

УДК 656.2

*Оксана Родкевич*

## ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ОЦІНКИ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

*У статті розглянуті питання визначення статистичних характеристик для оцінки та вдосконалення системи перевезень небезпечних вантажів залізничним транспортом.*

*В статье рассмотрены вопросы определения статистических характеристик для оценки и усовершенствования системы перевозок опасных грузов железнодорожным транспортом.*

*The article deals with the determination of statistical characteristics for the evaluation and improvement of the system of dangerous goods transportation by rail.*

**Ключові слова:** небезпечний вантаж, викид, частота настання транспортної події, вантажообіг, витікання.

Згідно зі звітними статистичними даними, обсяг перевезення вантажів залізничним транспортом в 2010 році склав 433,8 млн тонн. Скільки з них складають небезпечні вантажі – непросте питання, тому що окремої групи обліку для них у звітності немає, і такі вантажі доводиться відокремлювати з інших груп. Зокрема, з них небезпечних вантажів (НВ), що належать до 2 та 3 класу (гази та легкозаймисті рідини відповідно), а також інших класів, що належать до груп обліку «хімікати», «нафта і нафтопродукти», «хімічні та мінеральні добрива», було перевезено близько 162,3 млн тонн (37,4% від загального обсягу перевезення). Як було зазначено, виділення цих НВ із загальної звітності є достатньо складною в технічному плані завданням, тому що різні НВ належать до різних груп обліку, а окремого обліку за видами вантажів не ведеться.

Аналіз обсягів, номенклатури та умов перевезення НВ, свідчить, що вони перевозяться у різних типах вагонів. Щодо вантажів, які перевозяться в цистернах, то «левоу частку» їх складають нафта та бензин, це 4,8% від загального обсягу. Нафта – це досить масовий вантаж, але хоч і належать до НВ, за своїми властивостями (рідина з характерним запахом, помірно киплячі або висококиплячі, нерозчинні у воді, накопичуються в низьких ділянках поверхні, підвалах, тунелях) вона є відносно «інертним» вантажем. Відповідно, наслідки

© Родкевич О. Г., 2012

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

транспортних подій з нею порівняно легко локалізуються. Бензин (рухлива, горюча здебільшого безколірна рідина з характерним запахом, легко випаровується, утворює з повітрям у певних концентраціях вибухові суміші) – це менш «масовий» вантаж, але наслідки від надзвичайних подій за його участю є більш серйозними. Наслідки вибуху бензинових парів руйнівні, пожежу складніше локалізувати, особливо в літній засушливий період часу. Проте, саме з цих причин, практично всюди знаходяться засоби ліквідації надзвичайних подій за участю бензину. Разом з тим такі НВ, що перевозять у цистернах, як пропан, бутан, аміак не є «масовими» вантажами, вони усі разом складають всього 0,5% від загального обсягу перевезень. Ці вантажі мають свої специфічні властивості – це безбарвні, з характерним запахом, нерозчинні у воді речовини, перевозяться в зрідженому або стисненому стані, горючі, легко займаються від іскор і полум'я, з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші, балони можуть вибухати при нагріванні. Тому можуть завдати значно більшої шкоди, ніж усі більш «масові» НВ разом узяті (бензин та нафта). Крім того, для локалізації наслідків подій за участю пропану, бутану і подібних вантажів потрібні набагато більш професійні, оперативні дії, узгоджені з газорятувальною, пожежною та іншими службами.

Аналіз звітності про транспортні події з НВ за останні 5 років виявив їх основний вид – витікання вантажу (63 – 77%). Витікання трапляється в основному через технічну несправність цистерн (нижній зливний прилад або тріщина зварного шва). Це пояснюється тим, що більшість цистерн, з якими це траплялось, належало до парку залізниць, який багато років істотно не оновлювався, а отже, із значним терміном експлуатації. Щодо цистерн, які є власністю вантажовласників, то залізниця не має можливості контролювати технічний стан такого рухомого складу. Як наслідок, неналежний технічний стан вагонів призводить до надзвичайних подій. Випадки витікання вантажів, через їх поширеність, масовість, порівняно з іншими подіями, слід розглядати окремо.

Подальший аналіз транспортних подій показує, що до них належать (у порядку зменшення кількості подій: самозагоряння (залишків сірки, інших вантажів у вагонах), випаровування, розсипання (яке може трапитись не тільки з НВ), а також ті ж події, які можуть трапитись з будь-якими вантажами, а саме порушення, інциденти, серйозні інциденти, аварії і, нарешті, катастрофи. Тільки у випадку НВ ці події можуть мати значно більш тяжкі наслідки.

