

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**КОЛОМІЄЦЬ СЕРГІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ**



УДК 502.17:656.13.071.8-049.5(043.3)

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОТРАНСПОРТНИХ  
ПІДПРИЄМСТВ**

21.06.01 – екологічна безпека

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Національному транспортному університеті Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Матейчик Василь Петрович,**  
Національний транспортний університет, м. Київ,  
професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, доцент  
**Глива Валентин Анатолійович,**  
Національний авіаційний університет, м. Київ,  
завідувач кафедри цивільної та промислової безпеки;

кандидат технічних наук  
**Нікітченко Юлія Станіславівна**  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
м. Київ,  
асистент кафедри екологічного менеджменту та  
підприємництва.

Захист відбудеться «23» травня 2019 року об 11<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.09 у Національному авіаційному університеті за адресою: 03680, м. Київ, проспект Космонавта Комарова, 1, корпус 12, ауд. 211.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного авіаційного університету за адресою: 03680, м. Київ, проспект Космонавта Комарова, 1 і на сайті [www.nau.edu.ua](http://www.nau.edu.ua).

Автореферат розісланий «22» квітня 2019 року.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради Д 26.062.09, к.т.н., доцент



Л.М. Черняк

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Автотранспортний комплекс є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища (НС). Рівні забруднення повітря оксидами азоту і вуглецю, вуглеводнями та іншими шкідливими речовинами (ШР) у більшості великих міст, за даними Гідрометслужби останніми роками перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК). На частку автотранспорту припадає близько третини від загального обсягу викидів ШР в атмосферу, а у мегаполісах ця величина досягає 85–90%, що створює істотні проблеми для здоров'я населення та стану довкілля загалом.

Існуючий рівень екологічної безпеки автотранспортного комплексу в цілому та основних його елементів визначається рівнем споживання енергії і ресурсів, забруднення НС викидами та відходами в процесі експлуатації транспортних засобів (ТЗ) та відновлення їх працездатності.

На рівні окремих автотранспортних підприємств (АТП) істотний вплив на рівень екологічної безпеки ТЗ має якість та своєчасність робіт з їх технічного обслуговування (ТО) і ремонту, оскільки технічні несправності окремих систем ТЗ можуть призводити до значного збільшення витрати палива та викидів ШР. До актуальних завдань функціонування АТП разом із забезпеченням заданого рівня технічного стану ТЗ відносяться моніторинг показників енерго- та ресурсоспоживання, викидів та відходів в технологічних процесах відновлення працездатності ТЗ для визначення поточного рівня екологічної безпеки підприємства та постійна реалізація заходів, спрямованих на зниження споживання палива та ресурсів, забруднення НС викидами та відходами.

Вирішенню актуальних питань моніторингу екологічних впливів технологічних процесів та розробленню методів оцінювання та способів підвищення екологічної безпеки АТП присвячене дисертаційне дослідження.

**Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась згідно з планами наукових досліджень кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету в межах науково-дослідних проектів «Розроблення інформаційно-аналітичної системи аналізу та прогнозування інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища транспортними потоками» (державний реєстраційний номер 0112U004449), «Удосконалення та розроблення методів екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності» (державний реєстраційний номер 0112U004448), «Теоретичні основи створення інтелектуальних систем моніторингу забруднення придорожного середовища транспортними потоками» (державний реєстраційний номер 0115U002273), «Розроблення та удосконалення методів та способів підвищення екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності» (державний реєстраційний номер 0115U002292).

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є підвищення екологічної безпеки автотранспортних підприємств шляхом мінімізації енергоспоживання та забруднення НС шкідливими викидами і відходами під час технологічних процесів відновлення працездатності ТЗ.

Досягнення мети забезпечується вирішенням таких **завдань**:

1. Аналіз існуючих методів оцінювання екологічної безпеки ТЗ і АТП та способів зниження енергоспоживання та забруднення НС викидами та відходами.

2. Розроблення методики та моделі оцінювання рівня екологічної безпеки АТП за споживанням енергії і ресурсів, викидів та відходів у процесі відновлення працездатності ТЗ.

3. Експериментальне дослідження впливу технологічних процесів відновлення працездатності ТЗ на рівень енергоспоживання, забруднення НС викидами та відходами технологічних процесів АТП.

4. Дослідження впливу структури парку ТЗ та технологічних режимів у процесі відновлення працездатності ТЗ на величину енергоспоживання, викидів та відходів АТП.

5. Формування рекомендацій щодо визначення пріоритетних напрямів і завдань для підвищення екологічної безпеки АТП.

**Об'єктом** дослідження є технологічні процеси АТП, які впливають на рівень його екологічної безпеки через використання енергії та ресурсів, забруднення НС шкідливими викидами та відходами.

**Предметом** дослідження є оцінювання впливу структури парку ТЗ та характеристик окремих технологічних процесів АТП на витрату палива та ресурсів, забруднення НС шкідливими викидами і відходами та визначення рівня екологічної безпеки АТП.

**Методи дослідження.** У роботі використано методи порівняльного аналізу, методи оцінювання і прогнозування рівня екологічної безпеки АТП, експертні методи для формування комплексу окремих, групових та інтегральних критеріїв для оцінювання екологічної безпеки АТП, методи математичного моделювання та об'єктно-орієнтованого програмування під час розроблення програмного модуля «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»».

#### **Наукова новизна одержаних результатів.**

1. Уперше розроблено математичну модель для оцінювання рівня екологічної безпеки АТП на основі витрат палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів, яка відрізняється від існуючих врахуванням типу ТЗ, особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу ТЗ.

2. Удосконалено комплекс критеріїв оцінювання екологічної безпеки АТП, який відрізняється від існуючих ступенем диференціації оцінювання окремих стаціонарних і пересувних джерел шкідливого впливу підприємства, об'єднаних у групи за чинниками витрат ресурсів, викидів та відходів та інтеграцією усіх шкідливих чинників у єдину функцію мети, яка однозначно визначає рівень екологічної безпеки АТП.

3. Отримано закономірності зміни окремих, групових та інтегрального критеріїв екологічної безпеки АТП, які відрізняються від існуючих врахуванням впливу структури парку ТЗ параметрів та технологічних процесів підприємства на величину витрати енергії і ресурсів, викидів та відходів.

#### **Практичне значення отриманих результатів.**

1. Запропоновано узагальнений технологічний цикл процесу відновлення

працездатності ТЗ для оцінювання впливу технологічних операцій на рівень екологічної безпеки АТП.

2. Розроблено методику оцінювання рівня екологічної безпеки АТП на основі витрат палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів з урахуванням особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, типу ТЗ, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу.

3. Розроблено програмний модуль моніторингу витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів у технологічних процесах АТП (отримано три свідоцтва про авторське право на науковий твір та програму).

4. Запропоновано практичні рекомендації щодо вибору параметрів технологічних процесів підприємства та структури парку ТЗ для підвищення рівня екологічної безпеки АТП.

Результати досліджень впроваджено АП №2 КП «Київпаstrанс» та Департаментом екології та природних ресурсів Київської обласної державної адміністрації.

Матеріали роботи застосовуються в навчальному процесі Національного транспортного університету під час викладання дисциплін «Екологічна безпека», «Екологічно чисті виробництва і технології» та «Еколого-економічне управління транспортом міст».

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачем особисто сформульовано мету, завдання дослідження та наукові положення дисертаційної роботи; проведено літературні та патентні пошуки; розроблено програму досліджень і натурних обстежень характеристик технологічного процесу АТП та ТЗ; взято участь у проведенні експериментів, здійснення необхідних розрахунків, статистичному обробленні та інтерпретації результатів досліджень; описано алгоритми програмних продуктів, створених за співавторства; апробовано отримані результати дослідження.

Наукові результати, отримані в дисертаційній роботі та винесені на захист, одержані автором і відображені у наукових працях і електронних ресурсах. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, використано лише ті ідеї і положення, які є результатом особистого дослідження. Внесок автора у працях, опублікованих за співавторства, конкретизовано у списку праць за темою дисертації.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати досліджень представлено і обговорено на 10 конференціях, у тому числі: на конференціях професорсько-викладацького складу Національного транспортного університету (м. Київ, 2013–2016), науково-технічної конференції 5-е Луканинские чтения «Решение энергоэкологических проблем в автотранспортном комплексе» (Москва, 2011), науково-практичній конференції молодих учених та студентів «Проблеми і перспективи розвитку автомобільної галузі» (Донецьк, 2011), IX и XI международной научно-технической конференции БНТУ «Наука – образованию, производству, экономике» (Минск, 2011, 2013), III Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (Харків, 2017), III Міжнародній науково-практичній

конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» (Львів, 2018).

У повному обсязі результати дослідження представлено і обговорено на засіданні кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету.

