

**Міністерство освіти і науки України**  
**Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

**ХУДЯКОВ ІГОР ВАЛЕНТИНОВИЧ**



УДК 656.13+621.43+681.518

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ  
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ  
В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі експлуатації суднових енергетичних установок Херсонської державної морської академії Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Грицук Ігор Валерійович**  
Херсонська державна морська академія, професор  
кафедри експлуатації суднових енергетичних  
установок (м. Херсон)

**Офіційні опоненти:**  
доктор технічних наук, професор,  
**Біліченко Віктор Вікторович,**  
Вінницький національний технічний університет,  
завідувач кафедри автомобілів та транспортного  
менеджменту (м. Вінниця)

кандидат технічних наук, доцент,  
**Сергієнко Микола Єгорович,**  
Національний технічний університет «Харківський  
політехнічний університет», професор кафедри  
автомобіле- та тракторобудування (м. Харків)

Захист відбудеться " 24 " березня 2021 р. о 12.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.059.02 при Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Автореферат розісланий " 18 " лютого 2021 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



О.П. Смирнов

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Обґрунтування вибору теми досліджень.** Достатньо велику увагу в практиці експлуатації вантажних ТЗ в Україні, приділяють отриманню параметрів технічного стану транспортних засобів (ТЗ), витраті палива і швидкості руху. Однак автоматизоване дистанційне одночасне поєднання отриманих результатів з умовами експлуатації, режимами праці і відпочинку водія (РПВВ) та фізичного стану водія (ФСВ) до цього часу не проводилось. Аналізувати зміну параметрів експлуатації ТЗ без наявності точної інформації про РПВВ і ФСВ ТЗ ускладнено. Як правило, вказану інформацію технічні служби отримують поступово, із суттєвим запізненням. Тому транспортні підприємства використовують тільки відокремлені показники їх роботи, поєднані з окремими параметрами РПВВ. Спостереження і аналіз дотримання РПВВ в реальних умовах експлуатації проводиться після повернення ТЗ із рейсу. Практика експлуатації ТЗ потребує забезпечення дистанційного оперативного моніторингу параметрів стану і витрати палива ТЗ у відповідності до змін РПВВ та ФСВ з урахуванням умов експлуатації.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до «Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року», затвердженої указом Міністерства транспорту і зв'язку України від 08.01.2008 р., а також відповідно до плану НДР ДР № 0119U101547 за темою «Розробка і дослідження теплового акумулятора фазового переходу на транспортному засобі працюючому на зрідженому газовому паливі» (2019 – 2020 р.р.); ДР № 0119U101542 за темою «Підвищення експлуатаційної надійності та паливної економічності елементів суднових енергетичних установок шляхом теоретичних і експериментальних досліджень ефективності застосування технологій ресурсо– та енергозбереження» (2019 – 2021 р.р.); № ДР 0119U101453 за темою «Розробка і дослідження інформаційної системи моніторингу транспортних засобів на основі бортового комплексу ITS» (2019 – 2021 р.р.).

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності технічної експлуатації транспортних засобів удосконаленням методів оперативного контролю технічного стану транспортного засобу при зміні режимів праці та відпочинку і фізичного стану водіїв в умовах експлуатації шляхом розробки і застосування інформаційно-аналітичної системи дистанційного моніторингу.

Для досягнення даної мети були поставлені наступні задачі дослідження:

- виконати аналіз теоретичних і практичних розробок щодо методів контролю технічного стану вантажного транспортного засобу, режимів праці та відпочинку і фізичного стану водіїв в змінних умовах експлуатації;
- розробити метод системної взаємодії та формування інформаційно-аналітичної системи моніторингу параметрів технічного стану вантажного ТЗ з причепом з режимами праці та відпочинку і фізичним станом водіїв на основі морфологічної матриці в змінних умовах експлуатації засобами інтелектуальних транспортних систем (ITS);

- розробити моделі інформаційно-аналітичної системи оцінювання параметрів технічного стану вантажного ТЗ з причепом при зміні режимів праці та відпочинку і фізичного стану водіїв в умовах експлуатації;

- розробити структуру і принцип дії інформаційно-аналітичної системи оперативного дистанційного контролю технічного стану вантажного ТЗ з причепом при зміні режимів праці та відпочинку і фізичного стану водіїв в умовах експлуатації на основі інформаційно-комунікаційного комплексу (ІКК) ITS;

- провести експериментальні дослідження, аналіз та узагальнення отриманих результатів з ідентифікації, моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану вантажного ТЗ з причепом при зміні режимів праці та відпочинку і фізичного стану водіїв в умовах експлуатації засобами ITS;

- підтвердити запропоновані положення дисертаційної роботи і впровадити рекомендації у практику застосування інформаційних систем моніторингу засобів транспорту.

**Об’єкт дослідження** – процес контролю технічного стану вантажного транспортного засобу в умовах експлуатації.

**Предмет дослідження** – визначення шляхів оперативного контролю технічного стану вантажного транспортного засобу з причепом в умовах експлуатації та методів їх реалізації засобами ITS.

**Методи дослідження.** Ґрунтуються на принципах системного підходу для формування можливих варіантів схем інформаційної системи контролю технічного стану ТЗ, причепу, РПВВ і ФСВ, із застосуванням методів морфологічного аналізу, теорії множин, математичної статистики, регресійного аналізу, теорії інформації, теорії реляційних баз даних, графів, моделювання інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану вантажного ТЗ, причепу, РПВВ і ФСВ. При проведенні експериментальних досліджень використовувались методи натурних випробувань.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в узагальненні та розвитку відомих сучасних інформаційних технологій на автомобільному транспорті в умовах ITS, що дозволило вирішити актуальну наукову задачу забезпечення високої працездатності ТЗ за рахунок використання системи дистанційного оперативного контролю параметрів технічного стану вантажного транспортного засобу з причепом, що враховує РПВВ і ФСВ в змінних умовах експлуатації.

*Вперше:*

- запропоновано метод формування інформаційної предметної області на основі системи ідентифікації, моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану вантажного ТЗ з причепом, що відрізняється від відомих наявністю системної взаємодії з умовами експлуатації, РПВВ і ФСВ;

- створено загальний метод формування, обробки і дослідження результатів моніторингу параметрів технічного стану вантажного ТЗ з причепом, РПВВ і ФСВ в умовах експлуатації, а саме середніх швидкостей руху на дільницях руху, витрати палива, відносного коефіцієнту зміни швидкості руху та коефіцієнту використання швидкості, які є основними орієнтирами при визначенні раціональної витрати палива ТЗ на маршруті за допомогою розробленого ІКК.

*Удосконалено:*

- технологію обробки інформації в інформаційно-аналітичній системі оперативного контролю технічного стану ТЗ, що отримується від бортового ІКК, що на відміну від існуючих, передбачає можливість визначення РПВВ і ФСВ в залежності від отриманих параметрів технічного стану вантажного транспортного засобу з причепом;

- підхід до визначення раціональної витрати палива ТЗ на маршруті у відповідності до положень теорії технічної експлуатації ТЗ, що базується на визначенні відносного коефіцієнту зміни швидкості руху та коефіцієнту використання швидкості з урахуванням геозон на маршруті;

- бортовий ІКК ITS для використання у вантажному ТЗ з причепом, який на відміну від відомих дозволяє здійснювати одночасний дистанційний оперативний контроль технічного стану транспортного засобу, РПВВ та ФСВ засобами ITS.

*Дістали подальший розвиток:*

- методи формування, дистанційного функціонування і системної взаємодії бортового інформаційного комплексу на основі параметрів технічного стану вантажного ТЗ з причепом з РПВВ, ФСВ і умовами експлуатації шляхом розробки і використання в умовах ITS інформаційно-аналітичної системи оперативного контролю технічного стану ТЗ.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробці методів дистанційного моніторингу технічного стану транспортного засобу, що дозволяють здійснювати оперативний контроль і аналіз зміни параметрів технічного стану і витрати палива вантажного ТЗ з причепом, при зміні РПВВ і ФСВ в умовах експлуатації.

Основні результати дослідження використовуються:

- в ТОВ "Доминант Інвест" при формуванні засобів оперативного контролю технічного стану вантажного ТЗ з причепом, при зміні режимів праці та відпочинку і фізичного стану водіїв в умовах експлуатації;

- на ПВКП «Реноме» при корегуванні в умовах експлуатації періодичності технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів підприємства;

- в ХДМА для організації навчального процесу студентів факультету суднової енергетики за спеціальністю 271 «Морський та річковий транспорт» при викладанні дисциплін "Технічна експлуатація суднових енергетичних установок та суднових технічних засобів", "Технічна діагностика суднових енергетичних установок", "Використання методів технічної діагностики під час експлуатації суднового обладнання", "Організація технічної експлуатації суднових енергетичних установок" і підвищення кваліфікації фахівців у тренажерному центрі ХДМА.

**Особистий внесок здобувача.** Усі положення, винесені на захист, та результати їх застосування автором отримані особисто і приведені в роботах [1-13]. В наукових роботах, що опубліковані у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає у наступному.

