

*В. М. ІВАСЕНКО*, аспірант, НТУУ «КПІ», Київ

## РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ВИПАРОВУВАНЬ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ

Проаналізовано особливості впливу роботи автозаправних станцій (АЗС) на довкілля. Розглянуто технологічні особливості роботи АЗС: «мале» дихання, «велике» дихання. Рівні концентрацій і склад речовин: випаровувань газоподібних речовин, при різних експлуатаційних режимах роботи АЗС. Розглянуті методики визначення маси випаровувань різних видів палива: та скрапленого вуглеводневого газу, бензину, дизельного палива.

**Ключові слова:** викиди, автозаправна станція, методика розрахунку, розсіювання, джерело, забруднення, «мале» дихання, «велике» дихання.

**Вступ.** Станом на початок 2014р в Україні налічувалось більше 9,0 млн. шт. автотранспортних засобів, що належать приватним власникам, державним і комунальним підприємствам. Також необхідно врахувати значну кількість сільськогосподарських, будівельних і дорожніх машин. Для обслуговування та забезпечення усіх цих транспортних засобів паливом по всій країні розвинута широка мережа автозаправних станцій (АЗС). Існуюча мережа АЗС в Україні складає більше 6000 станцій [1]. До початку 2000р більшість АЗС, розташовувалась, як правило за містом, на в'їзді в міста, в промислових зонах, автодорогах за межами міської забудови. За останні роки ситуація суттєво змінилась — АЗС розташовують в міській смузі, житлових кварталах, безпосередньо біля великих торгових і розважальних комплексів.

**Постановка задачі і огляд літературних джерел.** Кожна АЗС є джерелом викиду забруднюючих речовин (ЗР) [1, 2]. Постійно зростаюча кількість АЗС, а також об'єми реалізованого пального передбачає необхідність детального підходу до вивчення впливу роботи АЗС на навколишнє середовище [3,4]. Основою для даного підходу є не лише визначення за допомогою розрахункових методик [8,9] кількості ЗР, що викидаються АЗС за певний проміжок часу, а і проведення розрахунків розсіювання ЗР з метою визначення зони розсіювання ЗР і факторів, що впливають на її утворення. Виникає потреба в вдосконаленні вищезгаданих розрахункових методик в залежності від місця розташування АЗС, кліматичної зони, пори року, типу палива, кількості автомобілів, що обслуговуються на АЗС. І що особливо важливо: застосування інструментальних засобів вимірювання рівня випаровувань [10] для корегування розрахункових методик з уточненням зон розповсюдження забруднення залежно від отриманих експериментальних даних.

**Викиди АЗС : особливості утворення і характеристики викидів.** Забруднення довкілля АЗС відбувається за рахунок попадання в атмосферне повітря випаровувань палива. Аналіз роботи АЗС показує, що викиди випарів палива відбувається: під час заправки ємкостей АЗС від цистерн заправників ; зберігання палива в ємкостях; під час безпосередньої заправки автомобілів.

Основними забруднюючими речовинами (ЗР) в процесі експлуатації АЗС при використанні бензину, дизельного палива (ДП) та скрапленого вуглеводневого

газу (СВГ) є: бензин, Вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub> (розчинник РПК-26611 і ін.), пропан, бутан, етан, метан.

Безпосередньо джерелами викиду забруднюючих речовин на АЗС під час виконання технологічних операцій є: дихальний клапан резервуару з паливом(організоване джерело), ЗР утворюються під час заправки резервуару з бензовозу, а також при зберіганні в резервуарах; ирло бензобаку (неорганізоване джерело), ЗР утворюються під час заправки баків АТЗ.

На процес випаровування нафтопродуктів з резервуарів в статичних умовах впливають різні фактори: температура навколишнього середовища; тиск і об'єм газового простору; площа контакту нафтопродукту з газовим простором атмосферний тиск.

Загалом втрати нафтопродуктів у вигляді випаровування з резервуарів виникають у результаті «малих та великих» дихань.