**Публікації.** За темою дисертаційного дослідження опубліковано 12 наукових праць, серед яких: три розділи в монографіях (два видані за кордоном), вісім статей у фахових наукових виданнях, одна стаття у закордонних наукових виданнях, опубліковано 10 тез доповідей науково-технічних конференцій. За результатами досліджень отримано три свідоцтва про реєстрацію авторського права.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертацію викладено на 121 сторінці друкованого тексту основної частини, яка складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації становить 164 сторінки і включає 48 рисунків, 33 таблиці, список використаних джерел із 140 найменувань та 5 додатків. Обсяг, що займають ілюстрації, таблиці, список використаних джерел і додатки становить 43 сторінки.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дослідження, визначено його мету, завдання, об'єкт, предмет і методи, зв'язок роботи з науковими програмами і темами, розкрито наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, вказано особистий внесок здобувача, зазначено стан апробації і впровадження результатів досліджень.

У **першому розділі** проаналізовано існуючий рівень екологічної безпеки автотранспортного комплексу в цілому та основних його елементів. Зокрема, визначено структуру існуючого парку ТЗ за типами та екологічними класами і шкідливий вплив ТЗ в межах кожного класу, а також на окремих етапах його життєвого циклу. На підставі виконаного аналізу обґрунтовано актуальність вирішення проблеми підвищення екологічної безпеки основних елементів автотранспортного комплексу та встановлено основні способи вирішення цієї проблеми.

Питанням забруднення НС автомобільним транспортом присвячено велику кількість наукових досліджень. Зокрема, поліпшенню екологічних показників окремих ТЗ присвячено дослідження Ю. Ф. Гутаревича, А. Г. Говоруна, В. І. Сарбаєва, А. М. Редзюка та інших. У роботах В. П. Матейчика, Н. В. Внукової, В. А. Гливи, Г. М. Желновач, І. В. Грицука, Ю. В. Трофименка, В. Н. Луканина, Ю. С. Нікітченко запропоновано методи оцінювання і прогнозування шкідливого впливу експлуатації ТЗ та організації процесу їх обслуговування на рівень забруднення НС. Питання підвищення ефективності роботи АТП розкриті в роботах Ю. Ф. Гутаревича, В. А. Звонова, О. А. Лудченко, П. М. Каніло, В. Ф. Приміського, І. П. Курникова та ін.

Разом з тим, питання впливу технологічних процесів відновлення працездатності ТЗ на рівень екологічної безпеки АТП досліджене ще недостатньо, що зумовлює необхідність виконання дисертаційного дослідження та визначає його мету і завдання.

**Другий розділ** присвячено розробленню методики оцінювання рівня екологічної безпеки АТП на основі витрат палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів у технологічних процесах відновлення працездатності ТЗ.

Теоретичною основою розроблення методики оцінювання рівня екологічної безпеки АТП є системний підхід, розвинутий у дослідженнях екологічних аспектів автомобільного транспорту відомих науковців: Ю. Ф. Гутаревича, В. П. Матейчика, В. Н. Луканіна, П. М. Каніла та ін.

Рівень екологічної безпеки АТП, як елемента автотранспортного комплексу, визначається об'ємами виконаних робіт з ТО і ремонту ТЗ, які, своєю чергою, характеризуються об'ємами витрат палив, експлуатаційних матеріалів, електроенергії, викидів ШР та утворених відходів, що є елементами шкідливого впливу АТП на НС.

В основі методики лежить математична модель, яка дає змогу визначати витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів з урахуванням особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, типу ТЗ, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу ТЗ. Структуру математичної моделі оцінювання рівня екологічної безпеки АТП наведено на рис. 1.

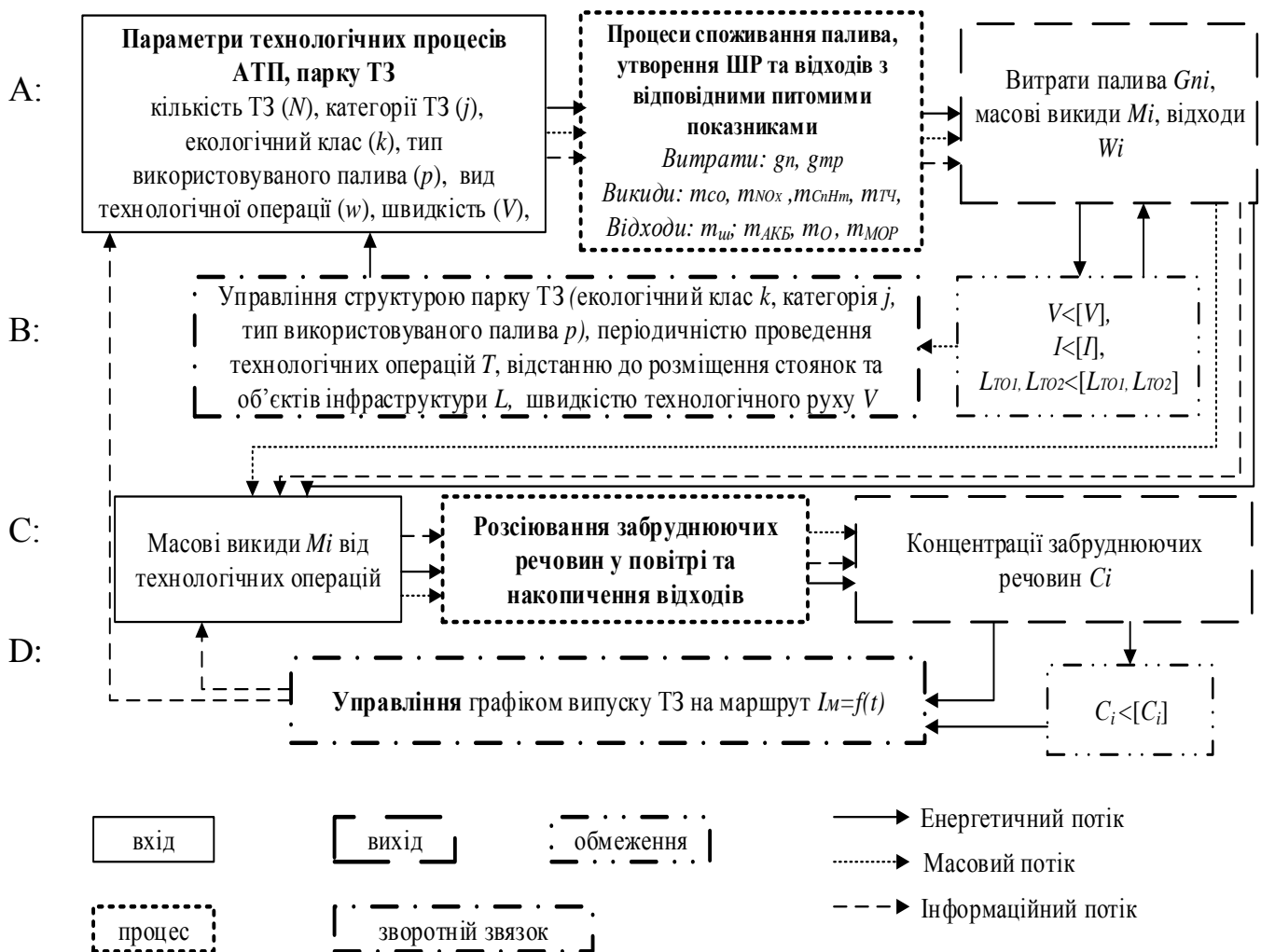


Рис. 1. Структура математичної моделі оцінювання екологічної безпеки АТП

Параметрами входу є характеристики парку обслуговуваних ТЗ, що складається із шести категорій ТЗ  $j$  (М1, М2, М3, N1, N2, N3) і семи екологічних класів  $k$  (від Євро-0 до Євро-6), які можуть використовувати чотири види палива  $p$  (дизельне паливо, бензин, зріджений нафтовий газ та стиснений природний газ) і характеристики п'яти видів технологічних операцій з ТО і ремонту  $w$  (щоденне ТО, ТО-1, ТО-2, поточний ремонт, капітальний ремонт). Періодичність проведення основних технологічних впливів ТО і ремонту протягом життєвого циклу ТЗ визначається нормативними документами та рекомендаціями заводів-виробників. Технологічний цикл руху ТЗ територією підприємства характеризується швидкістю усталеного руху в технологічному циклі  $V$  та маршрутами з відповідною протяжністю  $L$  у заданих умовах.

Під час відновлення працездатності ТЗ основними процесами (*рівень А*), які визначають рівень їх екологічної безпеки, є процеси споживання палива, утворення ШР та відходів з відповідними питомими показниками, пробігових витрат палива та викидів ШР окремих ТЗ, утворення відходів від відповідних видів технологічних операцій.