Праці [1], [3] були написані одноосібно. В роботі [2] запропоновано структуру моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ. В [4] проведено аналіз застосування різних видів датчиків тиску для управління робочим процесом в ДВЗ. В [5] запропоновано структуру

системи для дистанційного моніторингу. В роботі [6] розроблено моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів. В [7] розглянуто особливості дистанційної ідентифікації режимів роботи водія в інформаційній системі моніторингу ТЗ розроблено датчик вібрації. В [8, 9] сформовано морфологічну структуру інформаційної системи моніторингу ТЗ. В роботі [10, 11] досліджуються різні структури інформаційних системи моніторингу сучасних ТЗ. В роботі [12] сформовано підхід до забезпечення дистанційного інтелектуального керування станом вантажних транспортних засобів і режимами праці та відпочинку водіїв в умовах експлуатації. В [13] розроблено датчик вібрації.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи було розкрито в доповідях, обговорено та прийнято на наступних конференціях: Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування" (2014 - 2019 р.р. – Херсон: Херсонська державна морська академія, форма участі – очна); Международной научно-практической конференции «Автомобиле– и тракторостроение» (Беларусь, Минск, БНТУ 24-27 мая 2019 р., форма участі – заочна); Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні" (2018, 2019 р.р., Харків 2019, форма участі – очна); XII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця: ВНТУ, 2019 21-23 жовтня, форма участі – очна); II Міжнародної науково-практичної морської конференції кафедри СЕУ і ТЕ (Одеса – ОНМУ, Квітень 2020 року, форма участі – очна); VIII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця: ВНТУ, 2020 14-15 квітня, форма участі – заочна); II міжнародної науково-практичної конференції (Харків, ХНАДУ, 2020, форма участі – заочна); Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2020), (2016 - 2020 р.р, форма участі – очна); VII міжнародної науково-практичної конференції безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика (SLA-2020). (09 – 12 вересня 2020 р. Херсон: ХДМА. 2020, форма участі – очна).

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 13 наукових працях: 1 монографії, 6 публікацій у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 5 у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз, у тому числі 1 публікація у виданні, що індексується у Scopus і Web of Science та віднесена до квартилу Q1), 5 тез у збірниках доповідей наукових конференцій, отримано 1 патент на корисну модель.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг роботи складає 240 сторінок, у тому числі основного тексту 192 з них 50 сторінок, площа яких повністю зайнята рисунками та таблицями. Робота ілюстрована 54 рисунками, наведено 43 таблиці. Додатки розміщені на 14 сторінках. Список використаних літературних джерел складається із 132 найменування на 18 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі сформульовано мету й завдання дослідження, відображено загальну характеристику роботи та основні наукові положення, що виносяться на захист. Обґрунтовано актуальність теми, її наукову новизну й практичне значення. Наведено дані про методи досліджень, публікації, апробацію та структуру дисертації.

У першому розділі виконано аналіз методів оперативного контролю технічного стану, режимів роботи та фізичного стану екіпажу транспортного засобу в умовах експлуатації, проаналізовано наукові дослідження з даної проблеми.

Створення та впровадження телематичних систем в останні роки стало одним з головних трендів в автомобілебудуванні. Такі комплекси часто називають інтелектуальними системами, так як крім збору інформації вони проводять її аналіз і дають деякі рекомендації.

Як правило, оперативний контроль технічного стану ТЗ, це збір і аналіз даних не тільки про переміщення та місцезнаходження, але також про швидкість, витрату палива, стан гальмівних колодок, поточному тиску в шинах тощо. В частині комплексного контролю експлуатації ТЗ основним недоліком названих систем і програм є відсутність одночасної оцінки дотримання РПВВ, фізичного стану водія, неможливість забезпечення взаємозв'язку між витратою палива ТЗ, параметрами технічного стану ТЗ та РПВВ, обмеженість функціональних можливостей складових компонентів, неможливість раціонального управління експлуатацією ТЗ з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі тощо.

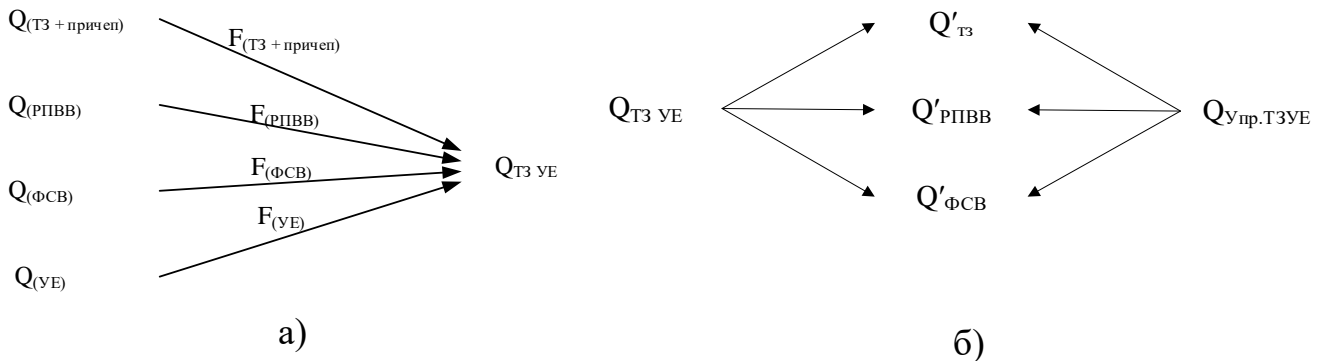
У другому розділі проведено дослідження, яке ставить за мету встановлення і розробку системних методів і засобів, що дозволяють проводити дистанційний моніторинг технічного стану вантажного ТЗ з урахуванням РПВВ і умов їх експлуатації. Система моніторингу охоплює основні задачі дослідження у частині формування інформаційної моделі РПВВ, технічного стану ТЗ, умов експлуатації ТЗ і можливості здійснення дистанційного оцінювання зміни РПВВ в залежності від стану ТЗ та ФСВ з урахуванням умов експлуатації.

Обґрунтовано формування і використання інформаційно-аналітичної системи контролю і управління технічним станом та режимами роботи транспортного засобу в умовах експлуатації. Розроблено і сформовано систему контролю і управління технічним станом та режимами роботи транспортного засобу в умовах експлуатації.

Для поєднання процесів інформаційного дистанційного моніторингу технічного стану ТЗ та параметрів РПВВ, ФСВ екіпажу (рис. 1, а) сформовано метод системної взаємодії параметрів стану вантажного ТЗ з причепом з параметрами роботи екіпажу і оперативного контролю технічного стану та режимами роботи ТЗ в умовах експлуатації (рис. 1, б).

Використовуючи метод морфологічного (структурного) аналізу, проведений синтез та аналіз, сформовані можливі схеми інформаційної системи моніторингу транспортних засобів за вказаними функціональними елементами на різних

етапах виконання властивих їй функцій в умовах їх експлуатації розроблена інформаційно-аналітична система моніторингу стану транспортних засобів в умовах ITS.



$Q_{(ТЗ + причеп)}$  – множина моделей параметрів технічного стану ТЗ и причепа,  
 $Q_{(РПВВ)}$  – множина моделей параметрів режиму праці та відпочинку водія,  
 $Q_{(ФСВ)}$  – множина моделей параметрів фізичного стану водія,  $Q_{(УЕ)}$  – множина моделей параметрів умов експлуатації.  $F_{(ТЗ + причеп)}$  – функціональне відображення моделей параметрів технічного стану ТЗ и причепа,  $F_{(РПВВ)}$  – функціональне відображення моделей параметрів режиму праці та відпочинку водія,  $F_{(ФСВ)}$  – функціональне відображення моделей параметрів фізичного стану водія,  $F_{(УЕ)}$  – функціональне відображення моделей параметрів умов експлуатації,  $Q_{Упр.ТЗУЕ}$  – множина моделей параметрів управління ТЗ в умовах експлуатації, що можлива за допомогою наступних дій:  $Q'_{ТЗ}$  – зміна швидкості (витрати палива), технічного стану ТЗ;  
 $Q'_{РПВВ}$  – зміна екіпажу;  $Q'_{ФСВ}$  – зміна екіпажу, зупинка ТЗ.

