроблено модель функціонування інтелектуальної системи моніторингу і контролю ТЗ (рис. 2).

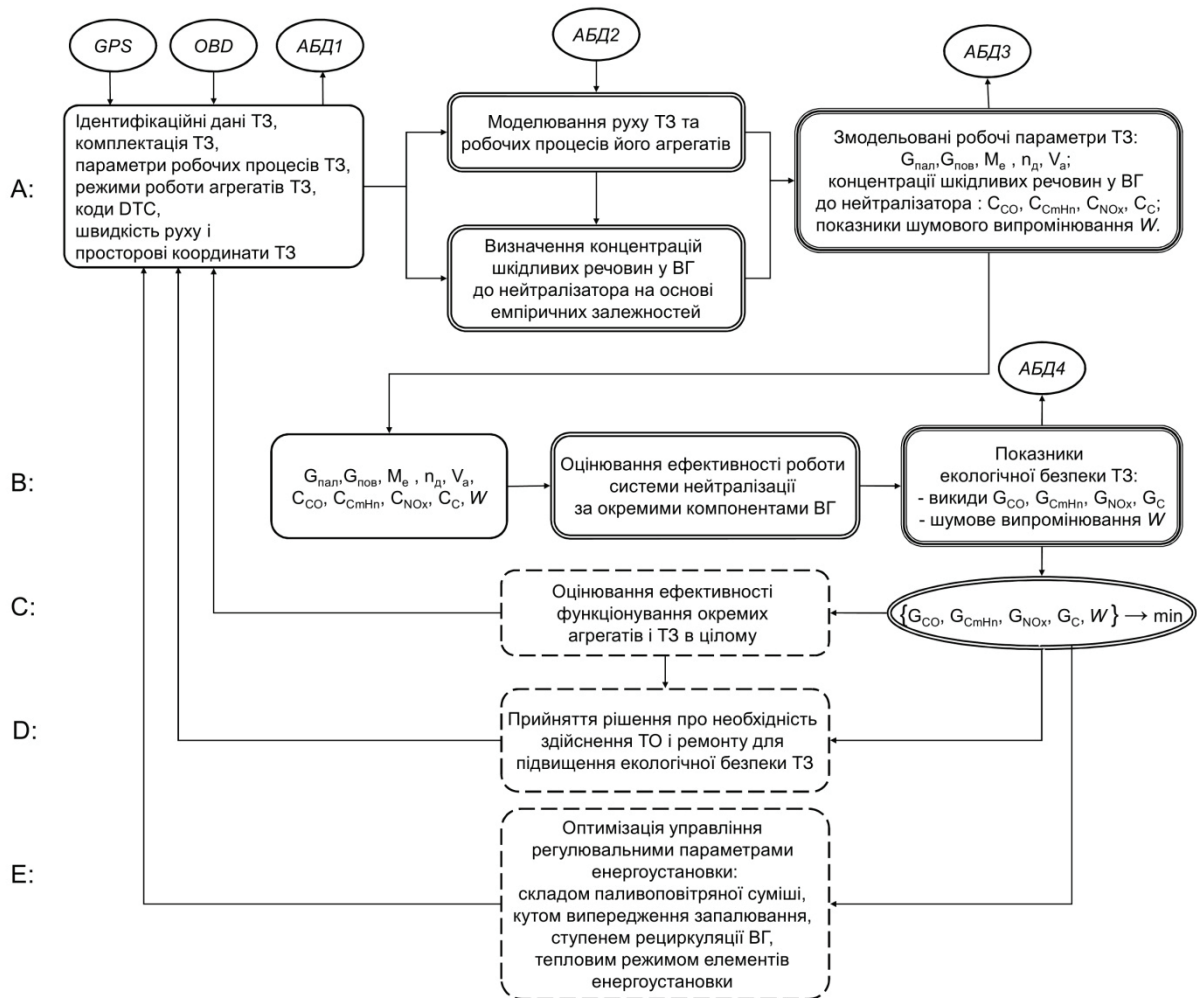


Рисунок 2 - Модель функціонування інтелектуальної системи моніторингу і контролю ТЗ

Вхідна інформація системи моніторингу (рівень А) передається з використанням станцій мобільного зв'язку до автоматизованої бази даних (АБД1) з метою її подальшої обробки.

