

УДК 656. 225

Ю. В. БУЦ¹, О. В. КРАЙНЮК², Д. С. КОЗОДОЙ^{3*}, В. В. БАРБАШИН⁴

¹Каф. «Природоохоронні технології, екологія та безпека життєдіяльності», Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, пр. Науки, 9А, Харків, Україна, 61166, тел. +38 (050) 683 08 99, ел. пошта butsyura@ukr.net, ORCID 0000-0003-0450-2617

²Каф. «Метрологія та безпека життєдіяльності», Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Я. Мудрого, 25, Харків, Україна, 61000, тел. +38 (050) 404 26 73, ел. пошта alenauvarova@ukr.net, ORCID 0000-0001-9524-040X

^{3*}Центр спеціального навчання працівників суб'єктів перевезення небезпечних вантажів, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейербаха, 7, Харків, Україна, 61000, тел. +38 (066) 519 47 31, ел. пошта dmitry_1980@ukr.net, ORCID 0000-0003-3615-1815

⁴Каф. «Охорона праці та безпека життєдіяльності», Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, Україна, 61002, тел. +38 (099) 786 73 15, ел. пошта barbachyn@ukr.net, ORCID 0000-0003-3262-8305

ОЦІНКА НАДЗВИЧАЙНИХ ПОДІЙ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ У КОНТЕКСТІ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ РЕГІОНІВ

Мета. Основною метою статті є аналіз сучасного стану безпеки руху на залізничному транспорті під час перевезення небезпечних вантажів, а також оцінка надзвичайних подій і рівня безпеки на основі статистичного аналізу. **Методика.** Поставлена мета досягається за допомогою теоретичного узагальнення й аналізу сучасних знань та уявлень про прогнозування аварій з небезпечними вантажами. Для аналізу сучасного стану перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом використано геоінформаційні системи. **Результати.** Проаналізовано види інцидентів, що сталися на Укрзалізниці протягом останніх років. Виявлено головні причини виникнення аварійних ситуацій: технічна несправність вагонів, надзвичайно високий знос основних фондів, недоліки організаційної роботи під час перевезення вантажів, порушення правил безпеки вантажних робіт, втручання сторонніх осіб під час перевезення тощо. Однією з найголовніших причин небезпечних подій є надзвичайно високий знос основних фондів. Розроблено карту потенційних небезпек та аварійних ситуацій під час перевезення небезпечних вантажів із використанням геоінформаційних технологій. Наголошено на необхідності практичного вирішення проблем підвищення безпеки залізничних перевезень в умовах надзвичайних ситуацій. Безпеки перевезення небезпечних вантажів можна досягти за таких умов: дослідження ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій; підвищення оперативності прийняття рішень щодо ліквідації наслідків аварій; розробка технології ліквідації наслідків аварійних ситуацій; впровадження системи супутникової навігації. **Наукова новизна.** У роботі подано наукове обґрунтування й розробку основ прогнозування надзвичайних ситуацій на об'єктах залізничного транспорту. Надано оцінку причинам виникнення подій із небезпечними вантажами. Складено карту України за кількістю подій та залежно від видів інцидентів на Укрзалізниці. **Практична значимість.** Використання запропонованого підходу дозволить визначити якість будь-якої системи прийняття рішень, особливо під час планування аварійно-рятувальних робіт, формування сил і засобів для локалізації та ліквідації аварійних ситуацій. Практична цінність роботи полягає в отриманні науково обґрунтованої й водночас прийнятної для працівників методики оцінки стану стабільності перевізного процесу на окремих ділянках залізниць, а також у розробці рекомендацій для ділянок із підвищеною аварійністю.

Ключові слова: перевезення небезпечних вантажів; залізничний транспорт; надзвичайні події; пожежа; геоінформаційні технології

Вступ

До основних факторів ризику на залізничному транспорті належить перевезення великої кількості, до 3 926 найменувань, небезпечних вантажів [2]. Вони є потенційним джерелом

виникнення надзвичайних ситуацій із великою кількістю потерпілих, значними матеріальними збитками, настанням несприятливих екологічних і санітарно-гігієнічних наслідків [1]. До небезпечних належать вантажі, які відповідають критеріям «Правил перевезення небезпеч-

ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

них вантажів» [6], ДСТУ 4500-3:2008 «Вантажі небезпечні. Класифікація», ДСТУ 4500-5:2005 «Вантажі небезпечні. Маркування». Транспортна стратегія України на період до 2020 року [10] визначає одним зі своїх основних напрямків удосконалення й розвиток державної системи гарантування безпеки під час проведення операцій, пов'язаних із перевезенням небезпечних вантажів, розроблення відповідних нормативно-правових актів, створення реєстру небезпечних вантажів.