Втрати за «малих дихань» спричиняються температурними коливаннями навколишнього середовища. Під час підвищення температури повітря у денний час поверхні резервуарів нагріваються, тиск та температура парогазової суміші наростає, внаслідок цього випаровування нафтопродуктів, особливо легких фракцій, збільшується. Збільшення тиску в парогазовому просторі призводить до спрацювання дихального клапану встановленому в резервуарі і виходу пароповітряної суміші до навколишнього середовища. При цьому важливе значення має ступінь заповнення резервуара нафтопродуктом і пов'язаний з нею об'єм газового простору.

«Великі дихання» виникають під час витиснення пароповітряної суміші до навколишнього середовища у процесі заповнення нафтопродуктом резервуара. При цьому об'єм газового простору зменшується, спрацьовує дихальний клапан. Об'єм «великого дихання» приблизно відповідає кількості нафтопродукту, що потрапив до резервуара. Втрати у разі «великих дихань» зростають під час збільшення кількості циклів «приймання – відвантаження» резервуарів і залежать від кліматичної зони [2].

Проведення досліджень джерел АЗС пов'язане з проблемою безпосередніх інструментальних замірів – джерело викидів конструктивно відсутнє [7]. Кількість ЗР (кг/год), які викидаються в атмосферне повітря з резервуарів визначається відповідно до затверджених розрахункових методик [8] для резервуарів з бензином та ДП, [9] для резервуарів СВГ.

Кількість викидів забруднюючих речовин (кг/год) для резервуар з бензином та ДП, за рахунок випарювання розраховуються по формулі [8]:

$$P_p = 2,52 \cdot V_{ж}^p \cdot P_{S(38)} \cdot M_{II} \cdot (K_{5X} + K_{5T}) \cdot (K_6 \cdot K_7 \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-9}) \quad (1)$$

де  $V_{ж}^p$  - об'єм рідини, яка наливається у резервуари на протязі року, м<sup>3</sup>/рік;  $P_{S(38)}$  - тиск насичених парів рідини при температурі 38°C;  $M_{II}$  - молекулярна маса парів рідини;  $\eta$  - коефіцієнт ефективності газозловлюючих пристроїв резервуару;  $K_{5T}, K_{5X}$  - коефіцієнти, які залежать від  $P_{S(38)}$  та температури газового простору відповідно у теплу та холодну пори року;  $K_6$  - коефіцієнт, який залежить від  $P_{S(38)}$  та річного оберту резервуарів;  $K_7$  - коефіцієнт, який залежить від технічного

оснащення та режиму експлуатації з бензином та ДП, при наливних-зливних операціях розраховуються по формулі [8]:

$$P_{\text{цн}} = 2,52 \cdot V_{\text{ж}}^{\text{цн}} \cdot P_{s(38)} \cdot M_{\text{п}} \cdot (K_{5X} + K_{5T}) \cdot K_8 \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-9} \quad (2)$$

де  $V_{\text{ж}}^{\text{цн}}$  - річний об'єм рідини, яка наливається, м<sup>3</sup>/рік;  $P_{s(38)}$  - тиск насичених парів рідини при температурі 38°C;  $M_{\text{п}}$  - молекулярна маса парів рідини;  $\eta$  - коефіцієнт ефективності газовловлюючих пристроїв резервуару;  $K_{5T}, K_{5X}$  - коефіцієнти, які залежать від  $P_{s(38)}$  та температури газового простору відповідно у теплу та холодну пори року;  $K_8$  - коефіцієнт, який залежить від  $P_{s(38)}$  та кліматичної зони.

Аналіз формул (1) і (2) показує що в них не враховується часові зміни температури і тиску бензину та дизельного палива під час простою резервуару в даній кліматичній зоні. А це вагомий фактор що впливає кількість викидів.

**Розрахункові методики втрат газу при різних технологічних операціях з використанням газу.** Окрім бензину і дизельного пального на сучасних АЗС в значних кількостях реалізується газ (скраплений, стиснений) для автотранспортних засобів відповідно оснащених газобалонним обладнанням. Відповідно розроблені методики визначення витрат газу при відповідних технологічних операціях [8].