Далі здійснюється інтелектуальна обробка отриманої технічна інформація про транспортний засіб. З цією метою, на основі ідентифікаційних даних із автоматизованої бази даних формується масив інформації про конструктивні параметри транспортного засобу та його агрегатів (АБД2) для здійснення моделювання руху транспортного засобу та робочих процесів його окремих агрегатів. На основі змодельованих робочих параметрів транспортного засобу в процесі його руху, зокрема, поточних годинних витрат палива  $G_{\text{пал}}$  і повітря  $G_{\text{пов}}$ , крутного моменту  $M_e$  і частоти обертання  $n_d$  колінчастого валу двигуна, швидкості автомобіля  $V_a$ , тощо, а також на основі зчитаних із бортової системи транспортного засобу даних, з використанням емпіричних залежностей визначаються концентрації нормованих шкідливих речовин у відпрацьованих газах перед нейтралізатором, зокрема, оксиду вуглецю  $C_{\text{CO}}$ , вуглеводнів  $C_{\text{CmHn}}$ , оксидів азоту  $C_{\text{NOx}}$ , твердих частинок (сажі)  $C_c$ , тощо, та показники шумового випромінювання  $W$  транспортного засобу. В результаті, на виході рівня А, отримується масив змодельованих та зчитаних з бортової системи транспортного засобу його робочих параметрів та отриманих на їх основі екологічних показників без врахування нейтралізації шкідливих речовин системою нейтралізації відпрацьованих газів. Ці дані також зберігаються у автоматизованій базі даних (АБД3) і є входом наступного рівня В в моделі функціонування інтелектуальної системи моніторингу і контролю транспорту.

На рівні *B*, на основі отриманих на попередньому функціональному рівні даних, здійснюється оцінювання ефективності роботи системи нейтралізації відпрацьованих газів за їх окремими компонентами. В результаті цього, визначаються показники екологічної безпеки транспортного засобу, зокрема, масові викиди оксиду вуглецю  $G_{CO}$ , вуглеводнів  $G_{CmHn}$ , оксидів азоту  $G_{NOx}$ , твердих частинок (сажі)  $G_C$ , шумове випромінювання  $W$ , які також зберігаються у автоматизованій базі даних (АБД).

Функціональні рівні *C*, *D*, *E* являють собою зворотні зв'язки інтелектуальної системи моніторингу, що забезпечують управління експлуатаційними параметрами і технічною експлуатацією транспортного засобу з метою забезпечення мінімальних викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами та мінімального шумового випромінювання транспортного засобу. Так, зворотний зв'язок рівня *C* забезпечує оцінювання ефективності функціонування окремих агрегатів і транспортного засобу в цілому на основі порівняння змодельованих та зчитаних з бортової системи транспортного засобу його робочих параметрів та отриманих на їх основі екологічних показників. На основі величини розбіжності між змодельованими і зчитаними з бортової системи транспортного засобу показниками можливо оцінити дійсний технічний стан транспортного засобу і його вплив на показники екологічної безпеки. Враховуючі це, зворотний зв'язок рівня *D* забезпечує ефективне управління технічною експлуатацією транспортного засобу на основі прийняття рішень про необхідність здійснення технічного обслуговування (ТО) або ремонту транспортного засобу для підвищення його екологічної безпеки. Крім того, зворотний зв'язок рівня *E* забезпечує оптимізацію управління регульовальними параметрами енергоустановки транспортного засобу, такими як склад паливоповітряної суміші, кут випередження запалювання, ступінь рециркуляції відпрацьованих газів, тепловий режим елементів енергоустановки для забезпечення максимальної екологічної безпеки транспортного засобу.

Розроблена модель функціонування інтелектуальної системи моніторингу і контролю ТЗ є основою для інтеграції математичного апарату системи моніторингу з відповідним програмним і технічним забезпеченням з метою вирішення задач ефективної експлуатації ТЗ, підвищення екологічної безпеки ТЗ і ТП.

Основу ІСМ показників екологічної безпеки ТЗ і ТП складає підсистема обробки і аналізу інформації (рис. 3). У цій підсистемі на основі первинної інформації від ЕБК про параметри робочих процесів агрегатів ТЗ, що являють собою вхідні параметри математичної моделі руху ТЗ, відбувається моделювання цих робочих процесів та руху ТЗ, а також аналіз отриманих вихідних параметрів з використанням зворотних зв'язків по окремих вхідних параметрах: годинних витратах палива і повітря, ефективності нейтралізації і швидкості руху ТЗ. Значення викидів шкідливих речовин двигуном і шумового випромінювання ТЗ, отримані в моделі, є показниками екологічної безпеки ТЗ.

Вхідні параметри математичної моделі руху ТЗ, містить наступні дані:

- ідентифікаційні дані транспортного засобу;
- поточні параметри робочих процесів агрегатів транспортного засобу;
- відомості про наявні і використовувані датчики робочих параметрів;
- поточні характерні режими роботи агрегатів транспортного засобу;
- поточні величини виміряних електричних сигналів датчиків робочих процесів;
- поточні коди технічних несправностей агрегатів.

На основі отриманих підсистемами отримання та обробки і аналізу інформації технічних параметрів ТЗ та його агрегатів та показників екологічної безпеки ТЗ формується база даних параметрів ТЗ (рис. 4) протягом усього його життєвого циклу починаючи з першого дня експлуатації. Крім того, база даних містить блок конструктивних параметрів ТЗ і його агрегатів, де зберігається інформація, яка забезпечує моделювання руху ТЗ в підсистемі обробки і аналізу інформації. Параметри цього блоку автоматично вибираються для конкретного ТЗ на основі ідентифікаційних даних, зчитаних підсистемою отримання інформації.