Розробку технології перевезень небезпечних вантажів досліджували вітчизняні науковці: Музикіна С. І. [4], Дубовіч І. А. [3], Родкевич О. Г. [8], Радкевич А. В. з колегами [7], зарубіжні вчені [12–14] та ін. Питання забезпечення ефективного функціонування транспортних систем розглядаються у багатьох наукових працях, але проблема контролю за безпечною доставкою вантажів на залізничному транспорті повністю не вирішена.

Мета

Основна мета статті – проаналізувати сучасний стан безпеки руху на залізничному транспорті під час перевезення небезпечних вантажів, а також провести оцінку надзвичайних подій і рівня безпеки на основі статистичного аналізу.

Методика

Поставлена мета досягається за допомогою теоретичного узагальнення й аналізу сучасних знань та уявлень про прогнозування аварій з небезпечними вантажами. Для аналізу сучасного стану перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом використано геоінформаційні системи.

Результати

Кількість надзвичайних подій під час перевезення небезпечних вантажів безпосередньо залежить від обсягу перевезень вантажів залізницею, який у зв'язку з економічною й політичною ситуацією у 2013–2014 роках різко зменшився, проте у 2015 р. спостерігається його суттєве зростання (рис. 1). Серед вантажів, що перевозяться, велику частку складають і потенційно небезпечні (рис. 2). Оскільки близько 15 % від загального обсягу перевезень вантажів залізничним транспортом становлять небезпечні вантажі (вибухонебезпечні, пожежонебезпечні, хімічні та інші речовини), то потенційна небезпека від перевезень таких вантажів дуже висока [5].

Матеріальні збитки від транспортних подій за 2016 рік становлять 24 млн 649 тис. грн, з яких лише 559 тис. грн, або 2,3 %, відшкодовано. Із загальної кількості транспортних подій 408 випадків, або 74,2 %, пов'язані з впливом «людського» чинника [9].

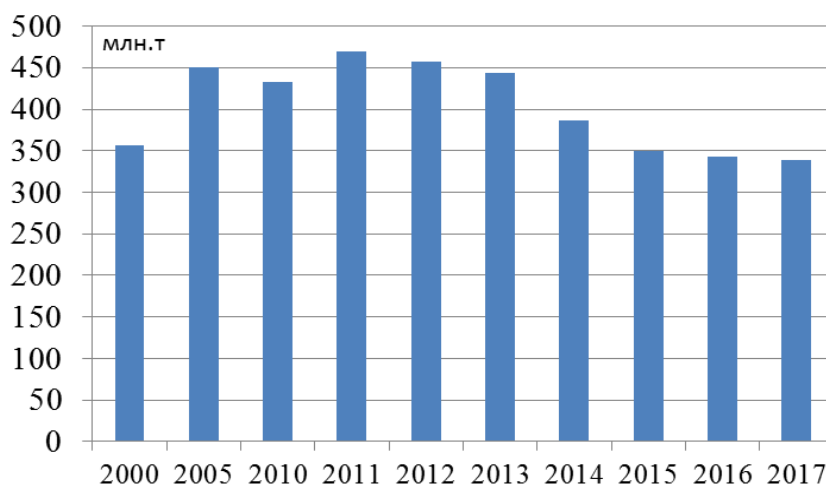


Рис. 1. Перевезення вантажів залізницею, млн т (за даними [9, 11])

Fig. 1. Transportation of goods by rail, million tons (according to [9, 11])

ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

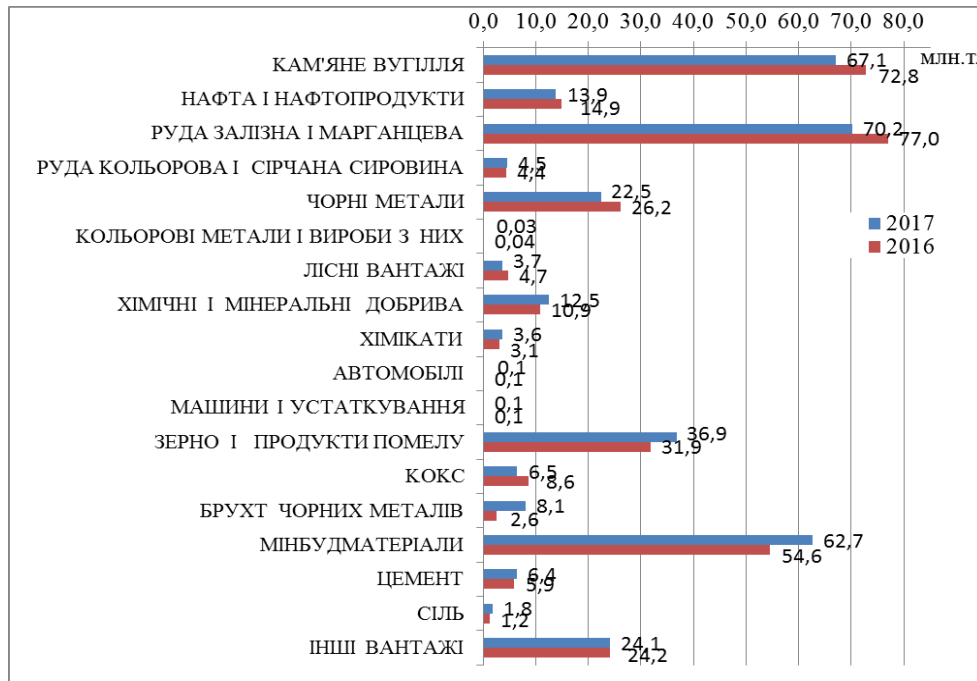


Рис. 2. Обсяги перевезень вантажів Укрзалізницею у 2016–2017 роках, млн т (складено за даними [10])

Fig. 2. Volumes of cargo transportation by Ukrzaliznytsia in 2016–2017 years, million tons (compiled according to [10])

Незважаючи на численні заходи щодо підвищення безпеки перевезень, проведений аналіз інцидентів із небезпечними вантажами виявив значні коливання показників кількості надзвичайних подій на різних залізницях.

Аналізуючи надзвичайні події на Укрзалізницю за 2016–2017 роки, слід відзначити, що у 2016 році найбільша їх кількість припала на регіональну філію «Донецька залізниця» (39 %). На Придніпровській залізниці відбулося 22 %, на Одеській – 17 %, на Південно-Західній та Львівській – по 11 % надзвичайних подій (рис. 3, 5). На Південній залізниці не зафіксовано жодного інциденту під час перевезення небезпечних вантажів.

У 2017 році спостерігається інша ситуація. На Одеській залізниці сталося 32 % небезпечних подій, на Придніпровській залізниці – 22 %, на Південно-Західній залізниці – 19 %, зменшилася кількість надзвичайних подій на Львівській залізниці – до 10 %, але зафіксовано небезпечні інциденти на Південній залізниці –

10 %. Зменшилася кількість небезпечних подій на Донецькій залізниці (7 %) (рис. 3, 5).

Особливу увагу слід приділити аналізу небезпечних подій на Придніпровській та Одеській залізницях, на яких як у 2016, так і в 2017 році відмічена чимала кількість подібних випадків.

За характером подій у 2016 році інциденти розподілилися наступним чином: найбільша кількість подій пов'язана зі сходженням вагонів або тепловоза з колії – 72 %, витікання вантажу (бензину або дизельного пального) склало 11 %, відчеплення вагонів, пожежа – по 6 %, витікання сірчаної кислоти – 5 % (рис. 4).

У 2017 році значно збільшилась кількість випадків витікання бензину й дизельного пального із вагонів-цистерн – до 17 %. Сходження вагонів склало 27 %, ДТП на переїздах – 38 %; зафіксовано випадки витікання сірчаної кислоти (3 %), серед інших подій – витікання бензолу й метанолу, що склали по 1 % (рис. 4).

ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

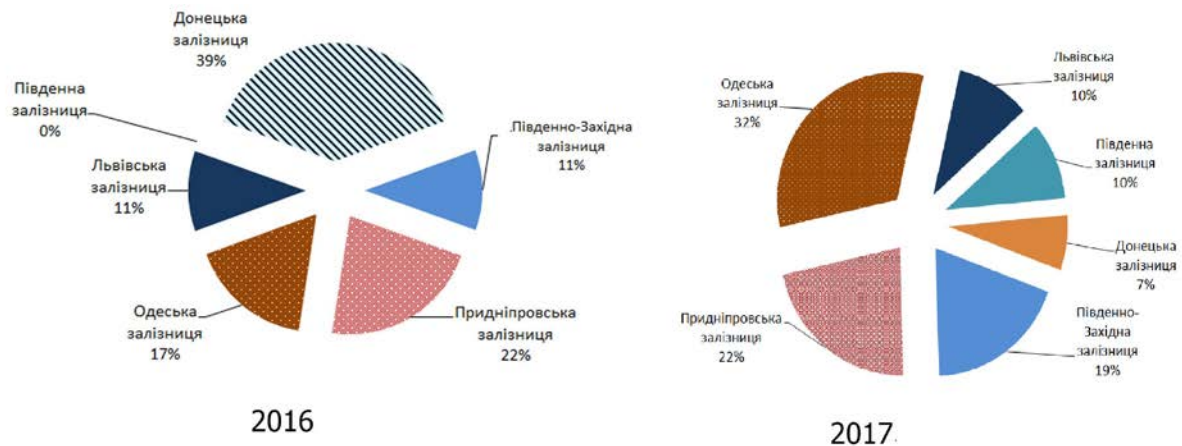


Рис. 3. Інциденти з небезпечними вантажами за місцем події, %

Fig. 3. Incidents with dangerous goods at the place of event, %

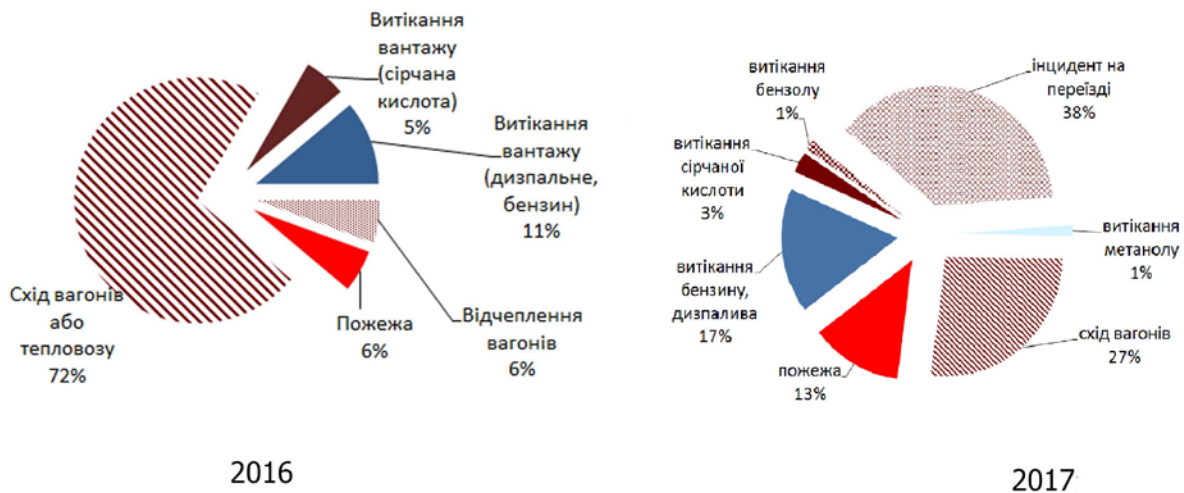


рис. 4. Надзвичайні події з участю небезпечних вантажів (за даними [9])

Fig. 4. Emergency events involving dangerous goods (according to [9])

Причинами виникнення аварійних ситуацій є різні фактори: технічна несправність вагонів; надзвичайно високий знос основних фондів, недоліки організаційної роботи під час перевезення вантажів, порушення правил безпеки вантажних робіт, втручання сторонніх осіб під час перевезення тощо.

Вважаємо, що однією з найголовніших причин небезпечних подій є надзвичайно високий знос основних фондів (рис. 6).

Наукова новизна та практична значимість

Зважаючи на вищесказане, можна запропонувати основні заходи для підвищення безпеки транспортування небезпечних вантажів:

- заміна застарілого рухомого складу і контейнерів на сучасні, що відповідають усім вимогам безпеки транспортування;
- підвищення рівня надійності технічних і технологічних засобів безпеки в цілому;
- поліпшення технології перевізного процесу небезпечних вантажів;
- повсюдне впровадження електронного документообігу та його постійне вдосконалення;
- підвищення кваліфікації працівників залізничної галузі;
- проведення роз'яснювальної та просвітницької роботи з населенням про дії при виникненні надзвичайних ситуацій.

ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

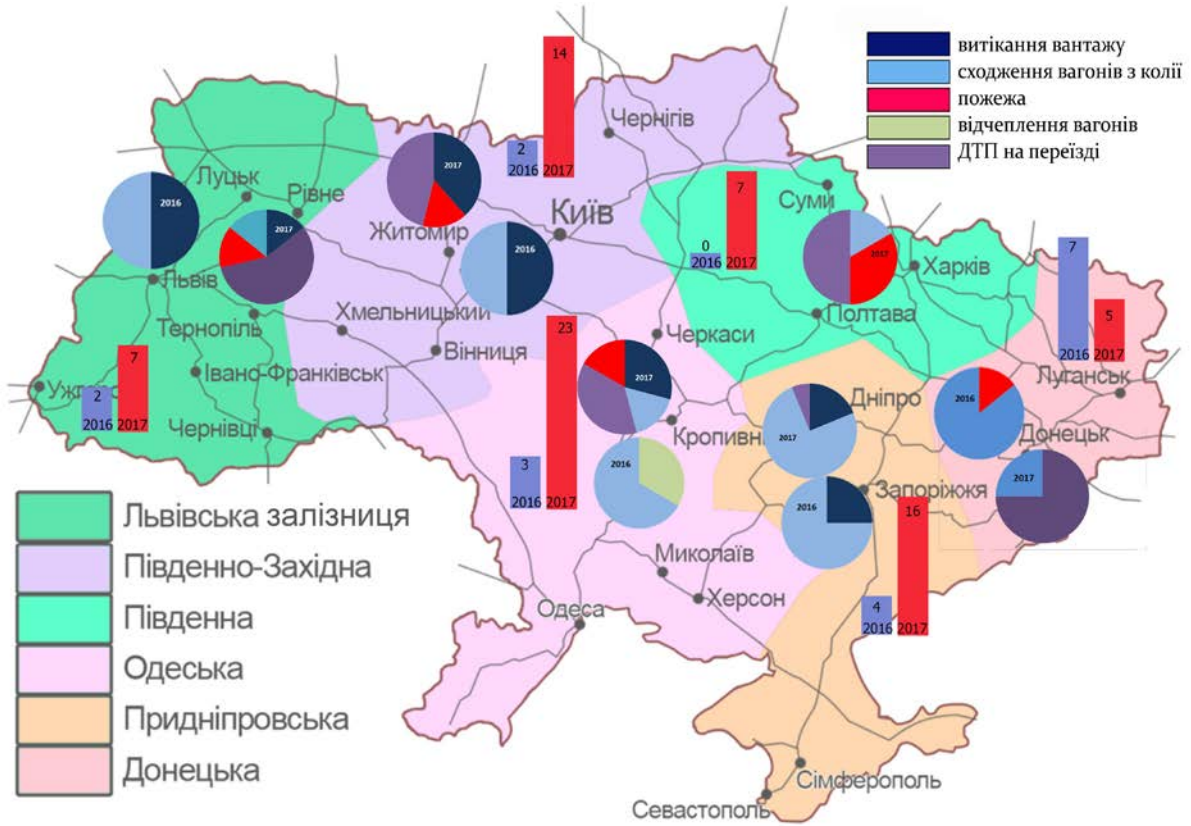


Рис. 5. Аналіз надзвичайних подій на Укрзалізниці протягом 2016 та 2017 років (стовпчастою діаграмою відмічена кількість подій під час перевезення небезпечних вантажів, круговою – події за видами інцидентів, %)

Fig. 5. Analysis of emergency events at Ukrzaliznytsia during 2016 and 2017 (stacked chart shows the number of events in the transportation of dangerous goods, circular – events by type of incidents, %)

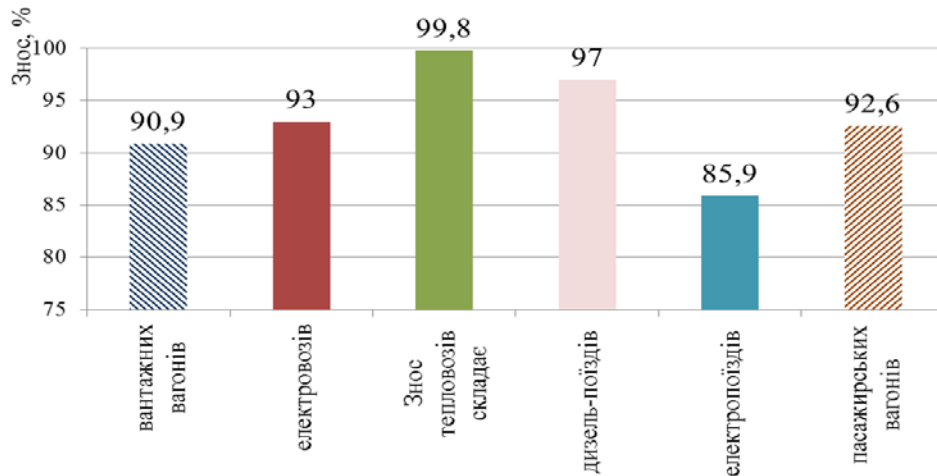


Рис. 6. Знос наявного парку (складено за даними [10])

Fig. 6. Depreciation of the existing park (compiled according to [10])

Варто зазначити, що для значного поліпшення ситуації в транспортній сфері всіх цих заходів необхідно вживати комплексно й централізовано.

Безпеку перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом необхідно системно розвивати у наступних напрямках:

- дослідження факторів, що впливають на безпеку перевезень, тобто на ймовірність виявлення факту виникнення надзвичайних ситуацій (НС);
- підвищення оперативності й правильності прийняття рішень щодо ліквідації наслідків аварійної ситуації;
- розробка безпечної технології ліквідації наслідків аварійних ситуацій;
- впровадження системи моніторингу небезпечних вантажів;
- використання супутникової навігації.