*Розрахунок втрат газу (кг) під час наповнення резервуару СВГ:*

$$B_{\text{ц}} = B_{\text{ц}}^p + B_{\text{ц}}^n + B_{\text{ц}}^{mn} \quad (3)$$

де,  $B_{\text{ц}}^p$  - втрати СВГ у рідкій фазі під час зливу з резервуарів або цистерн, кг;  $B_{\text{ц}}^n$  - втрати СВГ у паровій фазі під час зливу з резервуарів або цистерн, кг;  $B_{\text{ц}}^{mn}$  - втрати СВГ у вигляді повернення парової фази, що заповнює об'єм резервуару або цистерни під час зливу СВГ, кг;

$$B_{\text{ц}}^p = N \cdot \rho_p \cdot V_{pp} \quad (4)$$

де  $N$  - кількість зливно-наливних ліній під час зливу з цистерни;  $\rho_p$  - густина рідкої фази СВГ, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{pp}$  - об'єм зливно-наливного рукава, м<sup>3</sup>;

$$B_{\text{ц}}^n = \rho_n \cdot V_{pn} \quad (5)$$

де  $\rho_n$  - густина парової фази СВГ, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{pn}$  - об'єм рукава парової фази, м<sup>3</sup>;

$$B_{\text{ц}}^{mn} = \rho_n \cdot V_{\text{ц}} \quad (6)$$

де  $\rho_n$  - густина парової фази СВГ, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{\text{ц}}$  - об'єм резервуара або цистерни фази, м<sup>3</sup>

*Розрахунок втрат газу (кг) під час заправки (наповнення балонів) газобалонних автомобілів здійснюється зі формулою:*

$$B_{\text{ц}}^p = 13 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_p \quad (7)$$

де,  $13 \cdot 10^{-6}$  - втрати СВГ під час наповнення одного газобалонного автомобіля, м<sup>3</sup>;  $\rho_p$  - густина рідкої фази СВГ, кг/м<sup>3</sup>.

*Розрахунок втрат газу (кг) під час зберігання (природні втрати)*

$$B_{\text{ц}}^p = 0,001 \cdot H_{\text{зб}} \cdot V_{\text{зб}} \cdot \rho_p \quad (8)$$

де  $H_{зб}$  - норма природних втрат під час зберігання СВГ, кг/т за добу;  $V_{зб}$  - об'єм рідкої фази СВГ у ємності, в якій він зберігається, м<sup>3</sup>;  $\rho_p$  - густина рідкої фази СВГ, кг/м<sup>3</sup>.

Недоліком формул (3) - (8) також є не врахування часових змін температури і тиску СВГ під час простою резервуару, крім цього дана методика призначена для розрахунку втрат (кг), тоді як при визначенні впливу на навколишнє середовище використовують масу шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю час (г/с), отже отримані результати не можливо використовувати при визначенні впливу на навколишнє середовище.

Визначення впливу на стан забруднення проводиться за результатами розрахунку розсіювання парів викидів забруднюючих речовин від АЗС по методиці ОНД-86 [11]. Дані методика враховує данні про параметри джерел викиду і данні про характеристики розсіювання забруднюючих речовин в повітряному басейні міста. Користуючись формулою (9) визначається максимальне значення приземної концентрації забруднюючого речовини  $C_M$  (мг/м<sup>3</sup>) при викиді газоповітряної суміші з одиночного точкового джерела із круглим устям досягається при несприятливих метеорологічних умовах на відстані  $X_M$ .

$$C_m = \frac{AMFnm\eta}{H^2\sqrt[3]{V_1\Delta T}} \quad (9)$$

Відстань  $X_M$  від точкового джерела забруднення, на якій досягається максимальна концентрація  $C_M$  при небезпечній швидкості вітру  $U_M$ , обчислюється за наступною формулою:

$$X_m = \frac{5-F}{4} dH \quad (10)$$

**«Небезпечною» вважають таку швидкість вітру  $U_M$ , при якій за інших однакових умов приземна концентрація досягає свого максимуму  $C_M$ .**

До метеорологічних характеристик і коефіцієнтам, які визначають умови розсіювання ЗР в атмосфері міста були віднесені:

- коефіцієнт А, що залежить від температурної стратифікації атмосфери;
- коефіцієнта рельєфу місцевості;
- середня максимальна температура навколишнього повітря найбільш жаркого місяця року, °С;
- середня температура повітря найбільш холодного місяця року, °С;
- швидкість вітру  $u^*$  (м/с), повторюваність перевищення якої ( по середнім багаторічним даних) не більше 5%.