Для проведення адекватного прогностичного оцінювання витрати палива та викидів ШР ТЗ під час технологічного руху запропоновано узагальнений технологічний їздовий цикл (рис. 2), що передбачає наступні режими роботи:

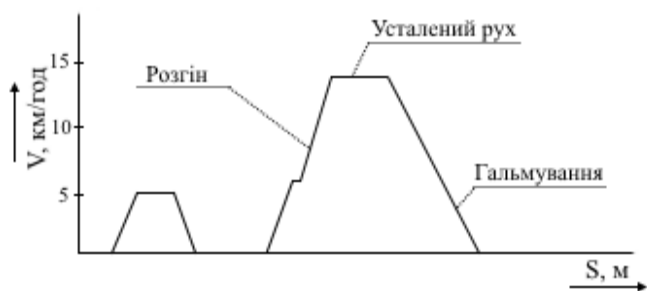


Рис. 2. Запропонований технологічний їздовий цикл для визначення витрати палива та викидів ШР ТЗ

прогрівання двигуна; розгін ТЗ до швидкості усталеного руху, величина якої коливається в межах 5...15 км/год; рух ТЗ зі сталою швидкістю на певній ділянці технологічного маршруту; уповільнення та зупинка ТЗ; робота двигуна в режимі мінімальної частоти обертання холостого ходу під час зупинки в місцях проведення технологічних операцій з ТО і ремонту.

Зокрема, питомі витрати палива ( $g_{pj}$ ) визначаються як функції від

швидкості  $V$  ТЗ:

$$g_{pj} = a_0 + a_1 \cdot V + a_2 \cdot V^2 + a_3 \cdot V^3 + a_4 \cdot V^4 + a_5 \cdot V^5.$$

Наприклад, залежність для визначення витрати палива ТЗ для категорії М2, який працює на дизельному паливі (D), має вигляд, г/км:

$$g_{DM2} = -3.87 + 0,4584 \cdot V - 0,0055 \cdot V^2 + 0,00019 \cdot V^3.$$

Питомі викиди оксиду вуглецю  $CO$ , вуглеводнів  $C_mH_n$ , оксидів азоту  $NO_x$  та твердих часток  $PM$  визначаються за такими ж поліноміальними моделями, що і питомі витрати палива. Наприклад, залежність для визначення питомих викидів  $m_{NO_x}$  ТЗ категорії М3, який працює на дизельному паливі, має вигляд, г/км:

$$m_{NO_x,DM3} = 2,7928 - 0,0776 \cdot V + 0,00239 \cdot V^2 + 0,00005 \cdot V^3.$$

Для оцінювання обсягів утворення відходів в АТП у вигляді зношених шин  $m_{Ш}$ , відпрацьованих акумуляторних батарей  $m_{АКБ}$ , оливи  $m_O$  та мастильно-



охладжуючих рідин  $m_{MOP}$  від процесів *рівня А* під час відновлення працездатності ТЗ використовується розрахунково-параметричний метод, що враховує кількість ТЗ та їх пробіг, ресурс відповідних витратних матеріалів у конкретних умовах експлуатації.

Виходом процесу на *рівні А* є витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів.

Масова витрата  $G_i$   $p$ -го виду палива як сума питомих витрат окремих ТЗ, г/с:

$$G_i = \frac{1}{3600} \cdot N \cdot \sum_{j=1}^6 \sum_{p=1}^4 (m_{jp} \cdot \gamma_{jp} \cdot V_j)$$

де  $N$  – кількість ТЗ на АТП, що беруть участь у технологічному циклі руху;  $m_{jp}$  – питомі витрати  $p$ -го виду палива ТЗ  $j$ -ї категорії, г/км;  $\gamma_{jp}$  – частка ТЗ  $j$ -ї категорії  $p$ -го виду палива  $\sum \gamma_{jp} = 1$ .

Масові викиди  $i$ -ї ШР парком ТЗ АТП  $M_i$  як сума питомих викидів окремих ТЗ, г/с:

$$M_i = \frac{1}{3600} \cdot N \cdot \sum_{j=1}^6 \sum_{p=1}^4 \sum_{k=1}^7 (m_{ikp} \cdot \gamma_{kjp} \cdot k_j \cdot V_j),$$

де  $N$  – кількість ТЗ на АТП, що приймають участь у технологічному циклі руху;  $m_{ikp}$  – питомі викиди  $i$ -ї забруднювальної речовини ТЗ  $j$ -ї категорії базового екологічного класу, який використовує  $p$ -й вид палива при визначеній швидкості руху ТЗ, г/км;  $\gamma_{kjp}$  – частка ТЗ  $j$ -ї категорії  $k$ -го класу Євро  $p$ -го виду палива  $\sum \gamma_{kjp} = 1$ ;  $k_k$  – коефіцієнт приведення до норм  $k$ -го класу Євро;  $V_j$  – поточна швидкість руху ТЗ  $j$ -ї категорії у технологічному циклі, км/год.

Відходи  $i$ -го виду від окремих типів технологічних операцій з ТО і ремонту ТЗ АТП  $W_i$  як сума окремих видів відходів від окремих ТЗ, т/рік:

$$W_i = N \cdot \sum_{j=1}^6 \sum_{w=1}^4 (m_{ik} \cdot \gamma_j),$$

де  $N$  – кількість ТЗ на АТП;  $m_{ik}$  – об'єм утворення  $i$ -го виду відходів ТЗ  $j$ -ї категорії, т/рік;  $\gamma_j$  – частка ТЗ  $j$ -ї категорії  $\sum \gamma_j = 1$ .

Управління процесами *рівня А*, з метою зменшення витрат палива, викидів ШР та відходів для підвищення екологічної безпеки АТП, здійснює підсистема зворотного зв'язку на *рівні В* шляхом зміни складу парку ТЗ (екологічний клас  $k$ , категорія  $j$ , тип використовуваного палива  $p$ ), періодичності проведення технологічних операцій  $T$ , відстанню до розміщення стоянок та об'єктів інфраструктури  $L$ , швидкістю технологічного руху  $V$ . Обмеженнями системи виступають швидкість руху ТЗ  $V < [V]$  в технологічному циклі ТО і ремонту, графіку випуску ТЗ на маршрут  $Im < [Im]$  та пробігом до ТО1 і ТО2  $L_{TO1}, L_{TO2} < [L_{TO1}, L_{TO2}]$ .

Вихід *рівня А* визначає вхід процесів *рівня С* – масові викиди від

технологічних операцій. Розсіювання ШР визначає концентрації цих речовин у повітрі контрольованої ділянки на відстані  $x$  від лінії технологічного маршруту ТЗ  $C_i, \text{мг/м}^3$ , які визначені за моделлю розсіювання Гауса.

Обмеженням системи на рівні  $D$  виступають ГДК ШР у повітрі ( $C_i < [C_i]$ ).

Управління процесами рівня  $C$  з метою мінімізації концентрацій ШР у повітрі АТП здійснюється за допомогою зворотних зв'язків на рівні  $D$  шляхом впливу на графік випуску ТЗ на маршрут  $I_m=f(t)$ .

З метою комплексного оцінювання впливу окремих технологічних процесів АТП та структури парку ТЗ на рівень екологічної безпеки АТП, а також вибору ефективних способів її підвищення проведено попередній аналіз екологічних аспектів окремих технологічних процесів ТО і ремонту ТЗ. За результатами аналізу з аспектів витрат окремих видів енергоресурсів, викидів окремих ШР та утворення окремих видів відходів визначено 10 найсуттєвіших окремих критеріїв екологічної безпеки, які було згруповано в групові та інтегральний критеріїв екологічної безпеки. Наприклад, окремі критеріїв витрат енергоресурсів, викидів ШР та утворення відходів зведені до відповідних групових критеріїв  $K_{BE}, K_{BIII}, K_{BB}$ :

$$K_{BE} = \sum_{i=1}^3 \beta_i \cdot \frac{E_i}{E_{i\delta}}, \quad K_{BIII} = \sum_{i=1}^4 \delta_i \cdot \frac{C_i}{C_{i\delta}}, \quad K_{BB} = \sum_{i=1}^7 \gamma_i \cdot \frac{B_i}{B_{i\delta}}.$$

де  $E_i, E_{i\delta}$  – значення окремих  $i$ -х критеріїв витрат енергії і ресурсів досліджуваного АТП та їх бажаний рівень;  $C_i, C_{i\delta}$  – значення окремих  $i$ -х критеріїв викидів ШР досліджуваного АТП та їх бажаний рівень;  $B_i, B_{i\delta}$  – значення окремих  $i$ -х критеріїв відходів досліджуваного АТП та їх бажаний рівень;  $\beta_i, \delta_i, \gamma_i$  – вагові коефіцієнти відповідно окремих видів витрат, викидів, відходів ( $\sum \beta_i = 1; \sum \delta_i = 1; \sum \gamma_i = 1$ ).

На основі групових критеріїв витрат енергоресурсів  $K_{BE}$ , викидів ШР  $K_{BIII}$  та утворення відходів  $K_{BB}$  сформовано інтегральний критерій екологічної безпеки АТП, що має вигляд:

$$K_{EB} = \alpha_1 \cdot K_{BE} + \alpha_2 \cdot K_{BIII} + \alpha_3 \cdot K_{BB},$$

де  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – вагові коефіцієнти складових показників екологічної безпеки АТП ( $\sum \alpha_i = 1$ ).