Враховуючи специфіку перевізного процесу залізничного транспорту, було б правильно частоту настання транспортних подій (ТП) з НВ співвідносити не просто з часом, що є значною мірою абстрактним підходом, а з виконаною транспортною роботою. Тому є логічним розглядати кількість та характер транспортних подій у співставленні їх з певними статистичними характеристиками цієї роботи. Наприклад, з виконаними експлуатаційними тонно-кілометрами бруто перевізної роботи поїзних локомотивів ( $\sum Q_{\text{бр}} L$ ), експлуатаційною довжиною мережі залізниць  $\sum L_{\text{екс}}$ , похідною від них величиною вантажонапруженості  $q_{\text{бр}}^n l_{\text{км}} = \sum Q_{\text{бр}} L / \sum L_{\text{екс}}$ , масою поїзда бруто  $q_{\text{бр}}^n$  та деякими іншими даними, які є в галузевій статистичній звітності Укрзалізниці [1].

Для використання статистичних даних для практичних оцінок, необхідних для кількісної характеристики системи перевезень НВ, зведемо ці статистичні дані в табличну форму (табл. 1).

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

**Таблиця 1. Деякі показники експлуатаційної роботи в 2010 році по залізницях України**

Показники по залізницях	Донецька	Придніпровська	Південна	Південно-Західна	Одеська	Львівська	Українізниця
$\sum Q_{бр}^n L$ , млн. тонно-км брутто	59964,41	72734,84	33136,26	67020,66	87121,35	31890,46	351867,97
$\sum L_{екс}$ , км	2812,5	3188,9	2812,8	4371,0	4001,8	4491,5	21678,5
$\sum L_{екс}^{\geq 2 кол}$ , км	1298,7	996,2	1176,4	1733,4	1277,5	763,7	7245,9
$\sum L_{екс}^{ел}$ , км	1281,8	1881,3	1338,6	2095,0	1734,9	1424,2	9755,8
$q_{бр}^n l_{км}$ , млн. тонно-км брутто/км	21,3207	22,8088	11,7805	15,5248	21,7705	7,1002	16,2312
$q_{бр}^n$ , тонн брутто	3303	3668	3475	3558	3415	2971	3430

*Примітка.* де  $\sum L_{екс}^{\geq 2 кол}$  – експлуатаційна довжина мережі залізниць з 2-ма та більше головними коліями,

$\sum L_{екс}^{ел}$  – експлуатаційна довжина мережі залізниць електрифікованих ліній.

Аналізуючи дані табл. 1, можна зробити висновок, що найбільший вантажообіг на Одеській залізниці; на другому місці Придніпровська залізниця, а найменший – на Південній залізниці. Це пов'язане відповідно з масовими транзитними потоками в напрямку чорноморських портів та відповідними обсягами вантажної роботи на залізницях.

Якби на залізничному транспорті України існувала відкрита інформація з обліку ТП з НВ та їх наслідків, тоді можна було б цілеспрямовано аналізувати та вдосконалювати систему перевезень цих вантажів, використовуючи для цього відповідні кореляційні залежності. Такі системи в світі існують і використовуються на благо як перевізників, так і вантажовласників в інтересах населення країни.

Зокрема, як приклад постійного моніторингу ТП з НВ можна навести офіційний сайт північноамериканської Програми скорочення випадків викидів небезпечних матеріалів (NAR) на сайті <http://nar.aar.com>. Призначенням Програми є облік даних про такі випадки, що відбуваються на залізницях США та Канади, не приводячи до ТП, підтримання комп'ютерної бази даних щодо таких інцидентів та сприяння тому, щоб промисловість звертала увагу на випадки витоків. Таким чином, цю програму можна визначити як профілактичну, причому дуже ефективну, про що свідчать дані рис. 1., на якому зображена динаміка зменшення кількості NAR на залізницях США та Канади [2].

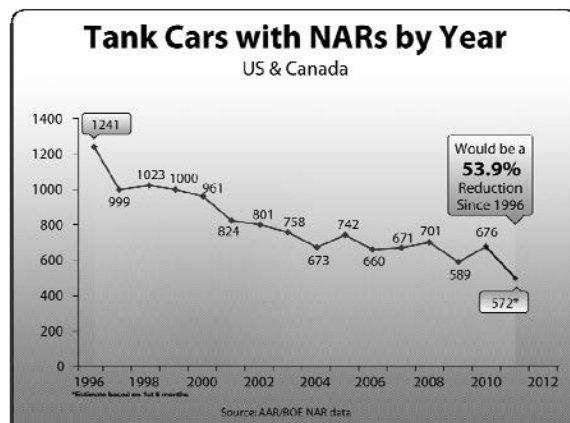


Рис. 1. Динаміка зменшення кількості NAR на залізницях США та Канади

В цій програмі під викидом небезпечних матеріалів (НМ), що не призвів до транспортних подій, мають на увазі ненавмисний вихід НМ при транспортуванні включно з навантаженням та розвантаженням, що не призвів до ТП. Сюди не включають випадки витікання, розплескування або інші виходи, випуски НМ із неналежним чином закритих або пошкоджених клапанів, фітингів і котлів цистерн, до яких також належать випуск неатмосферних газів через запобіжні пристрої. Переважна більшість подій, про які є повідомлення, стосуються невеликих кількостей речовин.