Рисунок 1 – Схема системної взаємодії моніторингу стану ТЗ

Розроблено моделі бази даних інформаційної системи оперативного контролю технічного стану та режимів роботи транспортного засобу в умовах експлуатації. Модель предметної області  $M_{заг}$  системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ разом з тахографом, трекером та засобами реєстрації фізичного стану водія представлена у вигляді наступної множини компонентів і складових системи інформації, а саме параметрів технічного стану ТЗ  $M_{ТЗ}$ ; режимів роботи та відпочинку водія  $M_{tg}$ ; додаткових параметрів стану ТЗ, причепа, екологічних показників ТЗ  $M_{tr}$  та фізичного стану водія  $M_{ФСВ}$ . Формули представлені в загальному вигляді:

$$M_{заг} = \left\{ \begin{array}{l} M_{ТЗ} \\ M_{tg} \\ M_{tr} \\ M_{ФСВ} \end{array} \right\}_{ТЗ} = \left\{ \begin{array}{l} \langle O_{ТЗ}, V_{ТЗ \text{ вх.}}, V_{ТЗ \text{ вих.}}, F_{ТЗ}, H_{ТЗ}, P_{ТЗ}, R_{ТЗ}, \rangle \\ \langle O_{tg}, V_{tg \text{ вх.}}, V_{tg \text{ вих.}}, F_{tg}, H_{tg}, P_{tg}, R_{tg}, \rangle \\ \langle O_{tr}, V_{tr \text{ вх.}}, V_{tr \text{ вих.}}, F_{tr}, H_{tr}, P_{tr}, R_{tr}, \rangle \\ \langle O_{ФСВ}, V_{ФСВ \text{ вх.}}, V_{ФСВ \text{ вих.}}, F_{ФСВ}, H_{ФСВ}, P_{ФСВ}, R_{ФСВ}, \rangle \end{array} \right\}, \quad (1)$$

Для функціоналу моделі предметної області (1) можливо записати наступні залежності:  $V_{ТЗ \text{ вх.}} = \{v_{ТЗ l} | l \in L_{ТЗ \text{ вх.}}\}$  – для множини вхідних інформаційних елементів;  $V_{ТЗ \text{ вих.}} = \{v_{ТЗ l} | l \in L_{ТЗ \text{ вих.}}\}$  – для множини вихідних інформаційних елементів;  $V_{ТЗ} = V_{ТЗ \text{ вх.}} \cup V_{ТЗ \text{ вих.}}$  – для повної множини інформаційних елементів;  $F_{ТЗ} = \{f_{ТЗ l} | l_{ТЗ} = \overline{1, I_{ТЗ}}\}$  – для множини функцій користування;



$H_{T3} = \{h_{T3j} | j_{T3g} = \overline{1, J_{T3}}\}$  – для множини завдань обробки даних системи моніторингу параметрів;  $P_{T3} = \{p_{T3k} | k_{T3} = \overline{1, K_{T3}}\}$  де,  $P$  – множина користувачів (кількість і склад персоналу), яка забезпечує роботу з системою моніторингу параметрів ТЗ, тахографу, трекеру, фізичного стану водія в системі технічного стану ТЗ;  $R_{T3} = \{r_{T3y} | y_{T3} = \overline{1, Y_{T3}}\}$  – для множини відносин. По аналогії для  $M_{tg}$ ,  $M_{tr}$ ,  $M_{ФСВ}$ .

Для формалізованої побудови (опису) і аналізу інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, з встановленим тахографом, трекером і ФСВ аналітичний опис їх семантики виконуємо за допомогою булевих матриць суміжності, що описують відповідні відносини  $R_{T3}$ ,  $R_{tg}$  та  $R_{tr}$   $R_{ФСВ}$  між компонентами  $M_{T3}$ ,  $M_{tg}$  та  $M_{tr}$ ,  $M_{ФСВ}$ . (1) предметної області ВТЗ. Для предметних областей технічного стану ВТЗ виділяємо наступні види відносин між множинами  $\{F, H, P, O, V, R\}$  в межах основної предметній області системи моніторингу параметрів ТЗ, тахографу, трекеру та ФСВ в системі технічного стану ВТЗ і зводимо їх у таблиці. Формули представлені в загальному вигляді:  $F_{T3}H_{T3} = \|f_{T3}h_{T3ij}\|$ ;  $F_{T3}P_{T3} = \|f_{T3}p_{T3ik}\|$ ;  $F_{T3}O_{T3} = \|f_{T3}o_{T3im}\|$ ;  $F_{T3}V_{T3} = \|f_{T3}v_{T3il}\|$ ;  $H_{T3}P_{T3} = \|h_{T3}p_{T3jk}\|$ ;  $H_{T3}O_{T3} = \|h_{T3}o_{T3jm}\|$ ;  $H_{T3}V_{T3} = \|h_{T3}v_{T3jl}\|$ ;  $O_{T3}V_{T3} = \|o_{T3}v_{T3ml}\|$ . По аналогії виділяємо види відносин для предметної області тахографу, трекеру і ФСВ в системі технічного стану ТЗ.

Формуємо аналітичний опис семантики системи за допомогою булевих матриць суміжності, які описують відповідні відносини  $R_{T3}$  між компонентами  $M_{T3}$  предметної області, виходячи з наступних міркувань: якщо між відповідними компонентами є відношення (взаємозв'язок) – елементи даних матриць дорівнюють 1, а у іншому випадку (відсутність взаємозв'язку) – дорівнюють 0. Визначаємо множини відносин (взаємозв'язків) Між компонентами  $M_{T3}$  в межах інформаційної моделі предметної області транспортного засобу.

Визначення множини структурних елементів системи моніторингу технічного стану ТЗ виконувалось наступним чином: до елементів множини об'єктів автоматизації ( $O$ ), додавали елементи множин інформаційних елементів об'єктів автоматизації ( $V$ ) і відповідним чином індексували їх. У результаті отримали множину елементів для системи моніторингу технічного стану ТЗ:  $D_{T3} = \{d | l_{T3} = 1,67\}$ ,  $P_{T3}(D_{T3}) = 67$ ,  $D_{tg} = \{d | l_{tg} = 80,99\}$ ,  $P_{tg}(D_{tg}) = 20$ ,  $D_{tr} = \{d | l_{tr} = 120,134\}$ ,  $P_{tr}(D_{tr}) = 15$ ,  $D_{ФСВ} = \{d | l_{ФСВ} = 1,11\}$ ,  $P_{ФСВ}(D_{ФСВ}) = 11$ .

Матриця семантичної досяжності  $A$ , яка збігається з матрицею семантичної суміжності  $B$ , утворює можливість до визначення множин передування  $C(d_i)$  та досяжності  $F(d_i) \forall d_i \in D$ . Множина передування  $C(d_i)$  формуються з елементів, які відповідають одиничним записам у  $i$ -му стовпці, а множина  $F(d_i)$  – з елементів, які відповідають одиничним записам у  $i$ -му рядку матриці семантичної досяжності  $A$ . Аналіз множини передування  $C(d_i)$  дозволяє виділити базові типи структурних елементів, а саме інформаційні елементи та групи. Інформаційним елементам відповідають ті структури, для яких множини передування  $C(d_i) = 0$ . На оргграфі  $G$  їм відповідають висячі вершини. Розрахунковим шляхом були визначені

множини передування і досяжності для кожного структурного елементу системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ:

$$\forall i_{T31}, i = 1, \dots, 59 C(d_i) = \varphi; C_{T31}(d_{T361}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 1, \dots, 18,60 \right\},$$

$$C_{T31}(d_{T362}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 19, \dots, 25,60 \right\}, C_{T31}(d_{T363}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 26, \dots, 30,60 \right\}, \quad (2)$$

$$C_{T31}(d_{T364}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 31, \dots, 36,60 \right\}, C_{T31}(d_{T365}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 37, \dots, 42,60 \right\},$$

$$C_{T31}(d_{T366}) = \{d_i/i = 43, \dots, 58,60\}, C_{T31}(d_{T367}) = \{d_i/i = 59,60\}$$

$$\forall i_{T3FCB1}, i = 61, \dots, 67 F(d_i) = \varphi, \forall i_{T31}, i = 1, \dots, 18 F(d_i) = \{d_{T361}\},$$

$$\forall i_{T31}, i = 19, \dots, 25 F(d_i) = \{d_{T362}\}, \forall i_{T31}, i = 26, \dots, 30 F(d_i) = \{d_{T363}\},$$

$$\forall i_{T31}, i = 31, \dots, 36 F(d_i) = \{d_{T364}\}, \forall i_{T31}, i = 37, \dots, 42 F(d_i) = \{d_{T365}\},$$

$$\forall i_{T31}, i = 43, \dots, 58 F(d_i) = \{d_{T366}\}, \forall i_{T31}, i = 59 F(d_i) = \{d_{T367}\}, \quad (3)$$

$$F_{T31}(d_{T360}) = \left\{ \begin{array}{l} d_{T361}, d_{T362}, d_{T363}, d_{T364}, \\ d_{T365}, d_{T366}, d_{T367} \end{array} \right\}$$

По аналогії для системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ інших підсистем.

Для визначення інформаційних елементів системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ необхідно підсумувати елементи кожного з стовпців  $j$

матриці  $A$ , виходячи з наступних міркувань: якщо  $\sum_{i=1}^{P(D)} a_{i,j} = 0$  то  $j$ -ий елемент структурної множини системи є інформаційним, а в іншому випадку, структурний елемент – є груповим елементом (групою), тобто:

$$\sum_{i=1}^{67} a_{iT31} = \sum_{i=1}^{67} a_{iT32} = \sum_{i=1}^{67} a_{iT33} = \dots = \sum_{i=1}^{67} a_{iT360} = 0,$$

$$\sum_{i=1}^{67} a_{iT361} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{iT362} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{iT363} > 0, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{72} a_{iT364} > 0, \sum_{i=1}^{72} a_{iT366} > 0, \sum_{i=1}^{72} a_{iT366} > 0, \sum_{i=1}^{72} a_{iT367} > 0$$

Множина інформаційних елементів системи  $D^0$  була визначена і має вигляд:  $D_{T31}^A = \{d_{T31} - d_{T359}\}$ ;  $D_{tg2}^A = \{d_{tg80} - d_{tg93}\}$ ;  $D_{tr3}^A = \{d_{tr120} - d_{tr131}\}$ ;  $D_{FCB3}^A = \{d_{FCB151} - d_{FCB158}\}$ ; а множина елементів групи (груповим елементом)  $D^e$  була визначена з виразу:  $D_{T31}^A = D \setminus D^A = \{d_{T361}, d_{T362}, d_{T363}, d_{T364}, d_{T365}, d_{T366}, d_{T367}\}$ ,  $D_{tg2}^A = D \setminus D^A = \{d_{tg95}, d_{tg96}, d_{tg97}, d_{tg98}, d_{tg99}\}$ ,  $D_{tr3}^A = D \setminus D^A = \{d_{tr133}, d_{tr134}\}$ ,  $D_{FCB4}^A = D \setminus D^A = \{d_{FCB160}, d_{FCB161}\}$ .