Для проведення детальної оцінки забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами розрахунок забруднення атмосферного повітря виконувався на розрахунковому прямокутнику з заданим шагом розрахункової сітки. В якості основних критеріїв якості атмосферного повітря приймалися гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в атмосферному повітрі, затверджених Міністерством охорони здоров'я [12]. При цьому для кожної речовини, що викидається на АЗС, призначалося виконання співвідношення

$$q_i = \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1 \quad (11)$$

де  $C_i$  - розрахункова концентрація забруднюючої речовини в приземному шарі повітря населеного місця.

**Експериментально-розрахункові дослідження типової АЗС.** Результат експериментального-розрахункового дослідження забруднення атмосфери у зоні АЗС. Для проведення дослідження була вибрана типов АЗС, яка розташована у місті Києві за адресою вул. Привокзальна, 1-А.

АЗС здійснює приймання, зберігання та заправку автомобільного транспорту бензином марок А-95, А-95(євро), А-92, дизпаливом: ДП та ДП(євро), та СВГ. Для зберігання світлих нафтопродуктів АЗС має в своєму складі п'ять підземних резервуари об'ємом 25м<sup>3</sup> кожний та два наземних резервуари об'ємом 5м<sup>3</sup> для зберігання СВГ. Кожен резервуар обладнаний дихальним клапаном. Для відпуску палива АЗС має три двохсторонні паливо-роздавальні світлих нафтопродуктів та одну газозаправну колонку. Доставка нафтопродуктів та СВГ на АЗС здійснюється автоцистернами.

Згідно класифікації АЗС (змiна №10 ДБН 360-92) [13], по вул. Привокзальна, 1, а (рис.1) відноситься до II категорії (середньої) за потужністю, місткістю резервуарного парку та технологічними рішеннями. Найближча житлова забудова знаходиться в південно-східному напрямку на відстані 110 м.



Рис. 1 – Карта-схема розміщення автозаправної станції за адресою вул. Привокзальна,1-А

Вихідні дані, прийняті для розрахунку викидів ЗР базуються на даних про номінальну продуктивність АЗС, наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Річний обсяг палива що відпускається АЗС

| Найменування       | Кількість           | Документації, що регламентує вимоги до сировини        |
|--------------------|---------------------|--|
| А-95 (євро)        | 200 м <sup>3</sup>  | ДСТУ 4063-2001   |
| А-95               | 600 м <sup>3</sup>  | ДСТУ 4063-2001   |
| А-92               | 400 м <sup>3</sup>  | ДСТУ 4063-2001   |
| ДП                 | 450 м <sup>3</sup>  | ДСТУ 3868-1999   |
| ДП (євро)          | 150 м <sup>3</sup>  | ДСТУ 3868-1999   |
| Пропан-Бутан (СВГ) | 1095 м <sup>3</sup> | ДСТУ 320.00149943.016-2000 «Гази вуглеводні скраплені» |

На основі діючих методик були проведені розрахунки масових викидів забруднюючих речовин при проведенні різних технологічних процесів. Результати розрахунку представлені в табл. 2. Валовий викид даної АЗС складає 2,336 тонн випаровувань палива за рік роботи.

Таблиця 2 – Викиди від АЗС

| Тип процесу  | Найменування ЗР  | Викид, г/с  | Викид, т/р  |
|--|--|-------------|-------------|
| Викиди при зберіганні та заправці нафтопродуктів в резервуар | бензин   | 0,0560402   | 1,768677849 |
|  | Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub> (розчинник РПК-26611 і ін.) | 0,000003133 | 0,00009886  |
|  | метан  | 0,000082    | 0,00072120  |
|  | етан   | 0,002045    | 0,0179247   |
|  | пропан   | 0,0218      | 0,1896      |
|  | бутан  | 0,01742     | 0,1522      |
| Викиди при заправці паливних баків автомобіля                | бензин   | 0,0108784   | 0,00380656  |
|  | Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub> (розчинник РПК-26611 і ін.) | 0,000001318 | 0,000000224 |
|  | метан  | 0,00005     | 0,0004      |
|  | етан   | 0,00122     | 0,01        |
|  | пропан   | 0,013       | 0,1066      |
|  | бутан  | 0,0104      | 0,0855      |

Розрахунки приземних максимальних концентрацій ЗР були виконані на основі розрахункової схеми нормативної методики ОНД-86 з допомогою ліцензованої програми «ЕОЛ+» (версія 5.23).