Вся інформація, що стосується таких інцидентів, що була внесена до цієї програми, отримується суворо конфіденційно Асоціацією американських залізниць (AAR) і не розповсюджується нікому іншому без згоди учасника Програми. Будь-яка статистика, що видається AAR щодо інцидентів, що відбуваються, включає тільки узагальнені цифри і ніяк не виділяє конкретних вантажовідправників чи перевізників, яких вона стосується.

При цьому підсумкові дані є доступними для того, щоб учасники Програми були в змозі відстежити свій індивідуальний прогрес в зменшенні таких випадків.

З рис. 2 видно, що питома інтенсивність випадків (1) або ж кількість млрд т-км в розрахунку на 1 випадок, що трапився, з часу впровадження Програми (2000 р.) до 2004 р. включно зменшувались набагато швидше ніж абсолютна кількість (2); а в подальшому (1) залишається стабільною – при тому, що вантажообіг зростає.

На скріншоті, що наведений на рис. 3, показані ще більш цікаві можливості програми.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

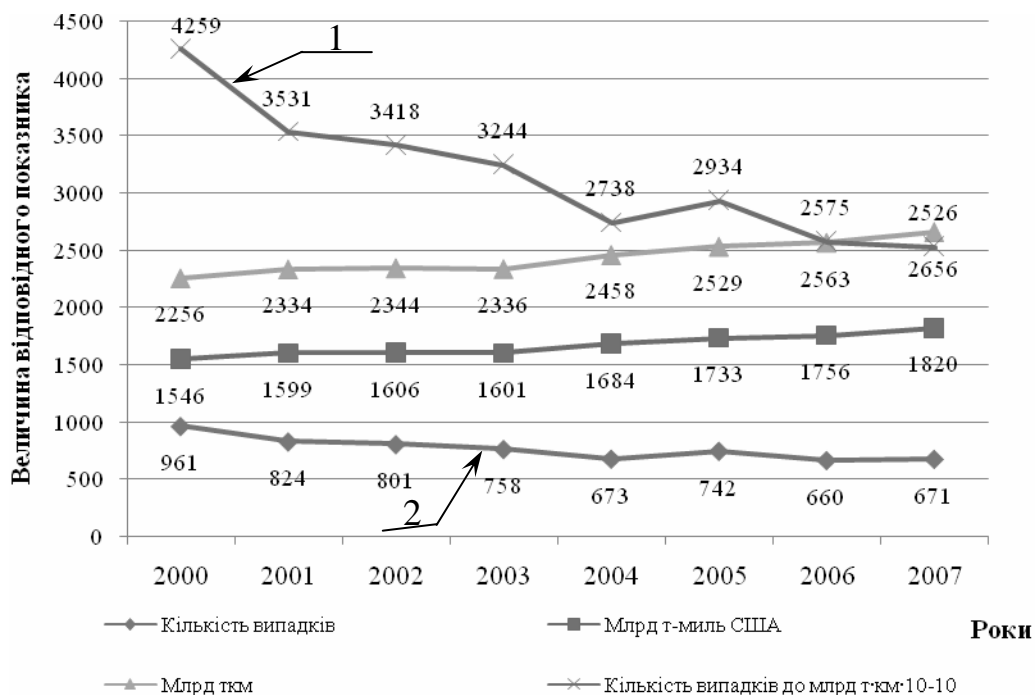


Рис. 2. Динаміка випадків та обсягів вантажних перевезень залізниць США та Канади