Для предметної області інформаційної системи оперативного контролю параметрів технічного стану ТЗ визначили існуючий загальний інформаційний елемент для всіх інформаційних груп. Цей елемент «Час збирання інформації» –  $d_{T360}$ ,  $d_{tg94}$ ,  $d_{tr132}$ ,  $d_{FCB159}$ , які є ключовими з причини семантичної залежності одержуваних даних моніторингу параметрів технічного стану ТЗ від часу

збирання інформації. Таким чином, з урахуванням особливостей побудови, розроблена інформаційна система моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, має множину ключів:  $W_{1.1} = \{d_{60}\}$ ,  $W_{2.1} = \{d_{94}\}$ ,  $W_{3.1} = \{d_{132}\}$ ,  $W_{4.1} = \{d_{174}\}$ ; і, відповідно, множина атрибутів система моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, з встановленим тахографом, трекером і контролем ФСВ:  $W_{1.2} = \left\{\frac{d_i}{i} = 1, \dots, 59\right\}$ ,  $W_{2.2} = \left\{\frac{d_i}{i} = 80, \dots, 93\right\}$ ,  $W_{3.2} = \left\{\frac{d_i}{i} = 120, \dots, 131\right\}$ ,  $W_{4.2} = \left\{\frac{d_i}{i} = 151, \dots, 158\right\}$ .

Побудована реляційна модель системи моніторингу на основі канонічної структури бази даних, відповідно до множини допустимих значень основних параметрів технічного стану ТЗ. Таким чином отриманої в результаті проведеного аналізу інформації достатньо для створення системи управління бази даних реляційного типу, в тому числі і в компонентах системи «СМВ».

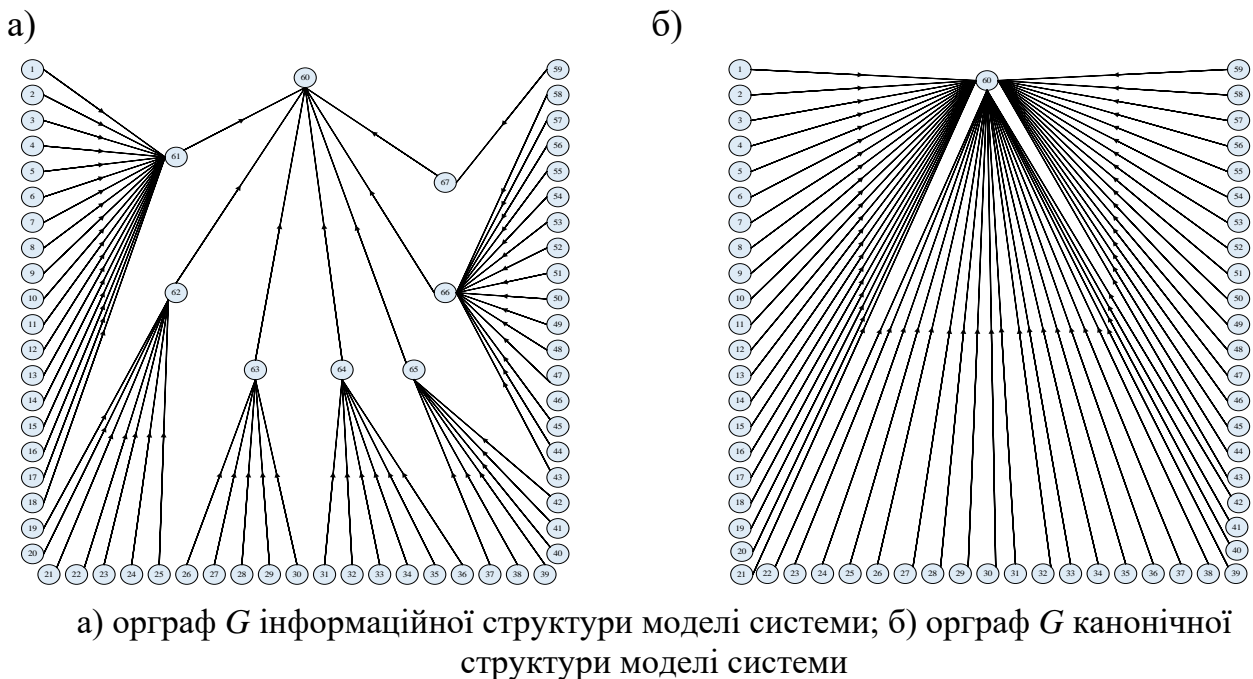


Рисунок 2 – Орграфи системи оперативного контролю параметрів технічного стану ТЗ

Задача забезпечення методів оперативного контролю технічного стану і режимів роботи ТЗ на основі інформації про фактичні параметри його технічного стану, РПВВ, ФСВ у вигляді побудованої функції виглядає так:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{ткУ}(\overline{H}_{ткУ}, t, \Delta t, \overline{X}_l(t), \overline{X}_l(t - \Delta t), \dots, \overline{X}_l(t - n\Delta t), \\ DK_{ТЗi}, DK_{ФСВи}, DK_{РПВВи}) = \lambda_{КВТЗ} \\ \Psi_l^{mi}(e_Q, r)^J = \lambda_{КВТЗ} \\ H_{ткУ} = f(G_{ТЗсер i}, t, s, v_{ТЗ}) \\ DK_{ТЗi} = f(t, s, v_{ТЗ}) \\ DK_{ФСВи} = f(t, s, v_{ТЗ}) \\ DK_{РПВВи} = f(t_{всм}, t, s) \end{array} \right. \quad (5)$$

де,  $F_{ткУ}$  – інформація про параметри технічного стану ТЗ у відповідний момент часу в процесі оперативного контролю технічного стану і режимів роботи

ТЗ в умовах експлуатації;  $\overline{H_{t_{KY}}}$  – вектор органа(ів) керування, як функція від середньої витрати палива ТЗ ( $G_{TЗсер i}$ ) в часі ( $t$ );  $t$  – поточний час;  $\Delta t$  – інтервал часу між вимірюваннями;  $\overline{X}_i(t)$  при  $i = 1, \dots, m$  – характеристики технічного стану в процесі забезпечення моніторингу технічного стану і режимів роботи ТЗ в умовах експлуатації;  $n$  – кількість (число) інтервалів у минулих вимірюваннях;  $DK_{TЗi}$  – результати моніторингу і визначення несправностей ТЗ в процесі експлуатації;  $DK_{ФСВi}$  – результати моніторингу і визначення фізичного стану водія (екіпажу) в процесі експлуатації;  $DK_{РПВВi}$  – результати моніторингу і визначення режиму праці та відпочинку водія (екіпажу) в процесі експлуатації;  $s$  – відстань (протяжність) маршруту (участку маршруту);  $t_{вст}$  – встановлені нормативно-правовою документацією режими РПВВ;  $mi$  – кількість вимірюваних характеристик;  $l$  – зв'язки між засобами спостереження і під об'єктами забезпечення контролю і управління технічним станом і режимами роботи ТЗ в умовах експлуатації;  $\Psi$  – оператор відображення;  $e_Q$  – множина відображень властивостей підоб'єктів для  $mi$  по  $J$  в  $l$ ;  $r$  – множина відношень між властивостями підоб'єктів для  $mi$  по  $J$  в  $l$ ;  $J$  – завдання;  $\lambda_{KVTЗ}$  – система забезпечення контролю технічного стану та режимів роботи ТЗ в умовах експлуатації (в представленому випадку система  $\lambda_{KVTЗ}$  уявляє собою сукупність множин відображення властивостей підоб'єктів  $e_Q$  та їх відношень  $r$  для  $mi$  по  $J$  в  $l$ ).

**У третьому розділі** для вирішення встановленої мети програми експериментів умовах ITS була розроблена загальна методика побудови і моделювання системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ з причепом, РПВВ, ФСВ. Запропонована методика моделювання та побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ на основі ІКК та визначені принципи системної взаємодії.

Для забезпечення дослідження використовувались технічні можливості розробленого ІКК «СМV».