Для розрахунку викидів ЗР було проведено визначення джерел забруднення на АЗС та їх параметри. Дихальні клапани відносяться до організованих джерел викидів з висотою  $h$  (м) і діаметром  $d$  (м). Об'єм газоповітряної суміші дихального клапана визначається як продуктивність зливу палива з автоцистерни в резервуар ( $\text{м}^3/\text{хв.}$ ). При цьому через дихальний клапан з резервуару витісняється така ж кількість газоповітряної суміші ( $\text{м}^3/\text{с}$ ).

Параметри неорганізованих джерел викидів (бензобаки автотранспорту при заправці їх пально-роздавальними колонками) приймається згідно РД 52-04-52-85 [14]: діаметр - 0,5 м; висота - 2 м; швидкість - 1,5 м/с; об'єм газоповітряної суміші - 0,294  $\text{м}^3/\text{с}$ .

В якості прикладу на рис. 2 наводяться результати розрахунків максимальних приземних концентрацій ЗР віднесених до їх максимальних разових ГДК, на одній АЗС.

Розрахунки показали, що при несприятливих метеорологічних умовах і одночасній роботі всіх джерел викиду, відсутнє перевищення концентрацій досліджуваних ЗР.



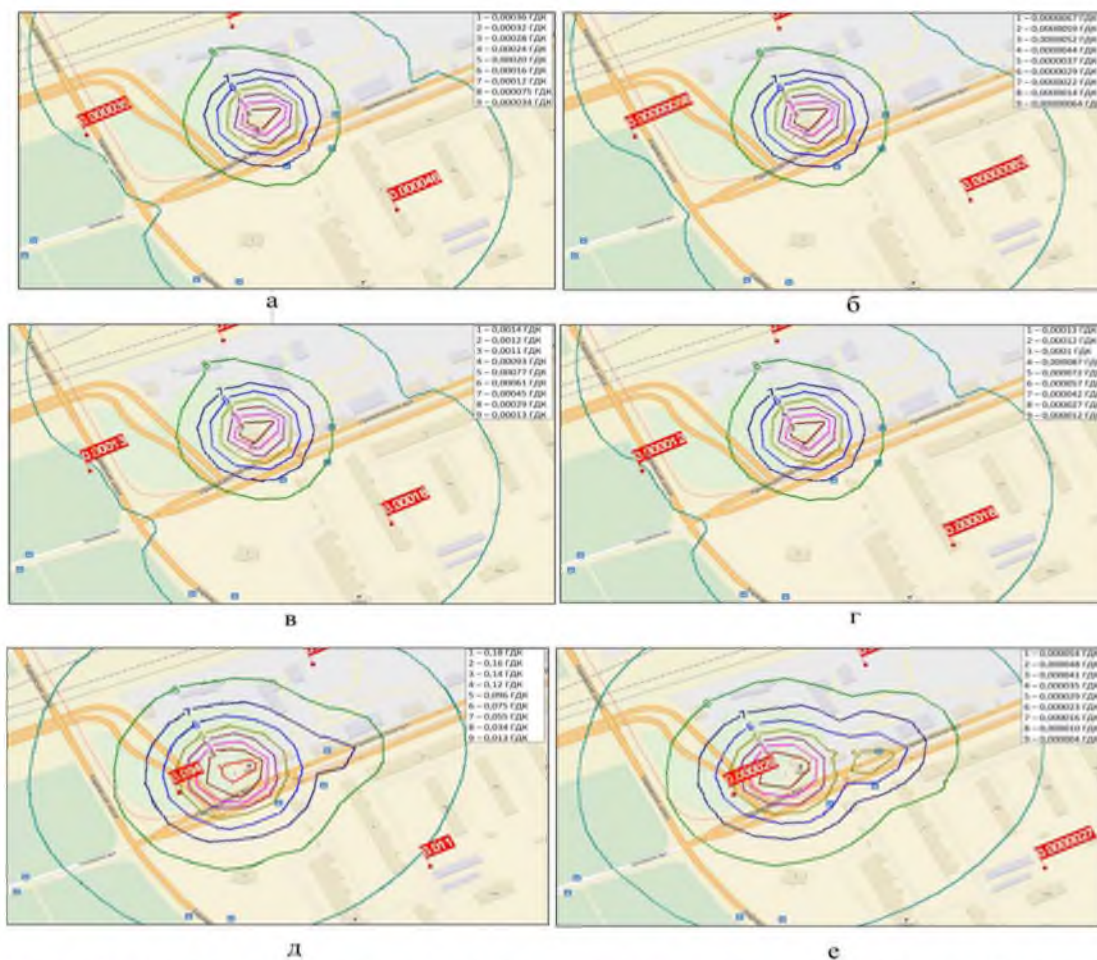


Рис. 2 – Карта розсіювання забруднюючих речовин в районі АЗС по вул. Привокзальній, 1-А: а – розподіл концентрацій для бутан (402), б – розподіл концентрацій для метан (410), в – розподіл концентрацій для пропан (10304), г – розподіл концентрацій для етан (10305), д – розподіл концентрацій для бензин (2704), е – розподіл концентрацій для Вуглеводні насичені  $C_{12}-C_{19}$  (розчинник РПК-26611 і ін.).

**Висновки.** Із аналізу карт забруднення атмосферного повітря викидами АЗС, впливає що використання лише розрахункового методу не дозволяє дати повну і точну оцінки рівня забруднення, внаслідок обмеженої кількості параметрів які при цьому враховуються і інших методичних помилок існуючих методик, які суттєво спотворюють екологічну оцінку роботи АЗС.

Так повністю не враховується: зміни температури і тиску пального під час простою резервуару; реальна, постійна присутність на території АЗС значного скупчення автомобілів різного класу і типів, які до того ж працюють у найбільш несприятливому режимі холостого ходу, а отже до появи додаткового джерела забруднення і викиду додаткових забруднюючих речовин, продуктів згорання палива.

В розрахункових методиках безпідставно: надаються неорганізованим джерелам викидів (паливні баки автотранспорту) властивості параметрів, стаціонарних джерел, які не відповідають дійсності; у випадку методики розрахунку втрат СВГ представлення результатів в розмінностях (кг) котрі неможливо використовувати при оцінці впливу (г/с).

Для повної оцінки впливу АЗС необхідно врахувати вище наведені зауваження та додатково виконувати комплекс робіт який включатиме проведення інструментального вимірювання фактичних концентрації в атмосферному повітрі АЗС.