Формування бази даних відбувається в автоматичному режимі з моменту пуску двигуна ТЗ. Наприклад, на рис. 5 представлено графічний фрагмент масиву робочих параметрів двигуна ВАЗ-21114 в режимі прогріву під час холостого ходу. До основних робочих параметрів двигуна в цьому режимі відносяться: частота обертання колінчастого валу  $n_a$ , температура охолоджуючої рідини  $t_{охр}$ , кут випередження запалювання  $\vartheta$ , коефіцієнт надлишку повітря  $\alpha$ , годинна витрата повітря  $G_{пов}$ . Всі робочі параметри, крім коефіцієнта надлишку повітря  $\alpha$ , отримано безпосередньо від бортової системи контролю двигуна.

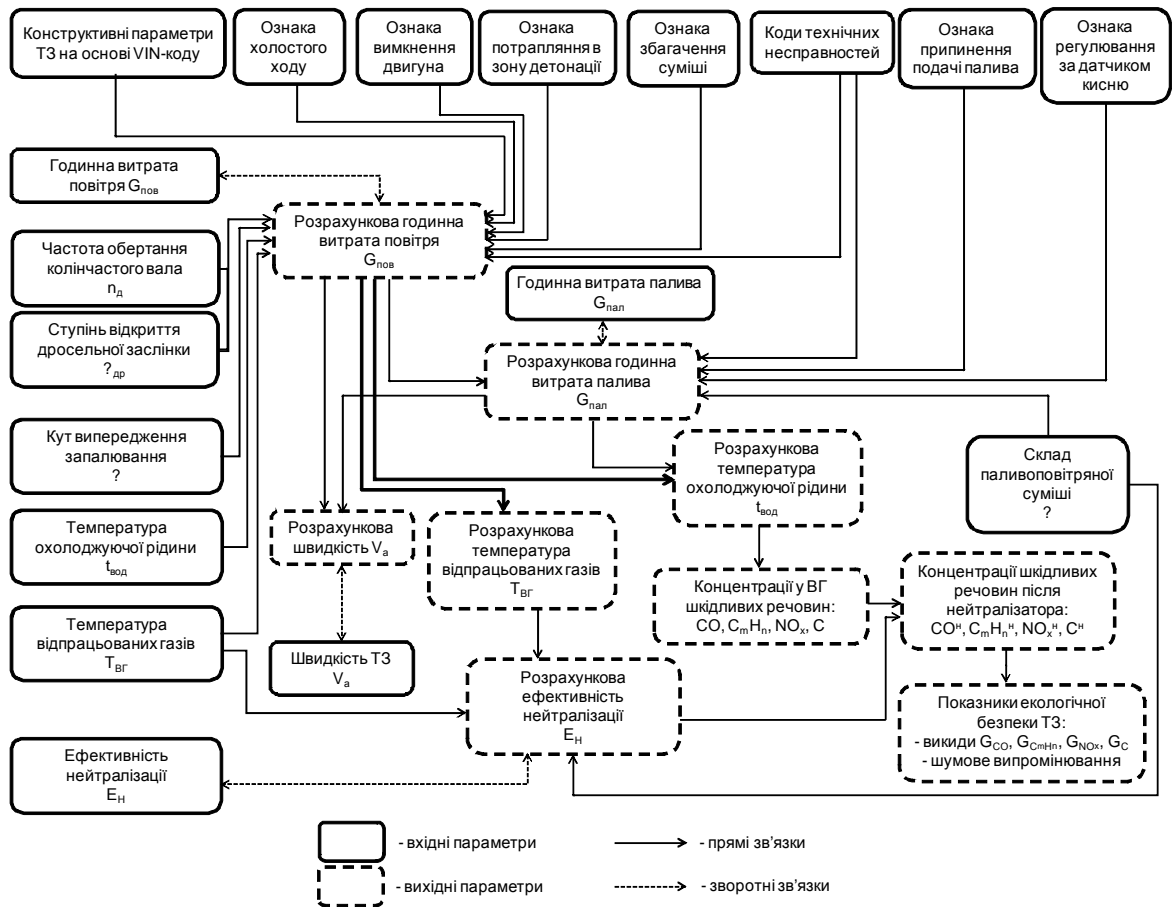


Рисунок 3 – Структура підсистеми обробки і аналізу інформації в ICM показників екологічної безпеки ТЗ



Рисунок 4 - Структура автоматизованої бази даних ICM показників екологічної безпеки ТЗ