Значення вагових коефіцієнтів групових та інтегрального критеріїв екологічної безпеки АТП визначались методом експертних оцінок з урахуванням досліджень та оцінок інших авторів, технічних характеристик ТЗ та технологічного процесу підприємства.

За величиною, зворотною до інтегрального критерію, сформовано одновимірну цільову функцію для оцінювання рівня екологічної безпеки АТП:

$$R_{EB} = \frac{1}{K_{EB}} \Rightarrow 1.$$

Запропоновано значення ступенів рівня екологічної безпеки, які дозволяють визначати зони безпечного АТП (табл. 1).

На основі розробленої математичної моделі оцінювання рівня екологічної безпеки АТП створено програмний модуль моніторингу «Service Fuel Eco «NTU-

*HADI - 12*», захищений трьома свідоцтвами про авторське право на науковий твір та програму. Інтерфейс програмного модуля наведено на рис. 3.

Таблиця 1

### Ступені рівня екологічної безпеки АТП

Ступені рівня екологічної безпеки	Значення $R_{EB}$
Цілком безпечний	(1,00–0,80)
Безпечний	(0,80–0,63)
Середньо безпечний	(0,63–0,37)
Небезпечний	(0,37–0,2)
Особливо небезпечний	(0,2–0,00)

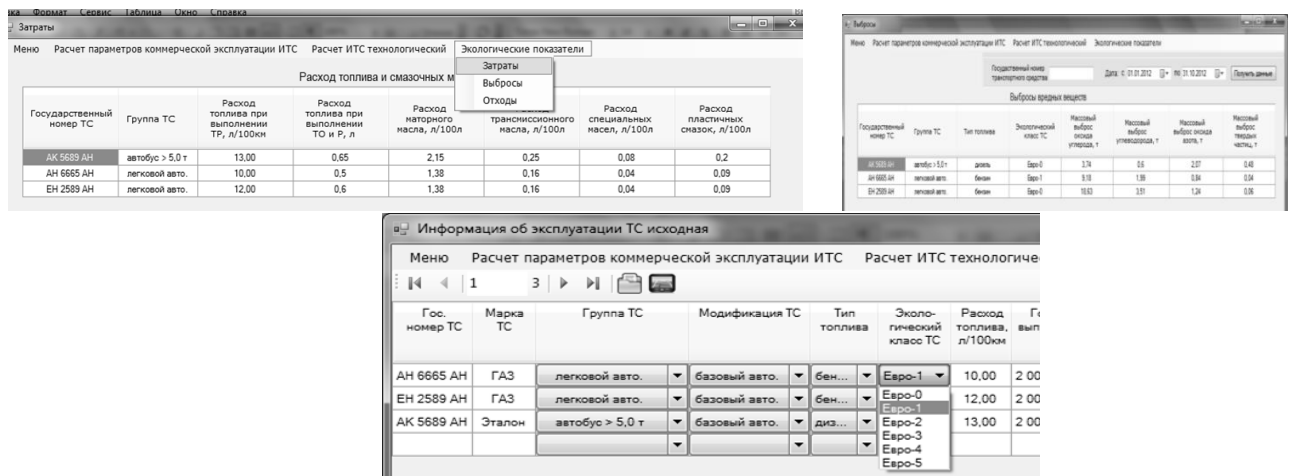


Рис. 3. Інтерфейс програмного модуля «Service Fuel Eco «NTU-HADI - 12»

Розроблений програмний модуль забезпечує визначення витрати енергії та ресурсів, утворення ШР і відходів з урахуванням особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, типу ТЗ, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу ТЗ у автоматизованому режимі.

У **третьому розділі** наведено загальну характеристику об'єкта експериментального дослідження, яким було обрано автобусний парк АП №2 КП «Київпастрас», що є типовим за організаційною та технологічною структурою для України загалом і м. Києва зокрема. Основним видом діяльності підприємства є міські пасажирські перевезення автомобільним транспортом. Структуру парку складають 240 автобусів різних класів, марок і моделей, які обслуговують пасажирів за 72 маршрутами м. Києва. Основу парку складають автобуси ЛАЗ чотирьох модифікацій, МАЗ чотирьох модифікацій, «Богдан» трьох модифікацій, мікроавтобуси та автомобілі допоміжних служб. Підприємство забезпечує весь комплекс робіт з ТО і ремонту ТЗ у відповідних виробничих приміщеннях, що і спричиняє його активний шкідливий вплив на НС у вигляді витрат енергетичних і матеріальних ресурсів, викидів ШР та відходів.

Мета експериментальних досліджень – визначення екологічних та енергетичних показників для уточнення окремих залежностей математичної моделі технологічного руху ТЗ в процесах ТО і ремонту та перевірки її адекватності; аналіз статистичних даних обсягів утворення окремих видів відходів; визначення вагових

коефіцієнтів групових та інтегрального критеріїв екологічної безпеки АТП.

Аналіз структури парку автобусів, які експлуатувались АП №2 станом на 01.01.2017 р., дав змогу вибрати серед 24 моделей автобусів шість типових моделей ТЗ, сумарна кількість яких становить понад 80 % від загальної кількості ТЗ об'єкта експериментальних досліджень. Усі ТЗ, що експлуатуються підприємством, використовують дизельне паливо. Коротку характеристику автобусів, що використовувались для проведення експериментальних досліджень, як базовий склад парку ТЗ наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика базового парку ТЗ АП №2

Автобуси	Кількість	Категорія	Відповідність нормам ЄВРО	Розміри, мм			Пасажиromісткість
				Д	Ш	В	
«Богдан» А 092	22	М2	ЄВРО-2	7420	2370	2850	45
«Богдан» А 144	18	М3	ЄВРО-2	9800	2500	2960	80
ЛАЗ А 183	73	М3	ЄВРО-3	12 000	2550	3060	100
МАЗ 103	53	М3	ЄВРО-3	11 985	2500	2838	100
МАЗ 203	42	М3	ЄВРО-3	12 000	2550	3040	105
МАЗ 107	35	М3	ЄВРО-4	14 480	2500	2850	125

На рис. 4 зображено основні маршрути технологічного руху ТЗ, що є базовими для АП № 2 та обрані під час проведення дослідження, а також вказані відстані між зонами обслуговування та відновлення працездатності ТЗ.

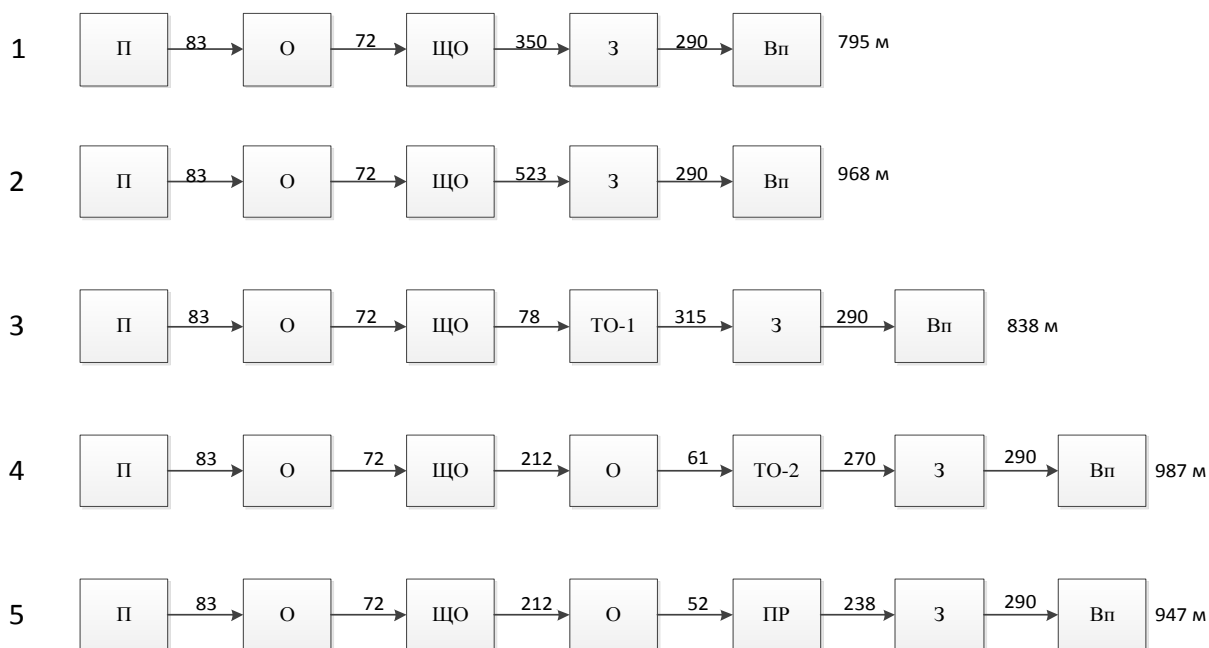


Рис. 4. Маршрути технологічного руху та відстані між ними: П – повернення; О – очікування; З – зберігання; Вп – випуск; ТО – технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2); ПР – поточний ремонт.