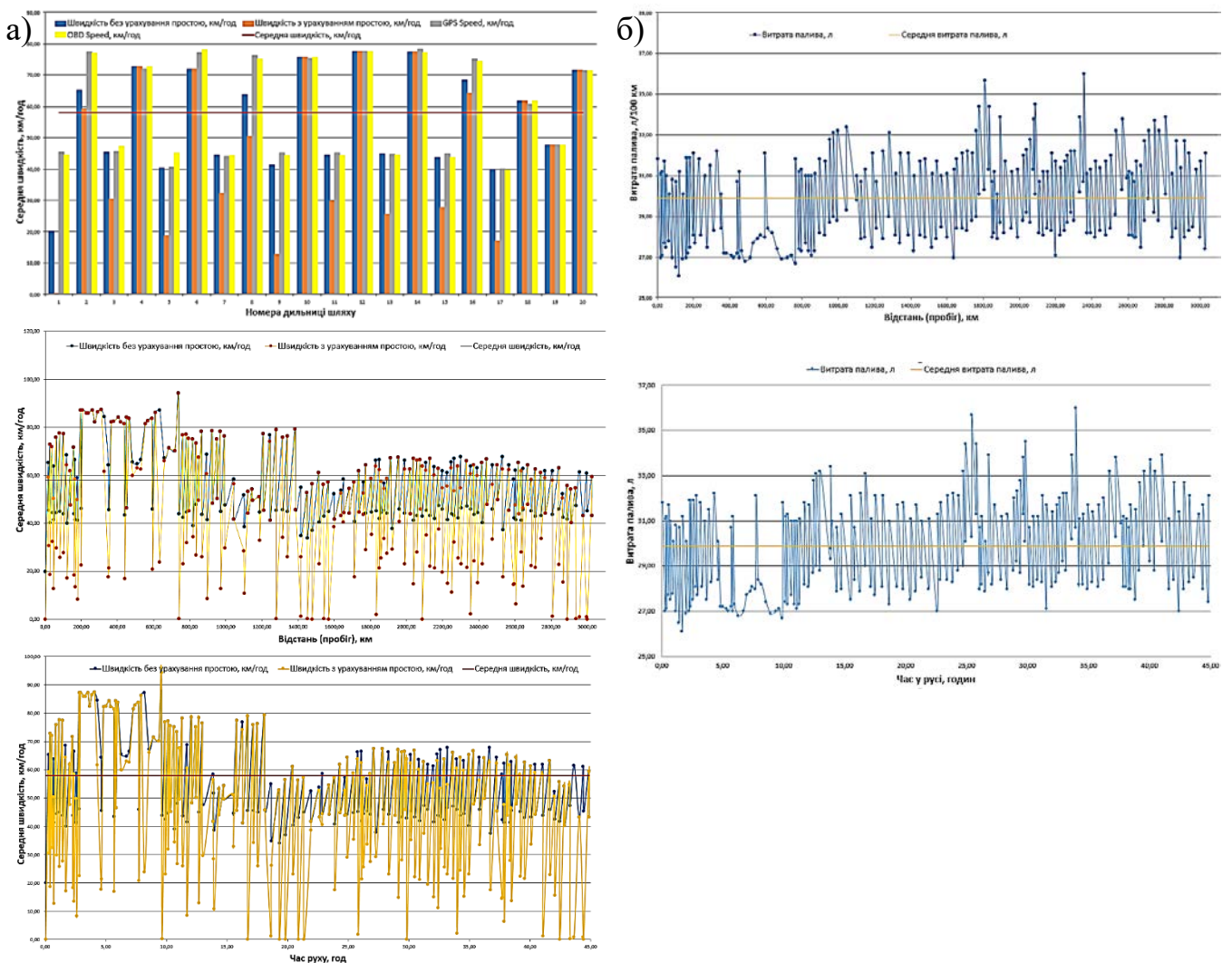
Обмін інформацією в системі моніторингу здійснювався через мережі зв'язку, що дозволяє передавати як цифрові і відео -, так і голосові дані. Основною метою дослідження було забезпечення працездатності сформованої інформаційної системи і забезпечення взаємодії даних моніторингу технічного стану ТЗ з причепом, РПВВ та ФСВ.

Під час здійснення моніторингу технічного стану ТЗ з причепом отримана інформація проходила алгоритмічну обробку для формування повідомлень та масивів, які передавались на сервер та до автоматизованого робочого місця інженера-механіка технічної служби. Був розроблений програмний інтерфейс системи «СМV»

**У четвертому розділі** для виконання аналізу можливостей систем моніторингу сучасних вантажних ТЗ на *першому етапі* був проведений моніторинг параметрів технічного стану ТЗ і РПВВ на основі ТЗ Mercedes-Benz Astros 1841LS, під час рейсу за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижньопотавів (Росія). На протязі руху ТЗ на відстані 3027,66 км проводилась фіксація основних експлуатаційних параметрів ТЗ, РПВВ та ФСВ існуючими в Україна методами спостереження в реальному часі.

На *другому етапі* експериментів досліджувались основні техніко-економічні показники ТЗ на протязі всього маршруту, який було розділено на ділянки в залежності від формування геозон. В першу чергу при формуванні геозон орієнтувались на обмеження швидкості. Особливості формування геозон маршруту здійснювалось за швидкістю руху і полягало у виділенні обмежень на шляху руху ТЗ як на початку швидкісного обмеження так і наприкінці. Після аналізу умов використання ТЗ в умовах експлуатації на основі звіту системи CMV, було сформовано 240 геозон.

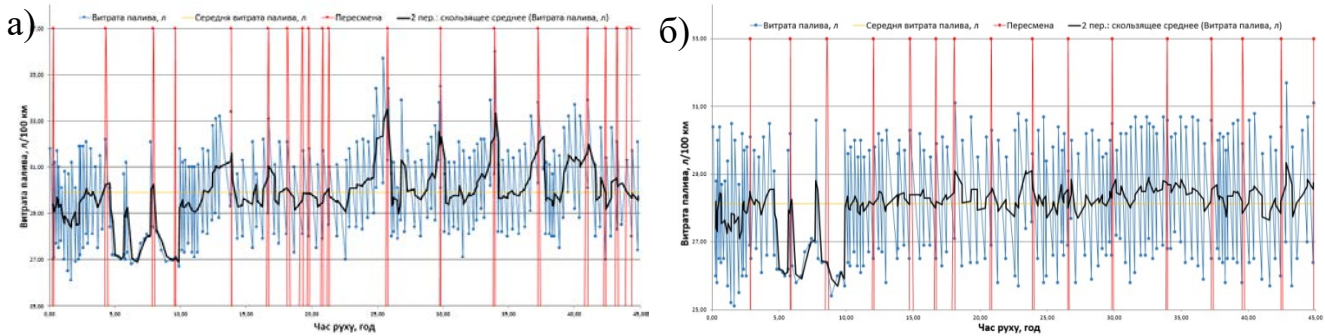
Після обробки даних та отримання фінального звіту про рух дослідного автомобіля з урахуванням геозон були отримані залежності зміни швидкості руху ТЗ від положення ділянки, відстані шляху і часу руху та залежності зміни витрати палива від відстані шляху та часу руху, рис. 3.



а) результати дослідження зміни середньої швидкості руху ТЗ на дослідних ділянках в межах відстані шляху: 1) в залежності від положення ділянки; 2) в залежності від відстані шляху; 3) в залежності від часу руху; б) результати дослідження зміни витрати палива ТЗ на дослідних ділянках в межах відстані шляху: 1) в залежності від відстані шляху; 2) в залежності від часу руху

Рисунок 3 – Зміни залежності швидкості руху ТЗ від положення ділянки, відстані шляху і часу руху та залежності зміни витрати палива від відстані шляху та часу руху

Після отримання всіх даних в реальному часі, з'явилась можливість побудови одної діаграми, на якій на показники витрати палива в залежності від часу в русі ТЗ, було накладено показники РПВВ. За допомогою сформованого тренда витрати палива було доведено експериментальним шляхом, що витрата палива після 3-3,5 годин безперервного управління вантажним засобом збільшується, як показано на рис. 4.



а) результати дослідження зміни витрати палива в залежності від часу руху ТЗ та РПВВ; б) результати розрахунків зміни витрати палива в залежності від часу руху ТЗ та оптимального РПВВ

Рисунок 4 – Показники витрати палива в залежності від часу в русі ТЗ

Для вирішення задачі забезпечення раціональної витрати палива вантажним ТЗ з урахуванням РПВВ, ФСВ в умовах експлуатації було запропонований підхід, який дозволяє дистанційно керувати нею в запропонованій системі CMV. Запишемо функціонал системного керування ТЗ з урахуванням РПВВ, ФСВ і складових здійснення вказаного процесу:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{упрТЗ} = (G_{ТЗсер}, v, s, t) = k_{v\Pi} + k_{vВИК} + k_{vp} + k_{онт} \Phi_{СВ} + k_{онт} РПВВ \rightarrow \max \\ G_{ТЗсер} \rightarrow \min \\ v \rightarrow \max \\ t \rightarrow \max \\ k_{v\Pi} \rightarrow \max \\ k_{vВИК} \rightarrow \max \\ k_{vp} \rightarrow \max \\ k_{онт} \Phi_{СВ} \rightarrow \max \\ k_{онт} РПВВ \rightarrow \max \end{array} \right. \quad (6)$$

В аналітичній формі оптимальне значення множини моделей параметрів управління технічним станом ТЗ, РПВВ, ФСВ не є можливим. Це пояснюється тим, що витрати палива ТЗ в УЕ залежать від типу маршруту, складності рельєфу дороги, ФСВ, коефіцієнту завантаження двигуна. Тому для вирішення поставленої задачі нелінійного програмування було використано метод повного перебору параметрів. В результаті проведених досліджень і розрахунків було визначено, що раціональна витрата палива вантажним транспортним засобом забезпечується при зміні екіпажу кожні три години.