Висновки

На основі аналізу причин надзвичайних транспортних подій під час перевезення небезпечних вантажів можна зробити висновок, що значна частка таких подій відбувається через комерційні несправності й катастрофічний знос основних фондів. Але причинами виникнення надзвичайних подій на залізничному транспорті є також порушення вимог безпеки, які призводять до значної матеріальної шкоди. Тому питання вдосконалення саме технології перевезення небезпечних вантажів на різних ланках процесу транспортування на сьогодні є надзвичайно важливим. Якісне підвищення безпеки перевезень небезпечних вантажів, що обумовлено сучасними вимогами, можливе лише за умови вдосконалення усіх чинників перевізного процесу: організаційно-технічного, технологічного, інформаційного, кадрового та ін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 рік. – Київ : Державна служба надзвичайних ситуацій, 2017. – 228 с.
2. Дорожно-транспортні пригоди, аварії та інциденти на залізничному транспорті [Електронний ресурс] / Державна служба України з безпеки на транспорті. – Режим доступу: <http://dsbt.gov.ua/storinka/dorozhno-transportni-prygody-avariyi-ta-incydynty-na-zaliznychnomu-transporti> – Назва з екрана. – Перевірено : 13.06.2018.
3. Дубовіч, І. А. Сучасні еколого-економічні проблеми транспортування небезпечних вантажів Львівською залізницею / І. А. Дубовіч, М. В. Руда // *Наук. вісн. НЛТУ України* : зб. наук.-техн. пр. / Нац. лісо-техн. ун-т України. – Львів, 2012. – Вип. 22.9. – С. 66–71.
4. Музикіна, С. І. Аналіз безпеки руху під час перевезення небезпечних вантажів на залізничному транспорті / С. І. Музикіна // *Вісн. Акад. митної служби України. Серія: «Технічні науки»*. – 2014. – № 1 (51). – С. 135–139.
5. Пояснювальна записка до консолідованого проекту фінансового плану ПАТ «Українська залізниця» на 2016 рік [Електронний ресурс] / М-во інфраструктури України. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/26510.html> – Назва з екрана. – Перевірено : 13.06.2018.
6. Правила перевезення небезпечних вантажів [Електронний ресурс] : Наказ М-ва трансп. та зв'язку України від 25.11.2008 р. № 1430 [в ред. від 16.03.2018]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0180-09> – Назва з екрана. – Перевірено : 13.06.2018.
7. Радкевич, А. В. Дослідження необхідності створення аварійно-рятувальних підрозділів держспецтрансслужби для оперативного реагування на аварійні ситуації при перевезенні небезпечних вантажів залізничним транспортом / А. В. Радкевич, С. О. Яковлев, О. І. Шаптала // *Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна*. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 26. – С. 134–136.
8. Радкевич, О. Г. Закономірності та використання факторів ефективності системи перевезення небезпечних вантажів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Радкевич Оксана Григорівна ; Держ. екон.-технол. ун-т трансп. – Київ, 2013. – 25 с.
9. Статистичний щорічник України за 2015 рік / за ред. І. М. Жук. – Київ : Державна служба статистики України, 2016. – 575 с.
10. Статистичні дані про Українські залізниці [Електронний ресурс] / М-во інфраструктури України. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-pro-ukrainski-zaliznici.html> – Назва з екрана. – Перевірено : 13.06.2018.

ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

11. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс] : розпорядж. Каб. Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174-р. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80> – Назва з екрана. – Перевірено : 13.06.2018.
12. Borghetti, F. Road accessibility model to the rail network in emergency conditions / F. Borghetti, G. Malavasi // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. – 2016. – Vol. 6. – Iss. 3. – P. 237–254. doi: 10.1016/j.jrtpm.2016.10.001
13. Conca, A. A Risk Assessment for Road Transportation of Dangerous Goods: A Routing Solution / A. Conca, C. Ridella, E. Sapori // *Transportation Research Procedia*. – 2016. – Vol. 14. – P. 2890–2899. doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.407
14. Šolc, M. The Importance of Dangerous Goods / M. Šolc, M. Hovanec // *Naše more*. – 2015. – Vol. 62. – Iss. SI. – P. 181–186. doi: 10.17818/nm/2015/si17

Ю. В. БУЦ¹, Е. В. КРАЙНЮК², Д. С. КОЗОДОЙ^{3*}, В. В. БАРБАШИН⁴

¹Каф. «Природоохранные технологии, экология и безопасность жизнедеятельности», Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, пр. Науки, 9А, Харьков, Украина, 61166, тел. +38 (050) 683 08 99, эл. почта butsyura@ukr.net, ORCID 0000-0003-0450-2617

²Каф. «Метрология и безопасность жизнедеятельности», Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, ул. Я. Мудрого, 25, Харьков, Украина, 61000, тел. +38 (050) 404 26 73, эл. почта alenauvarova@ukr.net, ORCID 0000-0001-9524-040X

^{3*}Центр специального обучения работников субъектов перевозки опасных грузов, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, пл. Фейербаха, 7, Харьков, Украина, 61000, тел. +38 (066) 519 47 31, эл. почта dmitry_1980@ukr.net, ORCID 0000-0003-3615-1815