Найчастішим є перший технологічний маршрут руху. Він передбачає: повернення з маршруту; перебування в зоні очікування; виконання операцій ЩО; зберігання ТЗ; випуск на маршрут через КПП. Довжина такого маршруту руху дорівнює 795 м.

Другий маршрут порівняно з першим додатково містить операцію заправлення паливом, що зумовлює збільшення його довжини до 968 м. Такий маршрут буде повторюватись кожні 3 – 4 дні.

Технологічний рух за третім маршрутом завдовжки 838 м буде здійснюватися приблизно 14 разів за рік, оскільки ТО-1 здійснюють через 4000км.

Маршрут руху, який містить ТО-2, автобус проїде чотири рази за рік. Поточний ремонт здійснюється за потреби, тому маршрут руху № 5 можливий декілька разів протягом року. План АП № 2 та схему зазначених технологічних маршрутів руху ТЗ зображено на рис. 5.

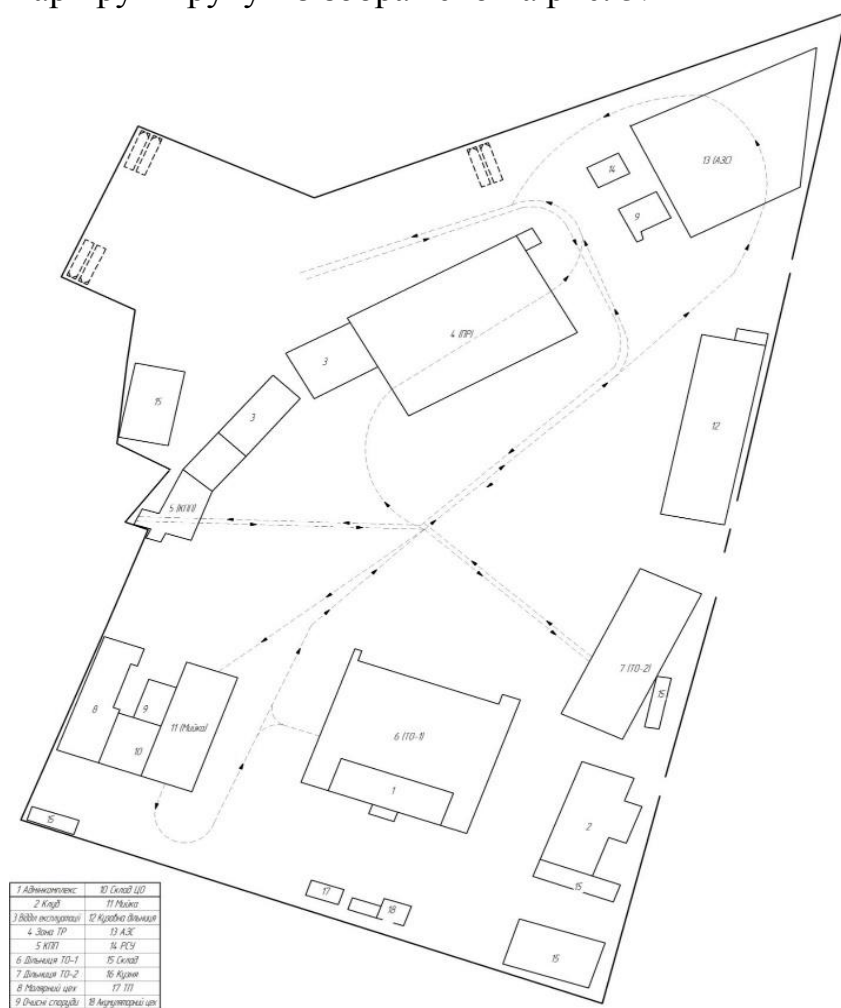


Рис. 5. План АП № 2 та схеми технологічних маршрутів руху ТЗ

Базовими умовами НС визначено відстань від точки спостереження до краю проїзної частини 7,5 м та атмосферні умови: швидкість вітру – 1,5 м/с, напрямок вітру відносно осі дороги – 90° та денна частина доби із сильною сонячною радіацією. Витрати палива та пробіг визначались з використанням встановлених в автобусах GPS/GSM-терміналів та датчиків рівня палива в баці. Вимірювання концентрації  $CO$  та  $NO_x$  проводилося за допомогою автоматичного стаціонарного багатокомпонентного газоаналізатора 603EX01M, призначеного для безперервного моніторингу забруднення повітря.

Перевірка адекватності окремих залежностей, що описують витрату палива та

викиди ШР залежно від швидкості руху окремих ТЗ різних категорій, показала, що коефіцієнти кореляції експериментальних та розрахункових даних мають значення 0,82–0,92, що свідчить про достатній рівень адекватності цих залежностей. Адекватність моделювання об'ємів накопичених відходів АП № 2 перевірена на підставі аналізу звітності підприємства за період 2014–2017 р. та знаходиться на рівні відхилення 18,2 % між розрахунковими і звітними даними.

Вагові коефіцієнти групових та інтегрального критеріїв екологічної безпеки визначалися з використанням методу аналізу ієрархій, який враховував думку 18 експертів, характеристики технологічного процесу та умови проведення експерименту.

**Четвертий розділ** присвячено дослідженню впливу структури парку та технологічних режимів ТО і ремонту на рівень екологічної безпеки АТП, а також розробленню рекомендацій стосовно зменшення негативного впливу на НС і ресурсозбереження під час виконання ТО і ремонту ТЗ.

За базовий варіант обрано структуру парку відповідно до табл. 2, яка є найбільш типовою для м. Києва. Для підвищення рівня екологічної безпеки АП №2 запропоновано чотири варіанта змін базових характеристик діяльності:

- 1 – базовий варіант без урахування будь-яких змін (для порівняння);
- 2 – використання системи теплової підготовки двигуна ТЗ і каталітичного нейтралізатора;
- 3 – підвищення швидкості технологічного руху територією АП №2 без зміни схеми руху технологічних потоків;
- 4 – заміна всього парку АП №2 на ТЗ екологічного класу Євро-5 при збереженні пасажиромісткості та кількості ТЗ;
- 5 – удосконалення схеми руху технологічних потоків автотранспорту територією АП №2 (це можна здійснити за рахунок ліквідації централізованого місця стоянки автобусів АТП, створивши на цій ділянці резервний майданчик, а місця стоянки організувати безпосередньо біля виїздів та заїздів в зони ЩО, ТО і ПР).

Результати прогнозування викидів ШР автопарком за рік під час відновлення працездатності ТЗ відповідно до запропонованих варіантів поліпшення рівня екологічної безпеки АТП у відсотках від базового наведені на рис. 6,а, а на всі автобуси АП №2, кг/рік, зображено на рис. 6.б.

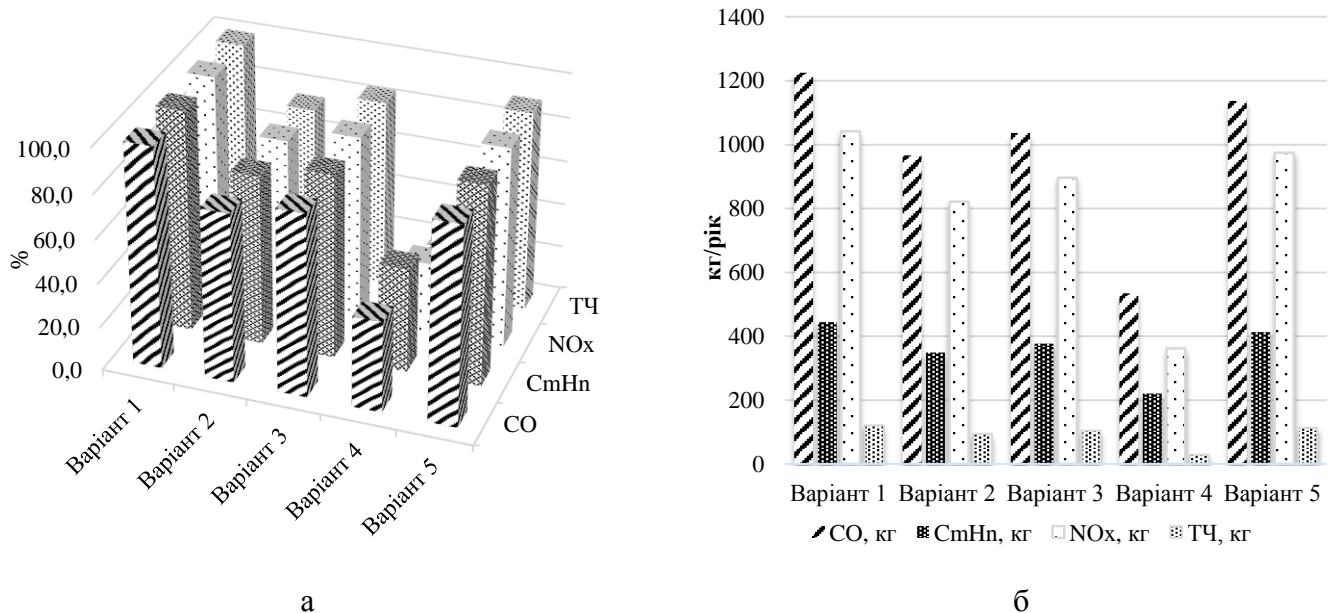


Рис. 6. Порівняльна оцінка викидів ШР за різних варіантів організації виробничої діяльності підприємства

Як видно з рис. 6, модернізація парку ТЗ до класу Євро-5 (варіант 4) є найбільш ефективним заходом по зниженню викидів ШР (CO на 58 %, CmHn на 53 %, NOx на 67 %, TC на 77 %) однак і в той же час має найбільшу вартість реалізації. Удосконалення схеми руху та швидкості руху технологічних потоків автотранспорту територією АП №2 (варіант 2 і 5) приводить до меншого зниження

викидів ТЗ під час ТО і ремонту ( $CO$  на 27 %,  $C_mH_n$  на 26 %,  $NO_x$  на 25 %,  $TЧ$  на 24 %) (варіант 2), але є більш економічно вигідним, оскільки не потребує значних фінансових інвестицій та додатково приводить до зниження на 10 % витрат палива парком ТЗ. Це пояснюється меншим часом та шляхом руху автотранспорту територією АТП, а відповідно, і меншим споживанням палива.