Для опису основних техніко-економічних показників функціонування автомобіля і водія в залежності від змін умов роботи, а саме атмосферно-кліматичних, дорожніх, транспортних тощо. було введено два коефіцієнта – відносний коефіцієнт зміни швидкості руху (ВКЗШР) ТЗ, який прийнятий в якості основного критерію при визначенні групи умов експлуатації, можливо визначити за формулою

$$K_{Vp} = S / (t_{\text{пyx}} \cdot V_{a1}) \approx 1.43 \cdot S / (t_{\text{пyx}} \cdot V_{\text{max}}), \quad (7)$$

де  $V_{a1}$  – швидкість руху даного типу ТЗ на дорозі 1-ї групи ( $0,7 \cdot V_{\text{max}}$ ).

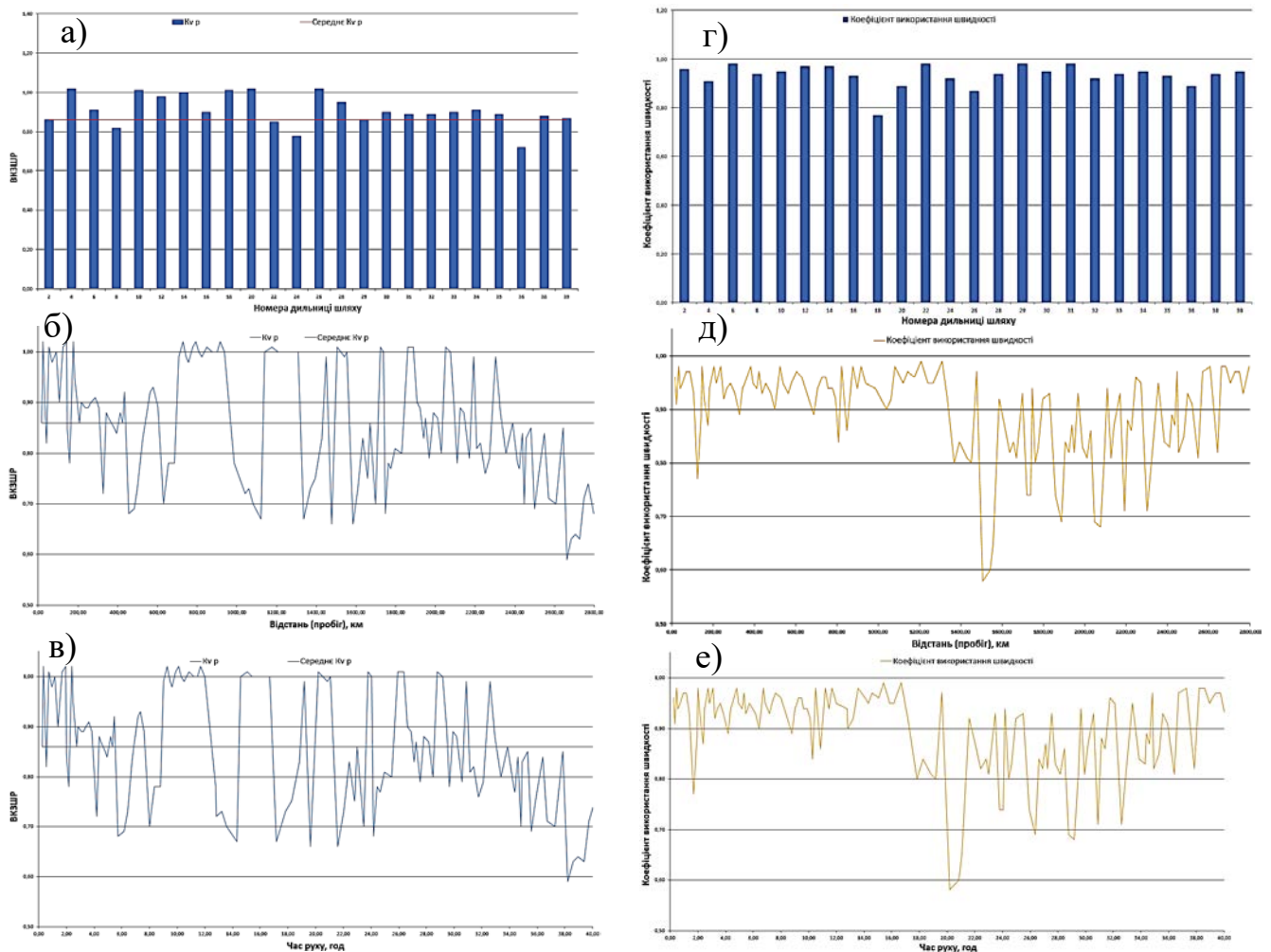
Для оцінювання швидкості руху ТЗ в умовах експлуатації вводимо коефіцієнт використання швидкості (КВШ), як відношення середньої швидкості на ділянці до обмеження швидкості. Визначається за формулою:

$$K_{V \text{ вик}} = V_{i \text{ сер}} / V_{i \text{ обм}},$$

де  $V_{i \text{ сер}}$  середня швидкість на і-тій ділянці,

$V_{i \text{ обм}}$  обмеження швидкості на і-тій ділянці.

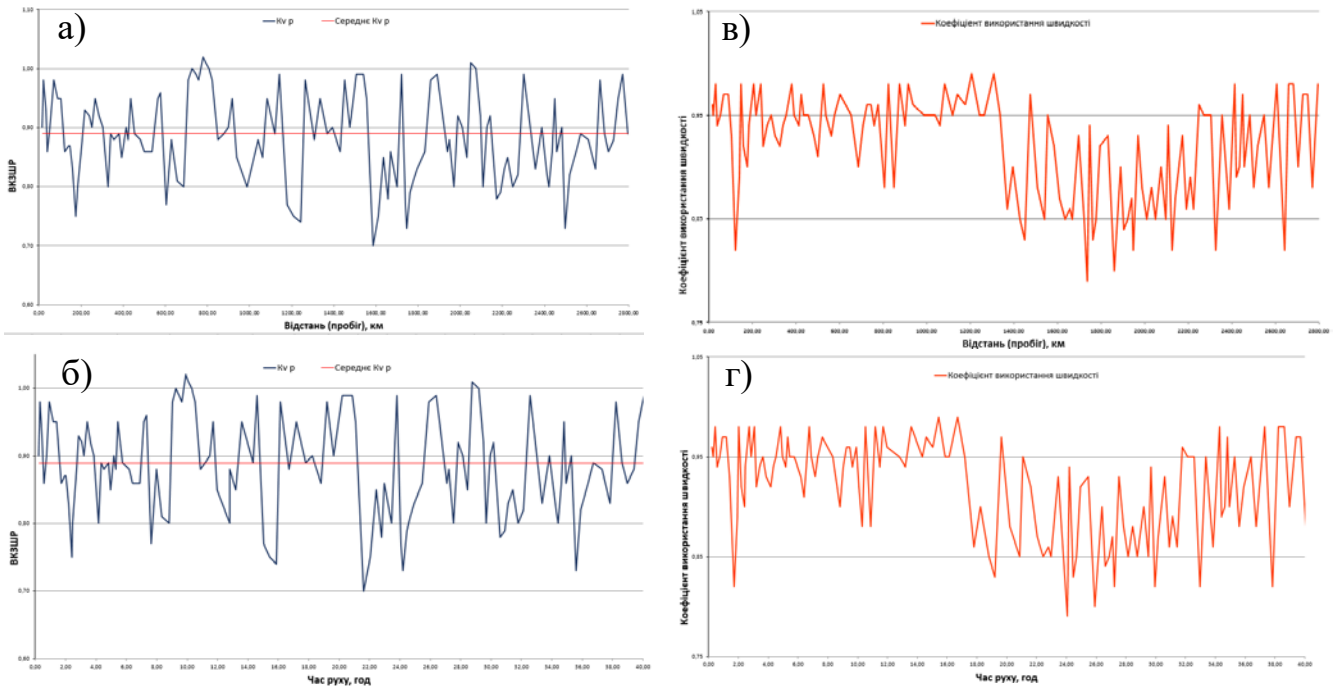
Експериментальні дослідження зміни ВКЗШР та КВШ



а) в залежності від положення ділянки; б) в залежності від відстані шляху; в) в залежності від часу руху; г) в залежності від положення ділянки; д) в залежності від відстані шляху; е) в залежності від часу руху

Рисунок 5 Результати дослідження зміни ВКЗШР та КВШ ТЗ на дослідних ділянках між населеними пунктами