**Список літератури:** 1. Swinomatka wordpress [Електронний ресурс]: ринок України: гравці, сфери впливу / Режим доступу: <http://swinomatka.wordpress.com/> 2. Волгушев, Ю. В. станции: Оборудование. Эксплуатация [Текст] / Ю. В. Волгушев, А. Н. Сафонов, А. С. Ушаков. – СПб.:ДНК, 2001. – 176 с. 3. Красногорская, Н. Н. Оценка экологической опасности «больших дыханий» резервуаров автозаправочных станций крупного города [Текст] / Н. Н. Красногорская и др. // Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 6. – С. 34–38. 4. Франчук, Г. М. Аналіз даних про токсичність паливно-мастильних матеріалів для людини [Текст] / Г. М. Франчук, М. М. Николяк // Вісник НАУ. – 2007. – № 3-4 (33). – С. 54–58. 5. Соколова, Е. В. Оценка факторов воздействия выбросов АЗС на воздушную среду их рабочей зоны и прилегающей территории [Текст] / Е. В. Соколова и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2011. – Вып. 25 (44). – С. 392–397. 6. Яковлев, В. С. Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды [Текст] / В. С. Яковлев. – М.: Химия, 1987. – 152 с. 7. Івасенко, В. М. Особливості інвентаризації і виміру викидів АЗС [Текст] : XI Міжн. наук.-тех. конф. / В. М. Івасенко, В. П. Приміський // Приладобудування: стан і перспективи. – Київ, 2012. – С. 142–143. 8. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от различных производств [Текст] / Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 196 с. 9. ГСТУ 320.00149943.016-2000. Газы углеводневі скраплені. Методика розрахунку втрат [Текст] / На заміну розділу 8 ГСТУ 320.24370569.009-98; введ. 2000-12-01. – К.: Держнафтогазпром, 2000. – 9 с. 10. Terrés, I. M. Assessing the impact of petrol stations on their immediate surroundings [Text] / I. M. Terrés, M. D. Miñarro, E. G. Ferradas, A. B. Caracena, J. B. Rico // Journal of Environmental Management. – 2010. – № 91. – P. 2754–2762. 11. Общесоюзный нормативный документ Госкомгидромета СССР (ОНД-86). Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ содержащихся в выбросах предприятий [Текст] / Гидрометеиздат, 1987. – 93 с. 12. Збірник "Гранично допустимі концентрації /ГДК/ та орієнтовні безпечні рівні діяння /ОБРД/ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць" [Текст] / Донецьк: Український науковий центр технічної екології ОАО "УкрНТЕК", 2006. – 133 с. 13. Державні будівельні норми України ДБН 360-92\*\* «Містобудування. Планування та забудова міських і сільських поселень» [Текст]: наказ Держбуду України від 19 лютого 2002 р. № 44 / Земельний кодекс України з постатейними матеріалами: [зб. норм.-прав. актів та матер. суд. практи.]. – [упоряд. А.М. Мірошниченко, наук. ред. В.В. Носік]. – Офіц. вид. К., 2006. – С. 187–206. 14. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 52-04-52-85 [Текст] / М.: Гидрометеиздат, 1987. – 52 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Rynok zapravnykh stantsij Ukrainy: hravtsi, sfery vplyvu (2013). [Petrol station market of Ukraine: Players, sphere of influence] SWINOMATKA.WORDPRESS.com Retrieved August 2, 2014. Available at: <http://swinomatka.wordpress.com> 2. Volhushev, A. N., Safonov, A. S., Ushakov, A. Y. (2001). Avtozapravochnie stantsyy: Oborudovanie. Ekspluatatsiya [Petrol station: Equipment. Operation]. SPb.: DNK, 176. [in Russian] 3. Krasnohorskaia, N. N. (2009). Otsenka ekolohycheskoj opasnosti «bol'shykh dykhanyj» rezervuarov avtozapravochnykh stantsyj krupnogo horoda [Estimation of ecological danger from the large city's gasoline stations "big breath's"]. Bezopasnost' zhyznedeiatel'nosti, 6, 34–38. [in Russian] 4. Franchuk, H. M., Nykoliak, M. M. (2009). Analiz danykh pro toksychnist' palyvno-mastylnykh materialiv dlia liudyny [Analysis of data on the toxicity of fuels and lubricants for human]. Visnyk NAU, 3-4 (33), 54–58. [in Ukrainian]. 5. Sokolova, E. V. (2011). Otsenka faktorov vozdeystviya vybrosov AZS na vozdushnuiu sredu ykh rabochej zony y prylehajuschej terrytoryy [Assessment of impacts of emissions gas station on the air environment of the work area and adjacent areas]. Vestnyk Volhohradskoho hosudarstvennoho arkhitekturno-stroytel'noho unyversyteta. Ser.: Stroytel'stvo y arkhitektura, 25 (44), 392–397. [in Russian]. 6. Yakovlev, V. S. \_\_\_\_\_