Результати оцінювання об'ємів накопичення відходів відпрацьованих експлуатаційних матеріалів на один автобус однієї марки, кг/рік, зображено на рис. 7,а, а на всі автобуси АП за марками, т/рік, зображено на рис. 7,б.

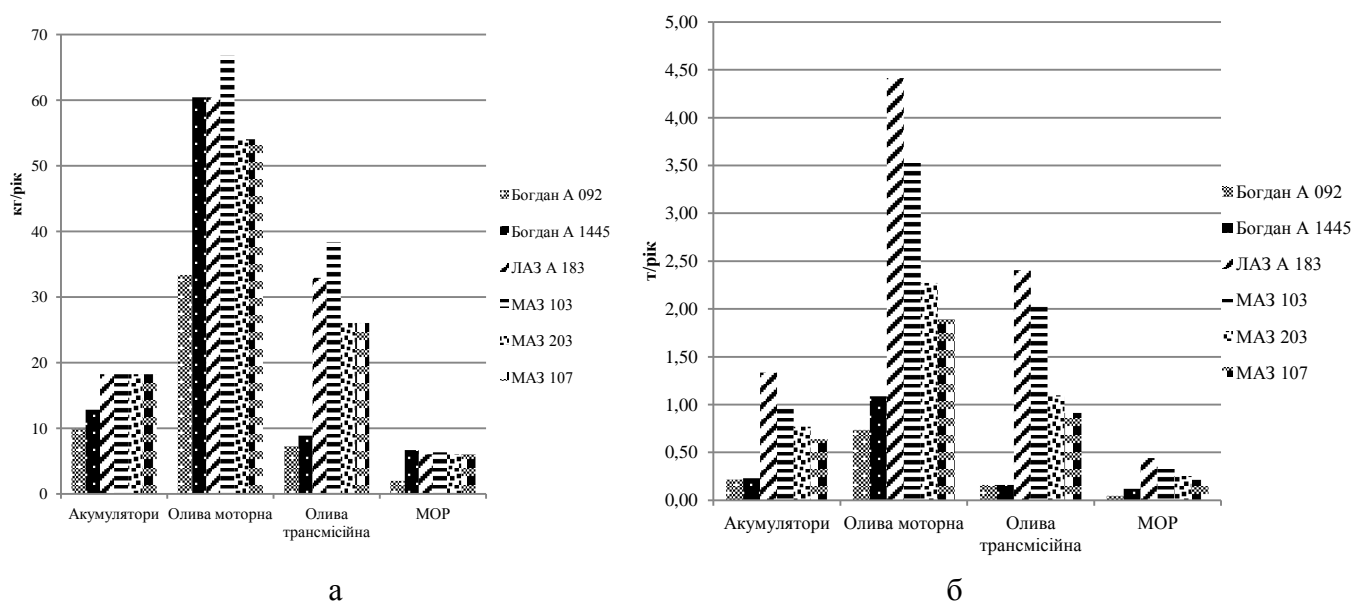


Рис. 7.Річна структура відходів виробничої діяльності АТП за марками автобусів

Аналіз рівня екологічної безпеки АП № 2 за інтегральним критерієм і прогнозування його під час впровадження усіх рекомендованих заходів свідчить про значний еколого-економічний ефект та підвищення рівня екологічної безпеки підприємства від впровадження запропонованих заходів (рис. 8).

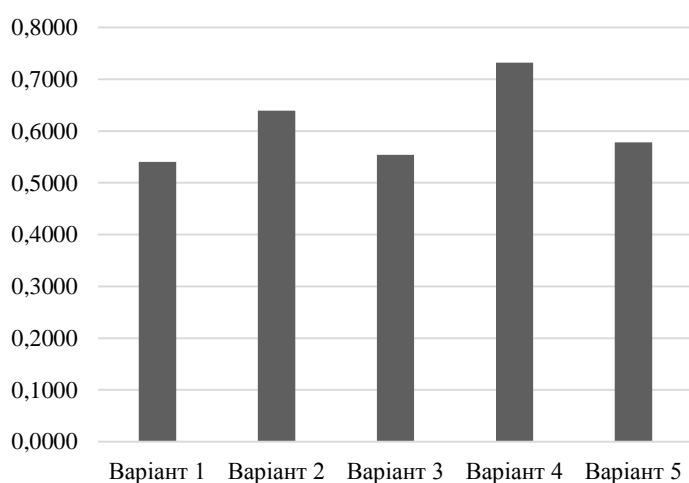


Рис. 8. Порівняльна оцінка рівня екологічної безпеки за різних варіантів організації виробничої діяльності

У результаті експериментальних досліджень було виявлено, що основна частина ТЗ досліджуваного підприємства здійснює виїзд на маршрут протягом однієї години. Було визначено концентрації ШР на відстані 7,5 м від КПП та встановлено, що відбувається значне перевищення ГДК в годину «пік» під час виїзду. Також було змодельовано ситуацію, коли виїзд парку ТЗ на маршрут відбувається впродовж втричі більшого часу. Результати моделювання наведено на рис. 9.

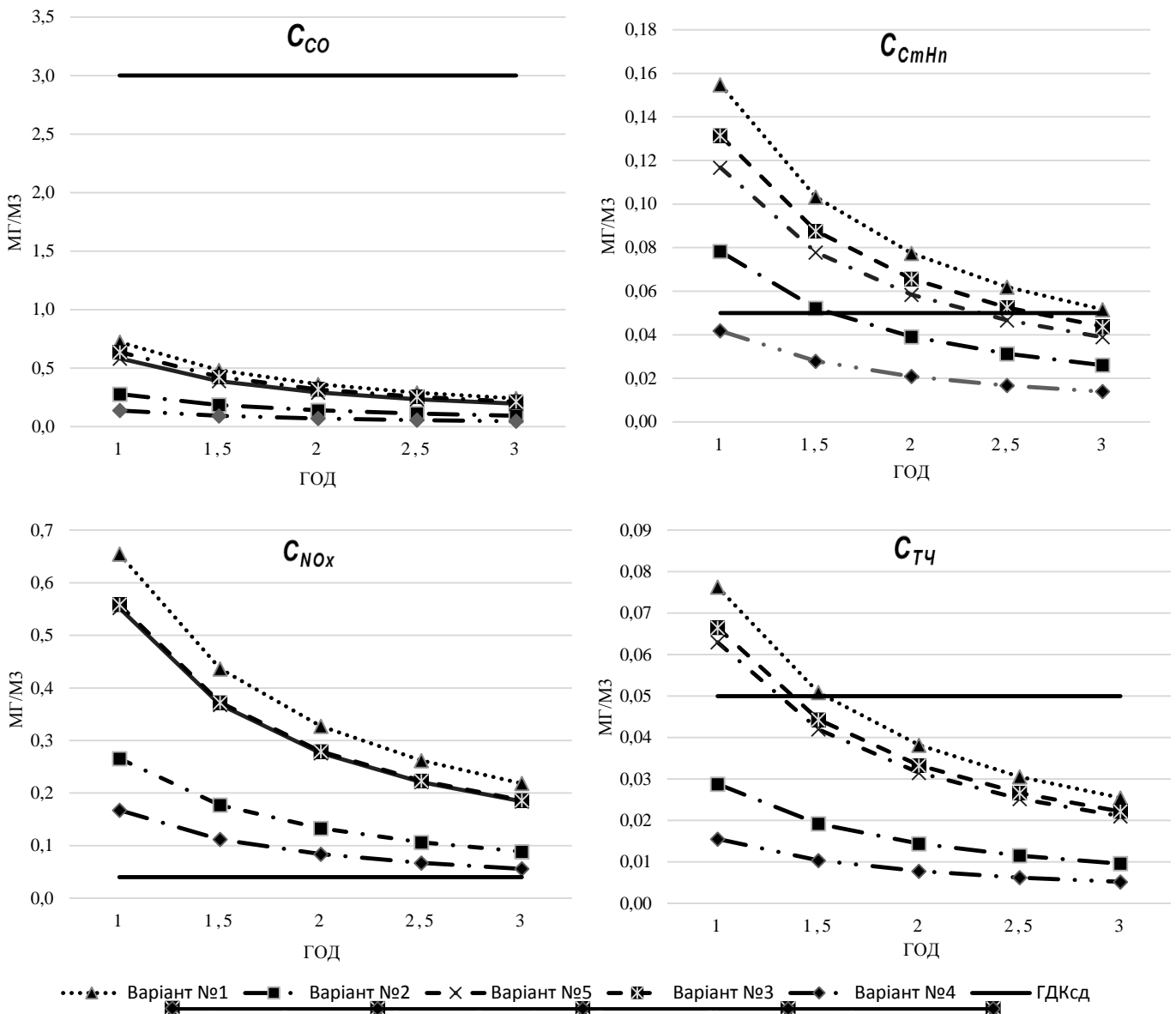


Рис. 9. Вплив тривалості виїзду ТЗ на концентрацію ШР за варіантами базових характеристик діяльності підприємства