⁴Каф. «Охрана труда и безопасность жизнедеятельности», Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, ул. Маршала Бажанова, 17, Харьков, Украина, 61002, тел. +38 (099) 786 73 15, эл. почта barbachyn@ukr.net, ORCID 0000-0003-3262-8305

ОЦЕНКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СОБЫТИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ В КОНТЕКСТЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ РЕГИОНОВ

Цель. Основной целью статьи является анализ современного состояния безопасности движения на железнодорожном транспорте при перевозке опасных грузов, а также оценка чрезвычайных событий и уровня безопасности на основе статистического анализа. **Методика.** Поставленная цель достигается с помощью теоретического обобщения и анализа современных знаний и представлений о прогнозировании аварий с опасными грузами. Для анализа современного состояния перевозки опасных грузов железнодорожным транспортом использованы геоинформационные системы. **Результаты.** Проанализированы виды инцидентов, произошедших на железной дороге в последние годы. Выявлены главные причины возникновения аварийных ситуаций: техническая неисправность вагонов, чрезвычайно высокий износ основных фондов, недостатки организационной работы при перевозке грузов, нарушение правил безопасности грузовых работ, вмешательство посторонних лиц во время перевозки и тому подобное. Одной из главных причин опасных событий является чрезвычайно высокий износ основных фондов. Разработана карта потенциальных опасных и аварийных ситуаций при перевозке опасных грузов с использованием геоинформационных технологий. Отмечена необходимость практического решения проблем повышения безопасности железнодорожных перевозок в условиях чрезвычайных ситуаций. Безопасности перевозки опасных грузов можно достичь при следующих условиях: исследование вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций; повышение оперативности принятия решений по ликвидации последствий аварий; разработка технологии ликвидации последствий аварийных ситуаций; внедрение системы спутниковой навигации. **Научная новизна.** В работе дано научное обоснование и разработку основ прогнозирования чрезвычайных ситуаций на объектах железнодорожного транспорта. Дана оценка причинам возникновения событий с опасными грузами. Составлена карта Украины по количеству событий и в зависимости от видов инцидентов на Укрзализнице. **Практическая значимость.** Использование предложенного подхода позволит определить качество любой системы принятия решений, особенно при планировании аварийно-спасательных работ, формировании сил и средств для локализации и ликвидации аварийных ситуаций. Практическая ценность работы заключается в получении научно обоснованной и одновременно приемлемой для работников методики оценки состояния

ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

стабільності перевозочного процесу на окремих ділянках залізничних доріг, а також в розробці рекомендацій для ділянок з підвищеною аварійністю.

Ключові слова: перевезення небезпечних вантажів; залізничний транспорт; надзвичайні події; пожежа; геоінформаційні технології

Y. V. BUTS¹, E. V. KRAYNYUK², D. S. KOZODOY^{3*}, V. V. BARBASHIN⁴

¹Dep. «Environmental Technologies, Ecology and Life Safety», Semen Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauka Av., 9A, Kharkiv, Ukraine, 61166, tel. +38 (050) 683 08 99, e-mail butsyura@ukr.net, ORCID 0000-0003-0450-2617

²Dep. «Metrology and Life Safety», Kharkiv National Automobile and Highway University, Yaroslav Mudryi St., 25, Kharkiv, Ukraine, 61000, tel. +38 (050) 404 26 73, e-mail alenauvarova@ukr.net, ORCID 0000-0001-9524-040X

^{3*}Center of Dangerous Goods Carriage Entities, Ukrainian State University of Railway Transport, Feierbakh Sq., 7, Kharkiv, Ukraine, 61000, tel. +38 (066) 519 47 31, e-mail dmitry_1980@ukr.net, ORCID 0000-0003-3615-1815

⁴Dep. «Labor Protection and Life Safety», O. M. Beketov National University of Urban Economy, Marshal Bazhanov St., 17, Kharkiv, Ukraine, 61002, tel. +38 (099) 786 73 15, e-mail barbachyn@ukr.net, ORCID 0000-0003-3262-8305

EVALUATION OF EMERGENCY EVENTS AT THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS IN THE CONTEXT OF THE TECHNOGENIC LOAD IN REGIONS