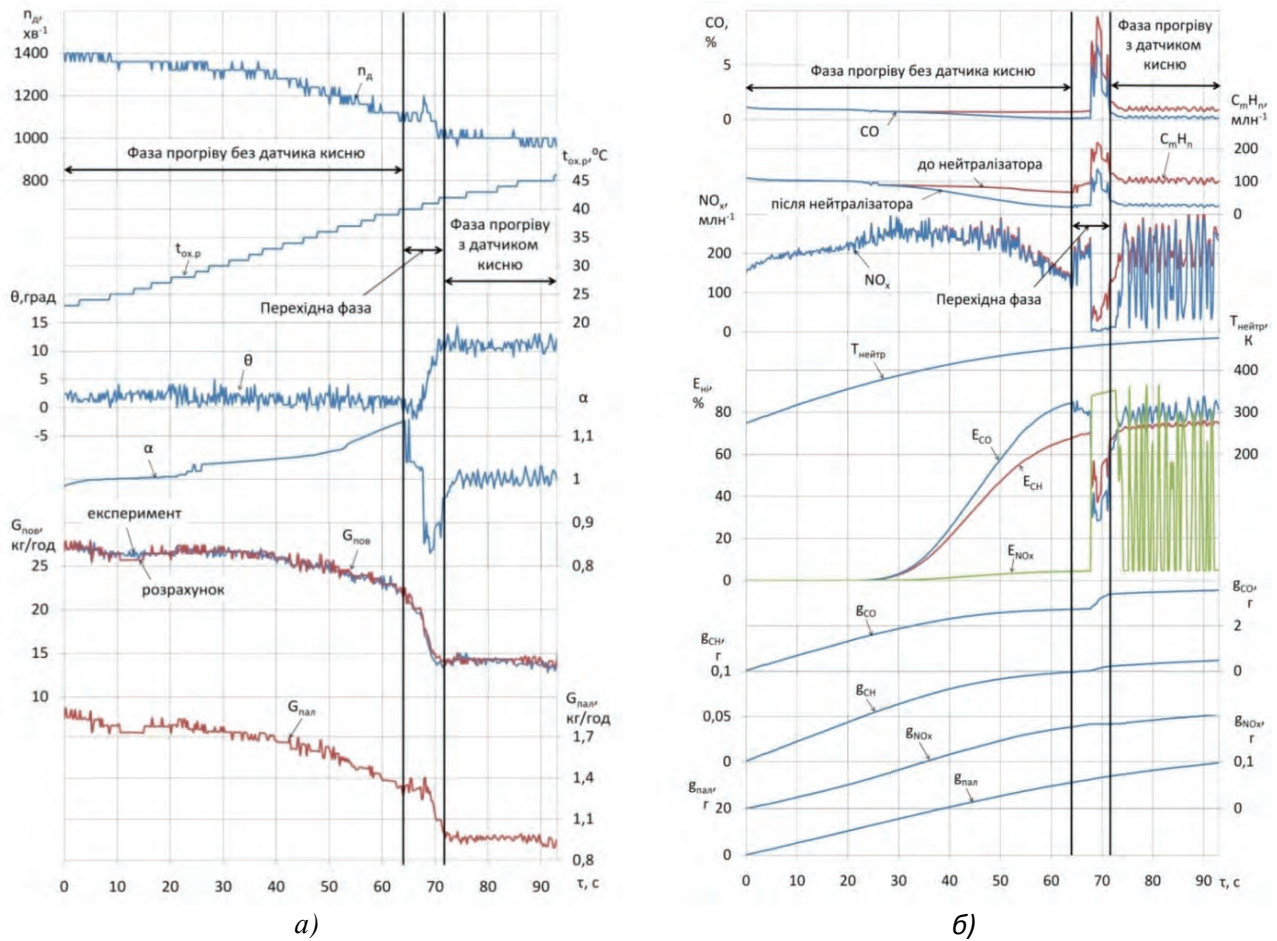


Рисунок 5 - Графічний фрагмент масиву робочих параметрів двигуна ВАЗ-21114 в режимі прогріву під час холостого ходу:  
 а) робочі параметри двигуна  
 б) витрата палива та шкідливі викиди

Значення  $\alpha$  визначено розрахунковим шляхом в залежності від вихідної напруги датчика кисню, що отримується від ЕБК, та температури активного елемента датчика, що залежить від температури відпрацьованих газів та активності електронагрівального елемента. Отримані значення  $\alpha$  і  $G_{пов}$  є підставою для визначення годинної витрати палива  $G_{пал}$ .

Аналіз отриманих параметрів (рис.5, а) дозволяє визначити три основні фази прогріву двигуна в цьому режимі. Під час першої фази відбувається прогрів двигуна без зворотного зв'язку за сигналом датчика кисню. В цій фазі прогрів двигуна відбувається з підвищеною частотою обертання до моменту досягнення  $t_{ox.p}$  значення 40 °С. З метою більш активного прогріву двигуна і нейтралізатора кут випередження запалювання корегується системою управління в бік запізнення. Склад суміші в цьому режимі залежить від частоти обертання, температури охолоджуючої рідини, витрати повітря та даних адаптації складу суміші для відповідних режимів роботи двигуна, що містяться в пам'яті ЕБК. Датчик кисню з деяким запізненням фіксує склад суміші в цьому режимі.