Отже, при збільшенні часу виїзду ТЗ на маршрут концентрація всіх ШР втричі знижується до нормативної за умови виконання варіанта 4. У разі незмінності ситуації, яка існує зараз на досліджуваному підприємстві (варіант 1), концентрації вуглеводнів не перевищуватимуть ГДК при збільшенні часу втричі, ТЧ – у півтора рази, а концентрація оксидів азоту залишається понад нормативною.

Таким чином, запровадження запропонованих заходів з удосконалення схем руху технологічних потоків територією підприємств на АТП приведе до зниження рівня споживання палива парком ТЗ, зниження викидів ШР у навколишнє середовище під час процесів ТО і ремонту ТЗ та об'ємів накопичення відходів, що значно підвищить рівень екологічної безпеки АТП.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі поставлено та вирішено важливе науково-практичне завдання підвищення екологічної безпеки автотранспортних підприємств шляхом



мінімізації енергоспоживання та забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами і відходами під час технологічних процесів відновлення працездатності ТЗ.

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Рівень споживання енергії і ресурсів, забруднення НС викидами та відходами в процесах відновлення працездатності ТЗ визначає рівень екологічної безпеки АТП. Питанням мінімізації енергоспоживання та забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами і відходами під час технологічних процесів відновлення працездатності ТЗ, розробленню методів оцінювання та способів підвищення екологічної безпеки АТП присвячене дане дисертаційне дослідження.

2. Розроблено методика оцінювання рівня екологічної безпеки АТП, в основі якої лежить математична модель визначення витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів з урахуванням структури парку ТЗ, особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу ТЗ.

3. Розроблено комплекс критеріїв оцінювання екологічної безпеки АТП, який складається з десяти окремих критеріїв оцінювання стаціонарних і пересувних джерел шкідливого впливу підприємства, визначених за результатами аналізу суттєвих екологічних аспектів окремих технологічних процесів ТО і ремонту ТЗ та об'єднаних у групи за чинниками витрат ресурсів, викидів і відходів та інтегральних критеріїв, що формує єдину функцію мети, яка визначає рівень екологічної безпеки АТП.

4. Розроблено програмний модуль моніторингу параметрів технічного стану ТЗ і окремих показників екологічної безпеки в технологічних процесах відновлення працездатності ТЗ, який дає змогу прогнозувати показники екологічної безпеки ТЗ у життєвому циклі і АТП загалом.

5. На основі дослідження технологічних процесів АТП запропоновано узагальнений технологічний цикл руху ТЗ, з використанням якого сформовано типові маршрути руху ТЗ для виконання технологічних видів операцій з відновлення працездатності, що зумовлені діючою системою ТО і ремонту.

6. На підставі експериментальних досліджень технологічних процесів автобусного парку виконано перевірку адекватності основних математичних залежностей витрат палива, викидів та відходів та значень коефіцієнтів вагомості різних складових екологічної безпеки. Зокрема показано, що різниця між розрахунковими та експериментальними значеннями витрати палива окремих ТЗ в досліджуваних технологічних процесах не перевищує 12,5 %, а за річними об'ємами окремих видів відходів виробничої діяльності – 18,1 %.

7. За результатами проведеного дослідження впливу структури парку та технологічних режимів на величину енергоспоживання, викидів та відходів у технологічних процесах відновлення працездатності ТЗ встановлено закономірності зміни окремих, групових та інтегральних критеріїв екологічної безпеки АТП залежно від запропонованих варіантів підвищення екологічної безпеки АП №2 КП «Київпастранс». Показано, що вибір доцільних маршрутів та швидкості руху ТЗ

територією підприємства зменшує витрату палива в технологічному циклі на 12 % та викиди ШР на 14–15 %, а підвищення екологічного класу парку на один рівень зменшує викиди ШР на 14–25 %.

8. Результати дослідження впроваджено АП №2 КП «Київпастрас» і Департаментом екології та природних ресурсів Київської обласної державної адміністрації.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Коломієць С. В. Моніторинг екологічних впливів технологічних процесів автотранспортних підприємств / С. В. Коломієць // Systemy i środki transportu samochodowego. Problemy eksploatacji i diagnostyki. Wybrane zagadnienia. Monografia nr. 10. – Seria: Transport. Rzeszow. – 2017. – P. 53 – 60.

2. Mateichyk V. Developing operating procedures of environmental management system at a motor transport enterprise / V. Mateichyk, N. Gorid'ko, S. Kolomiiets // Systemy i środki transportu samochodowego. Efektywność i bezpieczeństwo. Wybrane zagadnienia. Monografia nr 11. – Seria: Transport. Rzeszow. 2017. – P. 57 – 62. *Особистий внесок: обґрунтовано необхідність підвищення екологічної безпеки АТП.*

3. Методика формування інтегрального критерію екологічної безпеки автотранспортного підприємства: Монографія / С. В. Коломієць // Проблеми хімотології. Теорія та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів / С. Бойченко, К. Лейда, В. Матейчик, П. Топільницький / за заг. ред. проф. С.Бойченка. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – С. 388 – 392.

4. Матейчик В. П. Особливості впровадження системи екологічного менеджменту на підприємствах транспортно-дорожнього комплексу / В. П. Матейчик, В. В. Стрельников, С. В. Коломієць // Проблеми транспорту: Зб. наук. пр.: Вип. 7. – К.: НТУ, 2010. – С. 166 – 171. *Особистий внесок: обґрунтовано необхідність застосування системи екологічного менеджменту на підприємствах транспортно-дорожнього комплексу.*

5. Дмитриченко М. Ф. До оцінки життєвого циклу транспортних засобів / М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, С. В. Коломієць // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2011. – Вип. 22. – С. 3–10. *Особистий внесок: проаналізовані етапи та наведено загальну схему проведення оцінювання життєвого циклу транспортних засобів.*

6. Матейчик В. П. Управління окремими етапами життєвого циклу транспортних засобів / В. П. Матейчик, М. Смешек, С. В. Коломієць // Вісник Севастопольського національного технічного університету. Серія: Машино-приладобудування та транспорт. – Севастополь.: СевНТУ, 2011. – Вип. 121. – С. 11 – 14. *Особистий внесок: визначені підходи до зменшення об'ємів використання природних ресурсів та ЗР на всіх етапах життєвого циклу ТЗ.*

7. Коломієць С. В. До оцінки забруднення довкілля автотранспортними підприємствами / С. В. Коломієць, І. В. Самойленко, П. І. Чуваєв, // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2012. – Вип. 24. – С. 368-371. *Особистий внесок: запропоновано методику оцінювання забруднення довкілля*

*автотранспортними підприємствами.*

8. Удосконалення системи екологічного менеджменту автотранспортного підприємства / С. В. Коломієць, Т. О. Дмитраш, А. В. Кіт, Ю. С. Ткаченко // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2013. – Вип. 27. – С. 374 – 379. *Особистий внесок: розроблено рекомендації щодо удосконалення системи екологічного менеджменту АТП.*

9. Оцінка викидів забруднюючих речовин в процесі технологічного циклу обслуговування транспортних засобів / В. П. Матейчик, М. В. Половко, М. Смешек, С. В. Коломієць // Вісник Севастопольського національного технічного університету. – Серія: Машино-приладобудування та транспорт. – Севастополь.: СевНТУ, 2013. – Вип. 142. – С. 166 – 169. *Особистий внесок: визначено особливості та уточнено методуку оцінювання забруднювальних викидів під час технологічного циклу з ТО і ремонту ТЗ.*

10. Інноваційний розвиток технічної експлуатації автомобілів в умовах інтелектуальних транспортних систем / В. П. Волков, М. Смешек, С. В. Коломієць [та ін.] // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 12. – С. 17 – 25. *Особистий внесок: запропоновані шляхи оптимізації процесів експлуатації рухомого складу та організація ТО і ремонту ТЗ.*