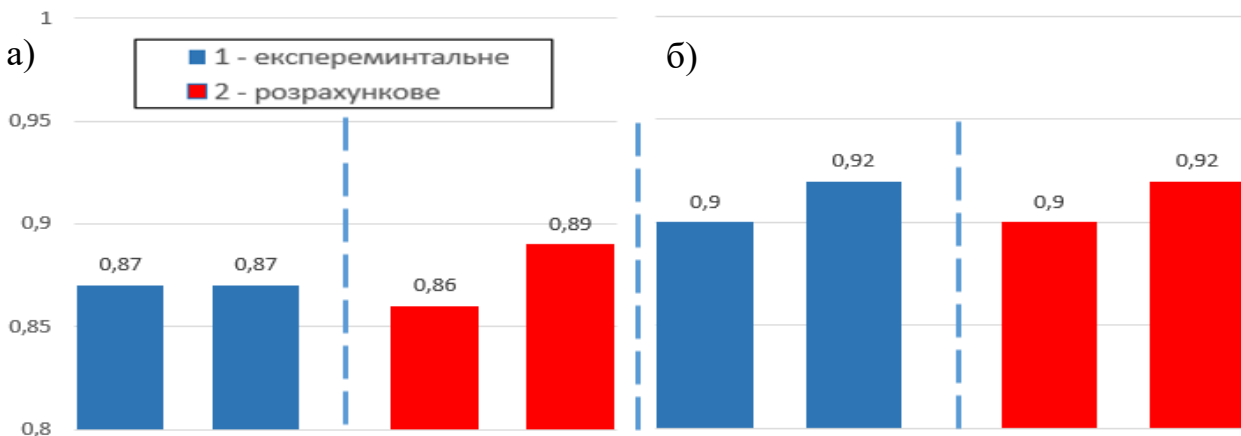
## Розрахункові значення ВКЗРШ та КВШ



а) в залежності від відстані шляху; б) в залежності від часу руху; в) в залежності від відстані шляху; г) в залежності від часу руху

Рисунок 6 Результати дослідження зміни ВКЗРШ та КВШ ТЗ на дослідних ділянках між населеними пунктами при оптимальному РПВВ

Завдяки розрахунковому визначенню оптимального РПВВ, та внаслідок цього, покращенню ФСВ, при дотриманні умови  $v \rightarrow \text{const}$ , зміни коефіцієнтів відбулися таким чином: Відносний коефіцієнт зміни швидкості руху (ВКЗРШ) між населеними пунктами змінився з 0,86 на 0,89, а в межах населених пунктів залишився не змінним. Коефіцієнт використання швидкості (КВШ) між населеними пунктами змінився з 0,9 на 0,92, а в межах населених пунктів змінився з 0,9 на 0,92



а) відносний коефіцієнт зміни швидкості руху; б) коефіцієнт використання швидкості  
Рисунок 7 – Зміна значення ВКЗРШ та КВШ внаслідок покращення РПВВ



## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена важлива науково-практична задача підвищення ефективності технічної експлуатації транспортних засобів удосконаленням методів оперативного контролю технічного стану транспортного засобу при зміні режимів праці та відпочинку і фізичного стану водіїв в умовах експлуатації шляхом розробки і застосування інформаційно-аналітичної системи дистанційного моніторингу. Результати проведених досліджень дозволили сформулювати основні теоретичні та науково-практичні висновки:

1. Аналіз сучасного стану теоретичних і практичних розробок щодо методів контролю технічного стану вантажного транспортного засобу, режимів праці та відпочинку (РПВВ) і фізичного стану водіїв (ФСВ) в змінних умовах експлуатації виявив, що традиційні методи не відповідають в цілому сучасним вимогам підтримання працездатності ТЗ і керування в оперативному режимі РПВВ, особливо забезпечуючи раціональну витрату палива. Для цього потрібно впровадження в технічну експлуатацію ТЗ систем дистанційного оперативного моніторингу технічного стану і керування РПВВ на основі інформаційно-комунікаційних комплексів у складі інформаційно-аналітичних систем.

2. Розроблено метод системної взаємодії та виконано формування інформаційно-аналітичної системи моніторингу параметрів технічного стану вантажного ТЗ з причепом на основі морфологічної матриці в змінних умовах експлуатації засобами ITS, який дозволяє дистанційно отримувати оперативну інформацію засобами ITS про зміну параметрів технічного стану, РПВВ і ФСВ й коректувати їх задля підтримання раціональної витрати палива на маршруті.

3. Розроблені моделі і інформаційно-аналітична система «СМV», що здатна забезпечувати оперативний контроль технічного стану вантажного ТЗ з причепом у поєднанні з РПВВ і ФСВ в умовах експлуатації. Загальна модель поєднує множини 90 інформаційних елементів системи моніторингу, множини 16 елементів чотирьох інформаційних груп. Ключовим елементом, з причини семантичної залежності одержуваних даних моніторингу параметрів системи є «Час збирання інформації». Розроблена модель і інформаційно-аналітична система «СМV» базується на положеннях теорії експлуатації ТЗ, включенні і системної взаємодії основних складових компонентів моніторингу засобів транспорту, таких як: вантажний транспортний засіб, причеп, реєстратори РПВВ і ФСВ, транспортна інфраструктура з інформацією про умови експлуатації ТЗ.

4. Розроблено бортовий інформаційно-комунікаційний комплекс для забезпечення оперативного контролю параметрів технічного стану вантажного ТЗ з причепом, зміни РПВВ і ФСВ в умовах експлуатації засобами ITS. Інформаційно-аналітична частина комплексу за допомогою розроблених алгоритмів, сформованої системи і технічних засобів моніторингу здатна забезпечувати визначення і поєднання інформації в частині середніх швидкостей руху на дільницях руху, витрати палива, відносного коефіцієнту зміни швидкості руху та коефіцієнту використання швидкості, які є основними орієнтирами при визначенні раціональної витрати палива ТЗ на маршруті руху ТЗ.

5. В результаті проведення експериментальних досліджень на маршруті Амстердам (Нідерланди) – Нижньопотів (РФ) було виконано оперативне дистанційне визначення параметрів технічного стану вантажного ТЗ з причепом, РПВВ і ФСВ, геозон експлуатації в залежності від заданих швидкостей руху на маршруті, витрати палива в залежності від умов експлуатації і їх обмін з автоматизованим робочим місцем оператора. Доведено експериментальним шляхом, що після 3-3,5 годин безперервного управління вантажним транспортним засобом у встановлених нормах часу РПВВ середня витрата палива збільшується в середньому на 5-7%. Середня витрата палива склала 29,9 л/100км.

6. Запропонована технологія і метод формування, обробки та дослідження результатів моніторингу параметрів технічного стану вантажного ТЗ з причепом, РПВВ і ФСВ в умовах експлуатації, що дозволяє отримати значення середніх швидкостей руху на ділянках руху в межах геозон, витрати палива, відносного коефіцієнту зміни швидкості руху та коефіцієнту використання швидкості за допомогою розробленого бортового інформаційного комплексу.

7. Проведено дослідження залежності зміни витрати палива в залежності від різних варіантів застосування РПВВ. В результаті виконання розрахунково-аналітичних досліджень було визначено, що найбільш раціональна витрата палива вантажним транспортним засобом на дослідному маршруті забезпечується при зміні екіпажу через кожні три години. При дотриманні умови підтримання сталої швидкості руху ТЗ, підтриманні раціональних значень РПВВ, отримали збільшення основних розрахункових коефіцієнтів, а саме: відносний коефіцієнт зміни швидкості руху між населеними пунктами підвищився з 0,86 до 0,89, а в межах населених пунктів залишився не змінним; коефіцієнт використання швидкості між населеними пунктами збільшився з 0,9 до 0,92, а в межах населених пунктів - з 0,9 до 0,92. Середня витрата палива склала 28,12 л/100км, що забезпечує 6 % економії палива.

8. Результати дисертаційної роботи прийняті до використання в ТОВ "Доминант Інвест", ПВКП «Реноме» і в ХДМА МОН України.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:*

1. Худяков І.В. Можливість застосування різних видів датчиків тиску для управління робочим процесом в ДВЗ. Науковий вісник Херсонської державної морської академії: Науковий журнал. Херсон: ХДМА. 2014. № 1(10). С.255-262. *Видання входить до МНБД: Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського НАН України, eLIBRARY, Російський індекс наукового цитування (РІНЦ).*

2. Грицук І.В., Володарець М.В., Худяков І.В., та ін. Інформаційна система моніторингу стану транспортних засобів в умовах ITS: загальний підхід до формування морфологічної матриці. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. Київ: ДУІТ. 2018. №32 том 2. С.113-122. *Видання входить до МНБД: Index Copernicus, DOAJ, Cite Factor, Google Scholar.*

3. Худяков І.В. Моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів. Луцький національний

технічний університет «Наукові нотатки». Луцьк: ЛНТУ. 2019 вип. 67. С.141-148. *Видання входить до МНБД: Російський індекс наукового цитування (РІНЦ).*

4. Черненко В.В., Грицук І.В., Дзигар А.К., Худяков І.В., Манжелей В.С., Погорлецький Д.С. Особливості застосування нормуючих показників режимів праці та відпочинку в умовах експлуатації на транспорті. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ. 2019. вип.19, т.4. С 310-319. *Видання входить до МНБД: Crossref, Google Scholar, eLibrary, AGRIS, «Україніка наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського.*

5. Грицук І.В., Матейчик В.П., Симоненко Р.В., Худяков І.В. Особливості дистанційної ідентифікації режимів роботи водія в інформаційній системі моніторингу транспортного засобу. Systemy i środki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia. Monografia nr.19. Seria:Transport. - Rzeszow. - 2019. - С. 7-15.