Перехідна фаза характеризується такими явищами: завершення активного прогріву двигуна шляхом зниження частоти обертання, відключення корекції  $\theta$  і ввімкнення режиму зворотного зв'язку при управлінні складом суміші за сигналами датчика кисню. Характерним явищем для цієї фази є скачок частоти обертання, викликаний інтенсивним зростанням  $\theta$  при відключенні його корекції. Цей скачок призводить до деякого збагачення суміші внаслідок зниження наповнення циліндрів. Після стабілізації частоти обертання включається режим корекції складу суміші за сигналами датчика кисню і починається третя фаза прогріву двигуна. Під час третьої фази склад паливоповітряної суміші вже знаходиться поблизу стехіометричного із незначними відхиленнями, що визначені особливістю процесу управління в режимі зворотного зв'язку.

На основі отриманих даних підсистемою обробки і аналізу інформації здійснено моделювання показників екологічної безпеки двигуна. Основним контрольним параметром при моделюванні є

забезпечення відповідності дійсної витрати повітря, отриманої від ЕБК і її змодельованих значень у відповідних режимах роботи двигуна (рис. 3).

В результаті моделювання отримано такі показники двигуна (рис. 5, б): концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах до і після нейтралізатора, зокрема оксиду вуглецю  $CO$ , вуглеводнів  $C_mH_n$  та оксидів азоту  $NO_x$ , температуру нейтралізатора  $T_{нейтр}$ , що дало можливість визначити ефективність нейтралізації шкідливих речовин  $E_{ні}$ , викиди шкідливих речовин  $Q_{CO}, Q_{CH}, Q_{NO_x}$  і витрату палива  $Q_{пал}$  в залежності від часу прогріву.

Отримані результати свідчать, що значний вплив на показники екологічної безпеки двигуна здійснюють перша і друга фази прогріву в режимі відсутності зворотного зв'язку за сигналами датчика кисню. Температура нейтралізатора, достатня для ефективної нейтралізації шкідливих речовин досягається лише під кінець першої фази прогріву. При цьому, ефективність нейтралізації  $CO$  і  $C_mH_n$  знаходиться на прийнятному рівні, а ефективність нейтралізації  $NO_x$  занадто низька через збіднену паливоповітряну суміш. Ситуація змінюється в другій фазі, коли відбувається збагачення суміші: ефективність нейтралізації  $CO$  і  $C_mH_n$  знижується, а  $NO_x$  – зростає. В третій фазі ефективність нейтралізації знаходиться на достатньому рівні, однак внаслідок появи моментів незначного збіднення суміші ефективність нейтралізації  $NO_x$  знижена порівняно із ефективністю нейтралізації  $CO$  і  $C_mH_n$ . Водночас із графіків викидів шкідливих речовин (рис. 5, б) видно, що інтенсивність викидів значно скорочується саме в третій фазі прогріву.

Отримані дані свідчать про необхідність поліпшення ефективності нейтралізації в режимі прогріву двигуна, що можливо за рахунок скорочення часу прогріву двигуна і нейтралізатора, більш ефективного керування впорскуванням і запалювання в перехідних режимах, удосконалення алгоритму роботи підсистеми контролю складу суміші зі зворотним зв'язком.

На основі інформації із бази даних параметрів окремого ТЗ можливо здійснювати моніторинг і контроль параметрів транспортних підприємств та транспортних потоків. В останньому випадку даний ТЗ виступає в якості контрольного, що дає можливість оцінити параметри і режими руху інших ТЗ, що складають потік (рис. 6). Структура ТП за категоріями ТЗ, видами палива, екологічними класами ТЗ та інтенсивність потоку може бути прийнята згідно статистичних даних відповідної автомобільної дороги у відповідний час. Параметри дороги і погодні умови визначаються системою моніторингу на основі даних про поточне місцезнаходження ТЗ і уточнюються відповідно до режиму його руху. На основі визначених параметрів транспортного потоку моделюються показники екологічної безпеки інших ТЗ в потоці. На основі цих даних здійснюється оцінювання рівня забруднення придорожного середовища транспортними потоками і відповідна візуалізація результатів оцінювання в геоінформаційній системі.