(1987). Khraneniye nefteproduktov. Problemy zaschyty okruzhaiuschej sredy [Storage of petroleum products. Environmental issues]. Moscow: Khymyia, 152. [in Russian]. 7. *Ivasenko, V. M., Prymis'kyj, V. P.* (2012). Osoblyvosti inventaryzatsii i vymiru vykydiv AZS [Specifics of inventory and measurement of emissions of petrol stations] XI Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia «Pryladobuduvannia: stan i perspektyvy»: Tez. Dop. Kyiv, 142–143. [in Ukrainian]. 8. Sbornyk metodyk po raschetu vybrosov v atmosferu zahriazniaiushchykh veschestv ot razlychnykh proyzvodstv (1986). [Methods collection for calculation of emissions of air pollutants from various industries]. Leningrad, 196. [in Russian]. 9. HSTU 320.00149943.016-2000. Hazy vuhlevodnevi skrapleni. Metodyka rozrakhunku vtrat (2000). [Liquefied hydrocarbon gases. The method of calculation of losses]. Na zaminu rozdil 8 HSTU 320.24370569.009-98; vved. 2000-12-01. Kyiv: Derzhnaftohazprom, 9. [in Ukrainian]. 10. *Terrés, I. M., Miñarro, M. D., Ferradas, E. G., Caracena, A. B., Rico, J. B.* (2010). Assessing the impact of petrol stations on their immediate surroundings. Journal of Environmental Management, 91, 2754–2762. [in English]. 11. Obschesoiuznyj normatyvnyj dokument Hoskomhydrometa SSSR (OND-86) (1987). Metodyka rascheta kontsentratsyj v atmosfernom vozdukke vrednykh veschestv sodержaschykhisia v vybrosakh predpriyatij [All-Union normative document State Committee for Hydrometeorology of USSR (AND -86) Method of calculating the concentrations in the air of harmful substances contained in industrial emissions]. Leningrad: Hydrometeoyzdat, 93. [in Russian]. 12. Zbirnyk "Hranychno dopustymi kontsentratsii /HDK/ ta oriiantovni bezpechni rivni diiannia /OBRD/ zabrudniuiuchykh rehovyn v atmosfernomu povitri naselenykh mistiv" (2006). [Collection of "maximum permissible concentration / MPC / or estimated safe level action / OBRD / pollutants in ambient air of places"]. Donets'k: Ukrains'kyj naukovyj tsentr tekhnichnoi ekolohii OAO "UkrNTEK", 133. [in Ukrainian]. 13. Derzhavni budivel'ni normy Ukrainy DNB 360-92\*\* «Mistobuduvannia (2006). Planuvannia ta zabudova mis'kykh i sil's'kykh poselen'» [State Construction Standard of Ukraine DNB 360-92 \*\*"Urban Planning. The planning and development of urban and rural settlements " Order of the State Construction Committee of Ukraine of 19 February 2002]. Collection of legal acts and judicial records. Kyiv, 187–206. [in Ukrainian]. 14. Rehulyrovanye vybrosov pry neblahopryiatnykh meteorolohycheskykh uslovyiakh RD 52-04-52-85 (1987). [Emission control under adverse weather conditions GD 52-04-52-85]. Moscow: Hydrometeoyzdat, 52.

*Надійшла (received) 25.08.2014*

**УДК 656.222.3:658.5**

**О. В. ЛАВРУХІН**, д-р техн. наук, доц., УкрДАЗТ, Харків

## **ФОРМУВАННЯ КРИТЕРІЮ БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЇЗНОЮ РОБОТОЮ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ СТАНЦІЇ**

Роботу присвячено формуванню критерію безпечного управління поїзною роботою на залізничній станції, який надає можливість якісно оцінити рівень безпеки виконання експлуатаційної роботи оперативним персоналом при управлінні поїзними пересуваннями без застосування автоматизованих робочих місць на протязі робочої зміни. В процесі виконання наукової роботи було розраховано критерій безпечної експлуатації  $K_6$ , сортувальної позакласної станції Харківської дирекції залізничних перевезень Південної залізниці Основа, за результатами якого станцію було віднесено до 4 рівня безпеки.

**Ключові слова:** безпека, критерій безпечного управління, функція приналежності, негабаритний вантаж, спеціалізована колія

**Вступ.** Залізничний транспорт – динамічна система, яка вимагає високих стандартів щодо забезпечення безпечного виконання експлуатаційної роботи. Відповідно до цього на залізницях України розробляються та впроваджуються техніко-технологічні заходи спрямовані на досягнення максимального рівня

© О. В. ЛАВРУХІН, 2014