11. Матейчик В. П. Особливості оцінки впливу автотранспортних підприємств на навколишнє середовище / В. П. Матейчик, С. В. Коломієць, Ю. Р. Ліскевич // Проблеми транспорту: Зб. наук. пр.: Вип. 10. – К.: НТУ, 2014. – С. 153 – 158. *Особистий внесок: розглянуті питання оцінювання об'ємів утворення ШП та відходів під час проведення ТО і ремонту ТЗ на АТП.*

12. Матейчик В. П. Особливості оцінки етапу експлуатації життєвого циклу транспортних засобів / В. П. Матейчик, С. В. Коломієць, Н. М. Горідько // Systemy i srodki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia. Monografia nr 2, seria: TRANSPORT/ Pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy – Rzeszow.: Politechnika Rzeszowska, 2011. – Р. 217–222. *Особистий внесок: визначено особливості оцінювання витрати палива та забруднювальних викидів ТЗ під час виконання транспортної роботи.*

13. Матейчик В. П. Разработка методов снижения влияния транспортных средств на окружающую среду на отдельных этапах жизненного цикла / В. П. Матейчик, С. В. Коломиец // Тезисы докладов научно-технической конференции 5-е Луканинские чтения. Решение энергоэкологических проблем в автотранспортном комплексе. – М.: МАДИ, 2011. – С. 38 – 39. *Особистий внесок: визначено процедури виконання найбільш типових виробничих процесів АТП.*

14. Матейчик В. П. Управление производственными процедурами с целью снижения воздействия автомобилей на окружающую среду / В. П. Матейчик, С. В. Коломиец // Материалы IX международной научно-технической конференции БНТУ. Наука – образованию, производству. экономике. – Минск: БНТУ, 2011. – С. 113 – 114. *Особистий внесок: розглянуто систему екологічного менеджменту як інструмент зниження впливу ТЗ на НС.*

15. Матейчик В. П. Основні аспекти впливу транспортних засобів на довкілля на етапі проведення технічного обслуговування і ремонту / В. П. Матейчик, С. В. Коломієць // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції

молодих учених та студентів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільної галузі. – Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2011. – С. 217 – 219. *Особистий внесок: визначено етап експлуатації найвпливовішим етапом життєвого циклу ТЗ з точки зору пливучого на довкілля.*

16. Матейчик В. П. К оценке загрязнения окружающей среды автотранспортными предприятиями / В. П. Матейчик, С. В. Коломиец // Материалы XI международной научно-технической конференции БНТУ. Наука – образованию, производству, экономике. Т.2. – Минск: БНТУ, 2013. – С. 91 – 92. *Особистий внесок: визначено особливості оцінювання впливу етапу ТО і ремонту ТЗ на НС.*

17. Коломієць С. В. Методика визначення впливу транспортних засобів на довкілля на етапі відновлення роботоздатності / С. В. Коломієць // LXIX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених підрозділів університету. – К.: НТУ, 2013. – С. 88.

18. Коломієць С. В. Моделювання технологічного руху транспортних засобів під час технічного обслуговування і ремонту / С. В. Коломієць // LXX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених підрозділів університету. – К.: НТУ, 2014. – С. 93.

19. Коломієць С. В. Експериментальна перевірка адекватності математичної моделі для оцінки обсягів викидів шкідливих речовин транспортними засобами в процесі технологічного руху під час технічного обслуговування і ремонту / С. В. Коломієць // LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених підрозділів університету. – К.: НТУ, 2015. – С. 106.

20. Коломієць С. В. Розробка моделі прогнозування впливу виробничих процесів автотранспортного підприємства на навколишнє середовище / С. В. Коломієць, Р. А. Тищенко // LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених підрозділів університету. – К.: НТУ, 2016. – С. 92. *Особистий внесок: проведено порівняння і вибір найефективнішого методу та засобу прогнозування впливу АТП на НС.*

21. Коломієць С. В. Модель системи моніторингу екологічних аспектів технологічних процесів АТП / С. В. Коломієць // Галузеві проблеми екологічної безпеки. – Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів. – Х., 2017. – С. 111 – 113.

22. Коломієць С. В. Вплив технологічного циклу обслуговування і ремонту транспортних засобів на навколишнє середовище / С. В. Коломієць // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції — Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи. – Львів : ЛДУБЖД, 2018. – С. 179.

23. Комп'ютерна програма “Service Fuel Eco “NTU-HADI 12” при звичайній роботі і при реєстрації в ньому нового транспортного засобу» / В. П. Волков, П. Б. Комов, С. В. Коломієць [та ін.] // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №51915. 28.10.2013.

24. Твір науково-практичного характеру «Технічний регламент віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту «ХНАДУ ТЕСУ» (основні

положення)» / В. П. Волков, В. П. Матейчик, С. В. Коломієць [та ін.] // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 53291. 24.01.2014.

25. Програмний комплекс для дослідження наливної економічності та екологічних показників двигуна нерухомого транспортного засобу з урахуванням процесів прогріву / І. В. Грицук, В. П. Волков, С. В. Коломієць [та ін.] // Свідоцтво про внесення відомостей до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення ВР №01882. 12.04.2017.

## АНОТАЦІЯ

### **Коломієць С.В. Підвищення рівня екологічної безпеки автотранспортних підприємств**

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. Національний авіаційний університет, Київ, 2019.

У дисертаційному дослідженні вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення рівня екологічної безпеки АТП шляхом мінімізації енергоспоживання та забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами і відходами під час технологічних процесів відновлення працездатності ТЗ.

Розроблено методику оцінювання рівня екологічної безпеки АТП, в основі якої лежить математична модель визначення витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів з урахуванням типу ТЗ, особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу ТЗ.

Розроблено комплекс критеріїв оцінювання екологічної безпеки АТП, який складається з десяти окремих критеріїв оцінювання стаціонарних і пересувних джерел шкідливого впливу підприємства, визначених за результатами аналізу суттєвих екологічних аспектів окремих технологічних процесів ТО і ремонту ТЗ та об'єднаних у групи за чинниками витрат ресурсів, викидів і відходів та інтегральних критеріїв, що формує єдину функцію мети, яка визначає рівень екологічної безпеки АТП.

Розроблено програмний модуль моніторингу параметрів технічного стану ТЗ і окремих показників їх екологічної безпеки в технологічних процесах АТП, який дає змогу прогнозувати показники екологічної безпеки окремих ТЗ у життєвому циклі і АТП загалом.

Досліджено вплив технологічних процесів АТП на витрату палива і ресурсів, викидів та відходів у життєвому циклі ТЗ та розроблено рекомендації щодо підвищення екологічної безпеки підприємства.

**Ключові слова:** автотранспортні підприємства; технологічні процеси; екологічна безпека; витрати палива та ресурсів; викиди; відходи; математичне моделювання.

**ABSTRACT****Kolomiets S. Improving the environmental safety of motor transport enterprises**

Qualification scientific paper, manuscript.

The thesis for the degree of Candidate of Sciences in Technology, specialty 21.06.01 – Environmental safety. National Aviation University, Kyiv, 2019.

The thesis solves actual scientific and applied task to improve environmental safety of motor transport enterprises by minimizing energy consumption and environmental pollution by harmful emission and waste during technological processes of restoring the working capacity of vehicles.

The methodology for assessing the level of environmental safety of motor transport enterprises based on the mathematical model for determining fuel and resource consumption, harmful emission and waste has been developed. It takes into account the type of vehicles, the peculiarities of the vehicle motion modes in separate technological cycles, the characteristics of technological operations, the periodicity of the main technological influences in vehicle life cycle.

A system of criteria for assessing the environmental safety of motor transport enterprises has been developed. It consists of ten separate criteria for estimating stationary and mobile sources of harmful influence of the enterprise. They are based on the analysis of essential environmental aspects of separate technological processes of vehicle maintenance and repair. They are grouped according to resource use, emission and waste, and integral criteria which forms a target function determining the level of environmental safety of motor transport enterprises.

A program module for monitoring the parameters of vehicle technical condition and separate indicators of vehicle environmental safety in the technological processes of motor transport enterprises has been developed. It enables to predict the indicators of environmental safety of separate vehicles in the life cycle and motor transport enterprises in general.

Based on experimental research of the bus fleet's technological processes, the adequacy of the basic mathematical dependencies of fuel consumption, emissions and waste and the values of the weight factors of various components of ecological safety has been checked.

According to the results of the study of the influence of the structure of the park and technological regimes on the amount of energy consumption, emissions and waste in the technological processes of restoration of the working capacity of vehicle, the regularities of the change of separate, group and integral criteria of ecological safety of the motor transport enterprises depending on the proposed variants of increasing environmental safety of Bus park №2 are established.

**Key words:** motor transport enterprises; technological processes; environmental safety; fuel and resource consumption; emission; waste; mathematical modeling.