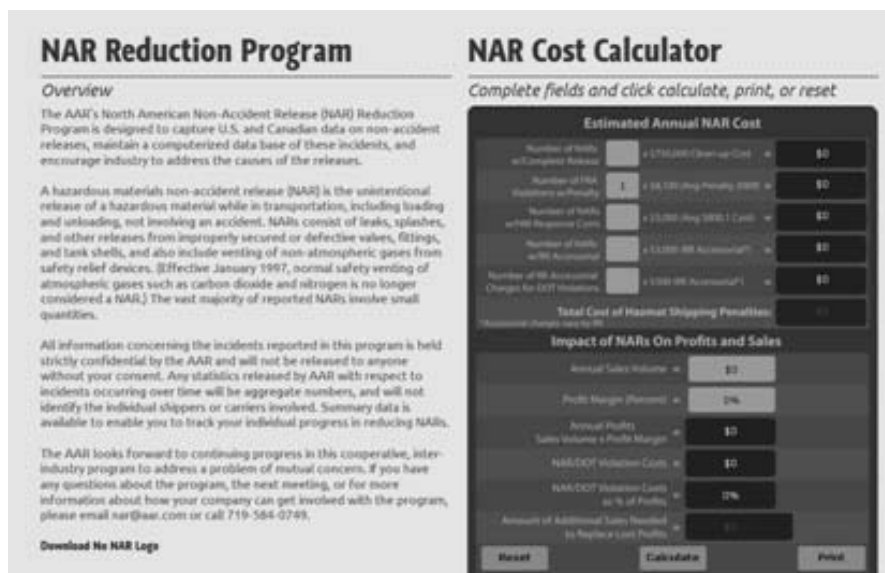


Рис. 3. Форма розрахунку грошової оцінки впливу кількості NAR на прибутки та продажі компанії

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Наприклад, будь-який користувач може самостійно ввести:

- кількість випадків викидів без аварій (ВБА) з повним виходом речовини (вартість очищення чи ліквідації наслідків оцінюється в 750 тис. доларів США);
- кількість порушень Федеральних правил перевезень, що потягли за собою штраф (середня величина штрафу у 2009 р. склала 8100 доларів США);
- а також кількість інших випадків, менш значимих, з вказанням їх грошового виміру (від 500 до 5000 доларів США).

Трохи нижче за допомогою простої форми, що показана на скриншоті на рис.3, можна отримати грошову оцінку впливу кількості цих випадків на прибутки та продажі компаній.

Не можна сказати, що умови перевезення НВ і ТП з ними не є предметом уваги відповідних служб та підрозділів УЗ. Відповідні відділи, підрозділи та фахівці працюють на всіх рівнях залізничного транспорту, але як вхідна так і вихідна інформація з цього приводу не є публічною.

Тому доводиться користуватися наявними джерелами інформації наприклад інтернет-сайтами <http://donetskrail.at.ua>, <http://www.trainsim.ru>, <http://www.railsystem.info>, на яких можна знайти хоч якісь повідомлення про ТП з НВ. Отримана з них інформація про кількість та характер ТП з НВ очевидно є неповною. Отже, її не можна вважати достовірною для визначення відповідних статистичних характеристик.

Разом з тим для Євросоюзу нормою є відкрита інформація про статистичні дані, структуру та характеристики різних видів економічної діяльності країн Євросоюзу. Наприклад, на сайті Євростату [3] можна знайти інформацію по залізницях всіх країн про всі обсяги роботи, витрати та продуктивність, кількість ТП з НВ та ін. За допомогою інформації, що збирається в такому форматі можна встановити залежності кількості та характеру ТП з НВ залежно від вантажообігу та вантажонапруженості на залізницях. Наприклад, за формулою (1) можна розрахувати середню кількість вантажних поїздів, що проходять по головних коліях кожної залізниці в обох напрямках  $N_{добр}^n$  визначається за даними табл. 1 як

$$N_{добр}^n = \frac{\sum Q_{бр} L}{q_{бр}^n \sum L_{екс}}, \quad (1)$$

умовні позначення в якій наведені вище.

Враховуючи те, що перевезення вантажів здійснюються передусім по головних ходах, якими є електрифіковані, двоколіїні (або з більшою кількістю головних колій) лінії, можна ввести коефіцієнт «згущення» перевезень  $K_{згц}^{пер}$  на головних ходах, який відображує переведення більшої частини поїздопотоків саме на такі лінії. Цей коефіцієнт можна визначити як:

$$K_{згц}^{пер} = \frac{1}{\left(1 - \frac{\sum L_{екс}^{ел}}{\sum L_{екс}}\right) \left(1 - \frac{\sum L_{екс}^{\geq 2кол}}{\sum L_{екс}}\right)}. \quad (2)$$

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

---

Розрахункова максимальна кількість вантажних поїздів, що проходить по головних коліях щодоби дорівнює:

$$\max N_{\text{доб}}^n = K_{\text{зщ}}^{\text{пер}} N_{\text{доб}}^n. \quad (3)$$

Після введення таких розрахункових оцінок інтенсивності перевезень вантажів слід застосовувати середньозважені статистичні дані щодо ТП з НВ в перерахунку на ці максимальні розрахункові розміри руху вантажних поїздів. Ці результати можуть бути вихідними статистичними характеристиками для оцінки ризиків ТП з НВ в системі перевезень цих вантажів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник основних показників роботи залізниць України (1999-2009 роки) [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2010. – 42 с.
2. Non-accident release reduction program. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nar.aar.com>.
3. Statistics explained. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Main\\_Page](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Main_Page)