6. A. Golovan, I. Gritsuk V. Popeliuk O. Sherstyuk I. Honcharuk R. Symonenko V. Saravas M. Volodarets, M. Ahieiev, D. Pohorletskyi, I.Khudiakov, Features of Mathematical Modeling in the Problems of Determining the Power of a Turbocharged Engine According to the Characteristics of the Turbocharger, SAE Int. J. Engines 13(1):2020. doi:10.4271/03-13-01-0001. *Mode of access: SAE International / Scopus and Web of Science and referred to quartile Q1: Article ID: 03-13-01-0001. - Title from the screen.*

7. Худяков І.В., Симоненко Р.В., Грицук І.В., Матейчик В.П., Волков В.П., Білоусова Т.П., Володарець М.В. Особливості дистанційної ідентифікації режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. Київ: ДУІТ. 2020. вип.№35 С.146-156. *Видання входить до МНБД: Index Copernicus, DOAJ, Cite Factor, Google Scholar.*

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

8. Грицук І.В., Худяков І.В., Погорлецький Д.С., Манжелей В.С. Формирование морфологической структуры информационной системы мониторинга транспортных средств в условиях эксплуатации. Материалы Международной научно-практической конференции «Автомобиле– и тракторостроение». Беларусь, Минск, БНТУ. 24-27 мая 2019. Т.2. - С. 39-43.

9. Грицук І.В., Худяков І.В., Симоненко Р.В., Погорлецький Д.С., Манжелей В.С. Дослідження структури інформаційної системи моніторингу сучасних транспортних засобів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2019 року: збірник наукових праць Вінниця: ВНТУ. 2019. - С.65 - 68

10. Грицук І.В., Симоненко Р.В., Худяков І.В., Манжелей В.С., Погорлецький Д.С., Черненко В.В. Особливості розробки моделі бази даних інформаційної системи моніторингу транспортного засобу, оснащеного тахографом і трекером. Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні", 15-18 жовтня 2019 р., Харків: 2019. С.87-90

11. Грицук І.В., Черненко В.В., Дзигар А.К., Худяков І.В., Манжелей В.С. Формування системи дистанційного інформаційного контролю технічного стану

суднової енергетичної установки в умовах експлуатації. Матеріали II міжнародної науково-практичної морської конференції Одеського національного морського університету, 20-23 квітня 2020 р. Одеса: ОНМУ. 2020, С.302-308.

12. Худяков І.В., Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Черненко В.В., Манжелей В.С. Особливості системи дистанційного моніторингу комплексу експлуатації транспортного засобу. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2020) : збірка матеріалів XII Міжнародної науково-практичної конференції, 27-29 травня 2020 р. Херсон: ХДМА. 2020. С.84-86.

*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:*

13. Смирний М.Ф., Полив'янчук А.П., Грицук І.В., Худяков І.В., Погорлецький Д.С., Датчик вібрацій: пат. № 139498 Україна, МПК (2006): G01G 9/00, G01H 1/00./; № 201906163; заявл. від 03.06.19; опубл.10.01.20, бюл. №1.

### АНОТАЦІЯ

Худяков І.В. Удосконалення методів оперативного контролю технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» (275 – Транспортні технології). – Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Міністерство освіти і науки України, Харків, 2021 р.

Дисертація присвячена вирішенню задачі підвищення ефективності контролю технічної експлуатації транспортних засобів, режимами праці та відпочинку і фізичним станом водія на основі сучасних інформаційних технологій, які дозволяють здійснювати дистанційний моніторинг їх технічного стану з урахуванням змінних умов експлуатації.

Для вирішення вказаної задачі проведено дослідження, яке ставить за мету встановлення і розробку системних методів і засобів, що дозволяють проводити дистанційний моніторинг технічного стану вантажного ТЗ, фізичного стану і режиму праці та відпочинку водія, з урахуванням умов їх експлуатації. Система моніторингу охоплює основні задачі дослідження у частині формування інформаційної моделі режимів праці та відпочинку водія, технічного стану ТЗ, умов експлуатації ТЗ і можливості здійснення дистанційного оцінювання зміни режимів праці та відпочинку водія (РПВВ) в залежності від стану ТЗ та фізичного стану водія (ФСВ) з урахуванням умов експлуатації.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці методів дистанційного оперативного контролю технічним станом ТЗ, РПВВ та ФСВ, що дозволяють здійснювати ідентифікацію, моніторинг, діагностування з можливістю прогнозування їх стану в змінних умовах експлуатації.

*Ключові слова:* контроль технічного стану, параметри технічного стану, транспортний засіб, технічна експлуатація ТЗ, режим праці та відпочинку водія,

фізичний стан водія, моніторинг, діагностування, процес ідентифікації, інформаційна система, інтелектуальні транспортні системи, умови експлуатації.

## АННОТАЦІЯ

Худяков І.В. Совершенствование методов оперативного контроля технического состояния транспортного средства в условиях эксплуатации. Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических (доктора философии) наук по специальности 05.22.20 «Эксплуатация и ремонт средств транспорта» (275 - Транспортные технологии). - Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Министерство образования и науки Украины, Харьков, 2021 г.

Диссертация посвящена решению задачи повышения эффективности контроля технической эксплуатацией транспортных средств (ТС), режимами труда и отдыха и физическим состоянием водителя на основе современных информационных технологий, позволяющих осуществлять дистанционный мониторинг их технического состояния с учетом меняющихся условий эксплуатации.

Для решения указанной задачи проведено исследование, которое ставит целью установление и разработку системных методов и средств, позволяющих проводить дистанционный мониторинг технического состояния грузового ТС, режимов работы и отдыха водителя (РРОВ) и физического состояния водителя (ФСВ), с учетом условий их эксплуатации. Система мониторинга охватывает основные задачи исследования в части формирования информационной модели РРОВ, технического состояния ТС, условий эксплуатации ТС и возможности осуществления дистанционной оценки изменения РРОВ в зависимости от состояния ТС и ФСВ с учетом условий эксплуатации.

Прогнозирование состояния ТС проводится на основе сбора и обработки различной информации. Исходной информацией является значение параметров и условий эксплуатации технического состояния ТС, его отдельных агрегатов и систем, параметров эксплуатации (изменения, состояние, прогноз), экологические и энергетические параметры, безопасность перевозок и режимов работы водителя. Вся эта информация получается в реальном времени и сохраняется в базах данных. Информация полученная в системе оперативного контроля параметров средств транспорта для обработки формируются в массивы нормативно-справочной и диагностической информации, необходимые для организации процесса прогнозирования. Для этого используются специально разработанные программные средства.

Процесс прогнозирования представляет поэтапную процедуру обработки информации, поступающей из центра диагностики. Обработка информации ведется с целью решения двух комплексов задач: собственно прогнозирования и статистической обработки. Характер этих задач и условия их реализации обусловили структуру и состав технического и программного обеспечения,

необходимого для обеспечения процесса прогнозирования технического состояния автомобилей в автоматизированной системе.

Практическое значение полученных результатов заключается в разработке методов дистанционного оперативного контроля технического состояния ТС, РРОВ и ФСВ, что в свою очередь позволяет проводить идентификацию, мониторинг, диагностирование с возможностью прогнозирования их состояния в изменяющихся условиях эксплуатации.

*Ключевые слова:* контроль технического состояния, параметры технического состояния, транспортное средство, техническая эксплуатация ТС, режим труда и отдыха водителя, физическое состояние водителя, мониторинг, диагностирование, процесс идентификации, информационная система, интеллектуальные транспортные системы, условия эксплуатации.

### **ABSTRACT**

Khudiakov I.V. Improvement of methods of operative control of a technical condition of the vehicle in operating conditions. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences (doctor of philosophy) on a specialty 05.22.20 "Operation and repair of means of transport" (275 - Transport technologies). - Kharkiv National Automobile and Road University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2021.

The dissertation is devoted to the decision of a problem of increase of efficiency of control of technical operation of vehicles, modes of work and rest and a physical condition of the driver on the basis of modern information technologies which allow to carry out remote monitoring of their technical condition taking into account changing operating conditions.

To solve this problem, a study was conducted, which aims to establish and develop system methods and tools that allow remote monitoring of the technical condition of the truck, physical condition and mode of operation and rest of the driver, taking into account the conditions of their operation. The monitoring system covers the main objectives of the study in terms of forming an information model of work and rest of the driver, technical condition of the vehicle, operating conditions of the vehicle and the possibility of remote assessment of changes in work and rest of the driver (WRD) and the physical condition of the driver (PCD), taking into account the operating conditions.

The practical significance of the obtained results is to develop methods of remote operational control of the technical condition of vehicles, WRD and PCD, which allow identification, monitoring, diagnosis with the ability to predict their condition in variable operating conditions.

*Key words:* control of technical condition, parameters of technical condition, vehicle, technical operation of vehicle, mode of work and rest of driver, physical condition of driver, monitoring, diagnosis, identification process, information system, intelligent transport systems, operating conditions.

Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Ум. друк. арк. 1,25  
Підписано до друку 11.02.2021 року  
Тираж 130 примірників.

Видавництво  
Херсонська державна морська академія,  
просп. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000  
Тел. 49-20-20  
Ел. адреса: [rvv@ksma.ks.ua](mailto:rvv@ksma.ks.ua)

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої  
справи до Державного реєстру  
ДК № 4319 від 10.05.2012 р.