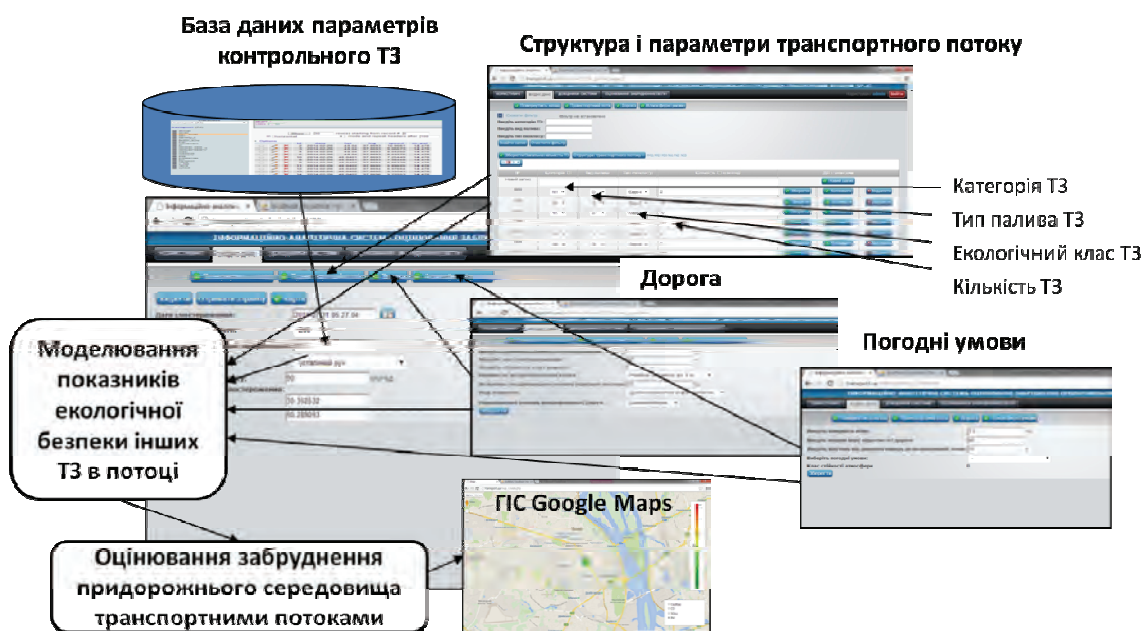


Рисунок 6 - Особливості моніторингу забруднення придорожного середовища транспортними потоками



**Висновки.** Таким чином, розроблено структуру і модель функціонування інтелектуальної системи моніторингу і контролю показників екологічної безпеки окремих транспортних засобів на стадії експлуатації, основу якої складає підсистема обробки і аналізу інформації про параметри робочих процесів агрегатів ТЗ, що побудована на основі математичної моделі руху ТЗ.

Сформовано структуру бази даних показників екологічної безпеки транспортних засобів в життєвому циклі, що використовуються для оцінювання ефективності функціонування окремих агрегатів і ТЗ в цілому, прогнозування екологічної безпеки транспортних засобів в умовах експлуатації, прийняття рішення про необхідність здійснення ТО і ремонту для підвищення екологічної безпеки ТЗ, оптимізації управління регульовальними параметрами енергоустановки.

Отримані технічні параметри і показники екологічної безпеки окремих ТЗ є вхідними даними для оцінювання екологічної безпеки транспортного підприємства та оптимізації управління ним, визначення рівня інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища транспортними потоками автомобільних доріг.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях: [Монографія] / Ю.Ф. Гутаревич –К.: Вища школа, 1991. - 179 с.
2. Луканин В.Н. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко // ВИНТИ. Итоги науки и техники. Сер. Автомобильный и городской транспорт. – М., 1996. – 339 с.
3. Звонов В.А. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле / В.А. Звонов, А.В. Козлов, В.Ф. Кутенев. — М.: НАМИ, 2001. — 248 с.
4. Канило П.М. Автотранспорт. Топливо-экологические проблемы и перспективы: монографія / П.М.Канило. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 272 с.
5. Матейчик В.П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: Монографія / В.П. Матейчик – К.: НТУ, 2006. – 216 с.
6. Матейчик В.П. Моделювання системи «транспортний потік-дорога» / В.П. Матейчик, М.П. Цюман, Г.О. Вайганг // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк. – 2014. – Вип. 46. -С. 371-381.
7. Матейчик В.П. Формування структури інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки транспортних засобів на окремих етапах життєвого циклу / В.П. Матейчик, М.П. Цюман // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2015. – Вип. 2(32). – С. 193-200.
8. Виснап К.Н. OBD-II для диагностики автомобилей: основная информация / Виснап К.Н.// [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ardio.ru/obd2.php>

### REFERENCES

1. Gutarevich Yu.F. Reducing vehicle emissions in operating conditions: [Monografiya] / Yu.F. Gutarevich –К.: Vyshcha shkola, 1991. - 179 p. (Rus)
2. Lukanin V.N. Decline of the ecological loadings on an environment during work of motor-car transport / V.N. Lukanin, Yu.V. Trofimenko // VINITI. Itogi nauki i tekhniki. Ser. Avtomobilnyy i gorodskoy transport. – М., 1996. – 339 p. (Rus)
3. Zvonov V.A. Environmental safety of the car in the full life cycle / V.A. Zvonov, A.V. Kozlov, V.F. Kutenev. — М.: NAMI, 2001. — 248 p. (Rus)
4. Kanilo P.M. Motor transport. Fuel and environmental problems and prospects: Monograph / P.M.Kanilo. – Kh.: KhNADU, 2013. – 272 p. (Rus)
5. Mateichyk V.P. Evaluation methods and methods of increase of ecological safety of travelling transport vehicles: Monografiia / V.P. Mateichyk – К.: NTU, 2006. – 216 p. (Ukr)
6. Mateichyk V.P. Simulation of the system “traffic flow – road” / V.P. Mateichyk, M.P. Tsiuman, H.O. Vayhanh // Mizhvuzivskyi zbirnyk “Naukovi notatky”. – Lutsk. – 2014. – issue 46, pp. 371-381. (Ukr)
7. Mateichyk V.P. Formation the structure of intelligent monitoring system environmental safety indicators of vehicles at various stages of life cycle / V.P. Mateichyk, M.P. Tsiuman // Herald of National Transport University. Kyiv. National Transport University. 2015. Vol. 32, pp. 193-200. (Ukr)
8. Visnap K.N. OBD-II for diagnostics of cars: General information / K.N.Visnap // [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <http://www.ardio.ru/obd2.php>(Rus)

## РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Особливості моніторингу і контролю показників екологічної безпеки транспортних засобів і транспортних потоків в умовах інтелектуальних систем / В.П. Матейчик, М.П. Цюман, М. Смешек // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 1 (34).