Purpose. The paper aimed at analysis of the current state of railway traffic safety at the transportation of dangerous goods, as well as the assessment of emergency events and the level of security based on statistical analysis. **Methodology.** The objective is achieved through theoretical generalization and analysis of modern knowledge and ideas about the prediction of accidents with dangerous goods. Geo-information systems are used for the analysis of security systems for transportation of dangerous goods by rail. **Findings.** Authors analyzed the types of incidents that occurred on the railway in recent years. The main causes of emergencies are: technical malfunction of cars; extremely high depreciation of fixed assets, deficiency in organizational factors in the transportation of goods, violation of safety rules for cargo operations, interference of unauthorized persons during transportation and the suchlike. One of the main causes of dangerous events is the extremely high depreciation of fixed assets. A map of potential hazards and emergencies has been developed for the transportation of dangerous goods using geo-information technologies. The results of the research are aimed at practical solutions to the problems of improving the safety and stability of rail transport in emergency situations. The transportation safety of dangerous goods should be developed by: investigating the likelihood of emergency threat; increase the efficiency of decision-making for the elimination of the consequences of accidents; development of technology for liquidation of consequences of emergency situations; implementation of the satellite navigation system. **Originality.** The paper presents the scientific substantiation and development of the basis for forecasting emergencies at railway transport facilities. The reasons of occurrence of events with dangerous cargoes are estimated. The map of Ukraine is drawn up according to the number of events and depending on the types of incidents on the railway. **Practical value.** The use of the proposed approach will allow determining the quality of any decision-making system, especially when planning rescue operations, planning forces and facilities for the localization and elimination of emergency situations. The practical value of the work consists in obtaining a scientifically based and at the same time acceptable methodology for practical workers in assessing the stability of the transportation process on individual sections of the railways, as well as developing recommendations for road sections with increased accidents.

Keywords: transportation of dangerous goods; railway transport; emergency incidents; fire; geo-information technologies

REFERENCES

1. *Analitичnyi ohliad stanu tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini za 2016 rik.* (2017). Kyiv: Derzhavna sluzhba nadzvychainykh sytuatsii. (in Ukrainian)
2. *Dorozhno-transportni pryhody, avarii ta intsydenty na zaliznychnomu transporti.* (n.d.). In *Derzhavna sluzhba Ukrainy z bezpeky na transporti*. Retrieved from <http://dsbt.gov.ua/storinka/dorozhno-transportni-prygodny-avariyi-ta-incydenty-na-zaliznychnomu-transporti> (in Ukrainian)
3. Dubovych, I. A., & Ruda, M. V. (2012). Current ecological and economic problems of dangerous goods transportation by Lviv railway. *Scientific Bulletin of NFU of Ukraine*, 22(9), 66-71. (in Ukrainian)

ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

4. Muzykina, S. I. (2014). Analiz bezpeky rukhu pid chas perevezennia nebezpechnykh vantazhiv na zaliznychnomu trans-porti. *Visnyk Akademii mytnoi sluzhby Ukrainy*, 51, 135-139. (in Ukrainian)
5. Poiasniuvalna zapyska do konsolidovanoho proektu finansovoho planu PAT «Ukrainska zaliznytsia» na 2016 rik. (2016). In *Ministerstvo infrastruktury Ukrainy*. Retrieved from <https://mtu.gov.ua/news/26510.html> (in Ukrainian)
6. Nakaz Misterstva transportu ta zviazku Ukrainy 2008, № 1430. Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0180-09> (in Ukrainian)
7. Radkevich, A. V., Yakovlev, S. O., & Shaptala, O. I. (2009). Doslidzhennia neobkhidnosti stvorennia avariino-riatuvalnykh pidrozdiliv derzhspetstrans-sluzhby dlia operatyvnoho reahuvannia na avariini sytuatsii pry perevezenni nebezpechnykh vantazhiv zaliznychnym transportom. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana*, 26, 134-136. (in Ukrainian)
8. Rodkevych, O. H. (2013). *Zakonomirnosti ta vykorystannia faktoriv efektyvnosti systemy perevezennia nebezpech-nykh vantazhiv*. (Avtoreferat dysertatsii kandydata ekonomichnykh nauk). State economic and technological university of transport, Kyiv. (in Ukrainian)
9. Zhuk, I. M. (Ed). (2016). *Statistical Yearbook. State Statistics Service of Ukraine*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (in Ukrainian)
10. Statystychni dani pro Ukrainski zaliznytsi. (n.d.). In *Ministerstvo infrastruktury Ukrainy*. Retrieved from <https://mtu.gov.ua/content/statystychni-dani-pro-ukrainski-zaliznici.html> (in Ukrainian)
11. Transportna stratehiia Ukrainy na period do 2020 roku. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy 2010, № 2174-p. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80> (in Ukrainian)
12. Borghetti, F., & Malavasib, G. (2016). Road accessibility model to the rail network in emergency conditions. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 6(3), 237-254. doi: 10.1016/j.jrtpm.2016.10.001 (in English)
13. Conca, A., Ridella, C., & Saponi, E. (2016). A Risk Assessment for Road Transportation of Dangerous Goods. *Routing Solution Transportation Research Procedia*, 14, 2890-2899. doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.407 (in English)
14. Šolc, M., & Hovanec, M. (2015). The Importance of Dangerous Goods. *Naše more*, 62(SI), 181-186. doi: 10.17818/nm/2015/si17 (in English)

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., ст.н.с. Ю. В. Зеленько (Україна)

Надійшла до редколегії: 22.02.2018

Прийнята до друку: 30.05.2018