В статті розроблено структуру, модель функціонування та структуру бази даних інтелектуальної системи моніторингу і контролю показників екологічної безпеки окремих транспортних засобів на стадії експлуатації, основу якої складає підсистема обробки і аналізу інформації про параметри робочих процесів агрегатів транспортних засобів, що побудована на основі математичної моделі руху транспортного засобу та забезпечує масив вхідних даних для оцінювання рівня інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища транспортними потоками автомобільних доріг.

Об'єктом дослідження є показники екологічної безпеки транспортного засобу і транспортного потоку, які визначаються витратою палива, викидами шкідливих речовин, рівнем шуму, що випромінюється окремим транспортним засобом, концентраціями шкідливих речовин у повітрі придорожного середовища і еквівалентним рівнем шуму транспортного потоку.

Метою статті є аналіз особливостей моніторингу і контролю показників екологічної безпеки транспортних засобів і транспортних потоків в умовах інтелектуальних систем.

Метод дослідження – системний аналіз показників екологічної безпеки транспортних засобів і транспортних потоків.

В результаті дослідження розроблені структура і модель функціонування інтелектуальної системи моніторингу і контролю показників екологічної безпеки окремих транспортних засобів на стадії експлуатації, основу якої складає підсистема обробки і аналізу інформації про параметри робочих процесів агрегатів транспортних засобів, що побудована на основі математичної моделі руху транспортного засобу.

Сформовано структуру бази даних показників екологічної безпеки транспортних засобів в життєвому циклі, що використовуються для оцінювання ефективності функціонування окремих агрегатів і транспортного засобу в цілому, прогнозування екологічної безпеки транспортних засобів в умовах експлуатації, прийняття рішення про необхідність здійснення технічного обслуговування і ремонту для підвищення екологічної безпеки транспортних засобів, оптимізації управління регульовальними параметрами енергоустановки.

Отримані технічні параметри і показники екологічної безпеки окремих транспортних засобів є вхідними даними для оцінювання екологічної безпеки транспортного підприємства та оптимізації управління ним, визначення рівня інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища транспортними потоками автомобільних доріг.

Результати статті можуть бути впроваджені при розробці технічного і програмного забезпечення інтелектуальних систем моніторингу транспорту.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – розробка алгоритмів роботи програмних модулів інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки транспортних засобів і транспортних потоків.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ, ЕЛЕКТРОННИЙ БЛОК КЕРУВАННЯ, ПАРАМЕТРИ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ.

## ABSTRACT

Mateichyk V.P., Tsiuman M.P., Śmieszek M. Features of monitoring and control of environmental safety indicators of vehicles and traffic flows in intelligent systems conditions. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2016. – Issue 1 (34).

In the paper the structure, model of functioning and structure of the database intelligent system of monitoring and control parameters of environmental safety of individual vehicles during operation are developed. It is based on subsystem of processing and analysis of information about workflow parameters the units of the vehicle. The subsystem is based on a mathematical model of movement the vehicle and provides an array of input data for the evaluation of ingredient and parametric pollution of roadside environment by highways traffic flows.

Object of the study – environmental safety performances of vehicle and traffic flow, which is defined by fuel consumption, emissions and noise of individual vehicle, concentrations of harmful substances in the air roadside environment and equivalent level of traffic noise.

Purpose of the study – analysis the features of monitoring and control of environmental safety performances of vehicles and traffic flows in terms of intelligent systems.

Method of the study – systematic analysis of environmental safety performances of vehicles and traffic flows.

In the study the structure and model of functioning of intelligent system of monitoring and control of environmental safety performances of individual vehicles during their operation are developed. It is based on the subsystem of processing and analysis of information about workflow parameters the units of the vehicle. The subsystem is based on a mathematical model of movement the vehicle.

The structure database of environmental safety performances of vehicles in the life cycle is formed. It is used to evaluate the efficiency of individual components and the vehicle as a whole, predicting the environmental safety of vehicles in operation, decision about the need for maintenance to improve the environmental safety of vehicles, optimization of adjusting parameters of the power plant.

The resulting technical parameters and environmental safety performances of individual vehicles is the input data for the evaluation of environmental safety of transport enterprise and optimization of its management, determination the level of ingredient and parametric pollution of roadside environment by highways traffic flows.

The results of the article can be implemented in developing the hardware and software of intelligent monitoring systems of transport.

Forecast assumptions about the object of study - the development of software modules work algorithms of intelligent monitoring system of environmental safety performances of vehicles and traffic flows.

**KEYWORDS: VEHICLE, TRAFFIC FLOW, ENVIRONMENTAL SAFETY, INTELLIGENT MONITORING SYSTEM, ELECTRONIC CONTROL UNIT, PARAMETERS OF WORKING PROCESS, MATHEMATICAL MODEL**

#### **РЕФЕРАТ**

Матейчик В.П. Особенности мониторинга и контроля показателей экологической безопасности транспортных средств и транспортных потоков в условиях интеллектуальных систем / В.П. Матейчик, Н.П. Цюман, М. Смешек // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2016. – Вып. 1 (34).

В статье разработана структура, модель функционирования и структура базы данных интеллектуальной системы мониторинга и контроля показателей экологической безопасности отдельных транспортных средств на стадии эксплуатации, основу которой составляет подсистема обработки и анализа информации о параметрах рабочих процессов агрегатов транспортных средств, построенная на основе математической модели движения транспортного средства и обеспечивающая массив входных данных для оценки уровня ингредиентного и параметрического загрязнения придорожной среды транспортными потоками автомобильных дорог.

Объектом исследования являются показатели экологической безопасности транспортного средства и транспортного потока, которые определяются расходом топлива, выбросами вредных веществ, уровнем шума, излучаемого отдельным транспортным средством, концентрациями вредных веществ в воздухе придорожной среды и эквивалентным уровнем шума транспортного потока.

Целью статьи является анализ особенностей мониторинга и контроля показателей экологической безопасности транспортных средств и транспортных потоков в условиях интеллектуальных систем.

Метод исследования - системный анализ показателей экологической безопасности транспортных средств и транспортных потоков.

В результате исследования разработаны структура и модель функционирования интеллектуальной системы мониторинга и контроля показателей экологической безопасности отдельных транспортных средств на стадии эксплуатации, основу которой составляет подсистема обработки и анализа информации о параметрах рабочих процессов агрегатов транспортных средств, построенная на основе математической модели движения транспортного средства.

Сформирована структура базы данных показателей экологической безопасности транспортных средств в жизненном цикле, которые используются для оценки эффективности функционирования отдельных агрегатов и транспортного средства в целом, прогнозирования экологической

безопасности транспортных средств в условиях эксплуатации, принятия решения о необходимости проведения технического обслуживания и ремонта для повышения экологической безопасности транспортных средств, оптимизации управления регулирующими параметрами энергоустановки.

Полученные технические параметры и показатели экологической безопасности отдельных транспортных средств являются входными данными для оценки экологической безопасности транспортного предприятия и оптимизации управления им, определение уровня ингредиентного и параметрического загрязнения придорожной среды транспортными потоками автомобильных дорог.

Результаты статьи могут быть внедрены при разработке технического и программного обеспечения интеллектуальных систем мониторинга транспорта.

Прогнозные предположения по развитию объекта исследования - разработка алгоритмов работы программных модулей интеллектуальной системы мониторинга показателей экологической безопасности транспортных средств и транспортных потоков.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА, ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ, ПАРАМЕТРЫ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ.

**АВТОРИ:**

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

Цюман Микола Павлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів та теплотехніки, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

Смешек Мірослав, доктор технічних наук, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри кількісних методів, e-mail: msmieszek@prz.edu.pl, тел. +48 17 865 1234, Польща, 35-959, м. Жешув, вул. Повстанців Варшави, 8

**AUTHOR:**

Mateichyk Vasyl P. Dr. Sci., professor, National Transport University, Dean of the Automobile Mechanic Faculty, e-mail: wmate@ukr.net, tel. +38 044 280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

Tsiuman Mykola P., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor of Department of Engines and Heating Engineering, e-mail: tsuman@ukr.net, tel. +38 044 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

Śmieszek Mirosław, dr. hab. inż., professor, Rzeszow University of Technology, Head of the Department of Quantitative Methods, e-mail: msmieszek@prz.edu.pl, tel. +48 17 865 1234, Poland, 35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy, 8

**АВТОРЫ:**

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан автомеханического факультета, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Украина, 01010, м. Киев, ул. Суворова 1

Цюман Николай Павлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, м. Киев, ул. Суворова 1

Смешек Мирослав, доктор технических наук, профессор, Жешовская Политехника, заведующий кафедрой количественных методов, e-mail: msmieszek@prz.edu.pl, тел. +48 17 865 1234, Польша, 35-959, г. Жешув, ул. Повстанцев Варшавы, 8

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Запорожець О.І., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, директор Інституту екологічної безпеки, Київ, Україна.

**REVIEWER:**

Levkivskiy O.P., Dr. Sci., professor, National Transport University, head of department of Manufacturing, repair and materials engineering, Kyiv, Ukraine.

Zaporozhets O.I., Dr. Sci., professor, National Aviation University, director of the Institute of Ecological Safety, Kyiv, Ukraine.