

УДК 656.212.5(23.01)

С. В. ГРЕВЦОВ<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup> Львівський коледж транспортної інфраструктури Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Снопковская, 47, 79011, м. Львів, Україна, тел. +38 (032) 276 14 90, ел. пошта Grevtsov@ukr.net, ORCID 0000-0003-2925-4293

## ДОСЛІДЖЕННЯ РИЗИКІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З РОЗФОРМУВАННЯМ СОСТАВІВ ПОЇЗДІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ

**Мета.** Метою роботи є класифікація ризиків, що є характерними для сортувального процесу, встановлення їх допустимих рівнів та встановлення параметрів сортувального процесу, які впливають на рівень ризиків. **Методика.** Сортувальна гірка являє собою складний інфраструктурний та технологічний комплекс при експлуатації якого взаємодіють залізнична колія, системи автоматики, телемеханіки та зв'язку, маневрові локомотиви, вагони, вантажі, виробничий персонал, що підвищує складність проблеми забезпечення безпеки руху. В процесі дослідження використовувались методи теорії безпеки руху поїздів та менеджменту ризиків. **Результати.** Основними об'єктами ризику, характерними для сортувальних гірок, є регулювальники швидкості скочування вагонів, що працюють у небезпечній зоні (індивідуальний ризик), інфраструктура сортувальних гірок, рухомий склад та вантажі, що у ньому перевозяться (технічний ризик). На сортувальних гірках також має місце економічний ризик, що пов'язаний з підвищенням собівартості сортувального процесу при нераціональному його виконанні. В статті запропоновані допустимі імовірності виникнення небажаних подій для різних видів ризику. **Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає у тому, що в ній систематизовані ризики, що характерні для розпуску составів на сортувальних гірках, що дозволяє удосконалити методи побудови області допустимих режимів гальмування відцепів та оптимізації управління швидкістю скочування відцепів. **Практична значимість.** Застосування запропонованих методів дозволяє підвищити безпеку сортувального процесу на залізничних станціях.

*Ключові слова:* залізничний транспорт, сортувальна гірка, безпека руху поїздів, сортувальний процес, менеджмент ризику.

### Вступ

Проблема забезпечення безпеки руху є однією з основних на залізничному транспорті. Одним із найбільш небезпечних процесів, що пов'язаний з перевезенням вантажів на залізничному транспорті, для якого характерна значна кількість випадків виробничого травматизму, сходів вагонів, їх пошкоджень і пошкоджень вантажів є розформування-формування составів на сортувальних гірках. Тому питання забезпечення безпеки сортувального процесу є актуальними для залізничного транспорту.

Значна частина процесів, що відбуваються на залізничному транспорті, в тому числі і розформування-формування поїздів на сортувальних гірках, відносяться до відповідальних технологічних процесів [17] і несуть потенційну загрозу людям, навколишньому середовищу та іншим технологічним процесам. У зв'язку з цим забезпечення абсолютної безпеки на залізничному транспорті є практично неможливим і під безпекою руху на залізничному транспорті розуміють такий стан процесу руху залізничного рухомого складу, самого залізничного рухомого складу та об'єктів залізничної інфраструктури під час їх експлуатації, при якому ризик

виникнення залізничних транспортних подій та їх наслідків не перевищує гранично допустимого рівня, а також забезпечується захист життя і здоров'я громадян, навколишнього природного середовища, майна фізичних чи юридичних осіб від наслідків таких подій.

Сортувальна гірка являє собою складний інфраструктурний та технологічний комплекс при експлуатації якого взаємодіють залізнична колія, системи автоматики, телемеханіки та зв'язку, маневрові локомотиви, вагони, вантажі, виробничий персонал, що підвищує складність проблеми забезпечення безпеки руху. Вирішенню цієї проблеми присвячена значна кількість наукових робіт. На сьогодні можна виділити наступні наукові напрямки вирішення цієї проблеми: удосконалення методів проектування сортувальних гірок, автоматизація та механізація сортувального процесу, удосконалення технології розформування-формування составів на гірках.

Проектування сортувальних гірок здійснюється відповідно до [11]. Цей документ встановлює вимоги щодо параметрів колійного розвитку, потужності гальмових позицій, засобів централізації та ін. Приклади розвитку методів

забезпечення безпеки руху на сортувальних гірках на етапі проектування зокрема представлені в роботах [21, 22]. Так в [21] представлена методика комплексної оцінки гіркових горловин за критерієм надійності, в [22] представлена удосконалена методика проектування колійного розвитку, що враховує безпечні умови проходження багатовагонних відцепів. В той же час, «Правила та норми проектування сортувальних пристроїв» передбачають можливість за узгодженням із замовником прийняття нетипових проектних рішень. Причиною прийняття таких рішень як правило є вимоги щодо зменшення вартості спорудження чи реконструкції сортувальних гірок. В результаті, як відмічається в [20], значна частина сортувальних гірок побудована за нетиповими проектами, що мають значні відхилення від норм проектування.

Умови утримання та експлуатації сортувальних гірок визначаються [12, 18]. Однак за останні десятиліття відбулися значне падіння перевізної роботи в цілому і, як наслідок, сортувальної роботи зокрема. В результаті виникла невідповідність між проектними потужностями сортувальних гірок та обсягами їх роботи і утворився формальний резерв переробної спроможності. В той же час з метою скорочення експлуатаційних витрат на гірках відбувається скорочення персоналу та обмеження фінансування технічного утримання та ремонтів [13]. Для забезпечення безпеки сортувального процесу необхідно удосконалити методи оцінки ризиків, що виникають під час його виконання. Методичною основою цих методів повинні бути загальні методи менеджменту ризиками та методи безпеки руху поїздів [2].

### Мета

Метою роботи є класифікація ризиків, що є характерними для сортувального процесу, встановлення їх допустимих рівнів та встановлення параметрів сортувального процесу, які впливають на рівень ризиків.

### Методика

Дослідження щорічних «Аналізів стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці» за період з 2006 по 2015 рік [1-10] показує, що для сортувального процесу характерним є значна кількість порушень безпеки руху. За цей період на сортувальних гірках трапилося 57 транспортних подій. Основна кількість порушень відноситься на господарство перевезень, є результатом невірної гальмування вагонів і пов'язана з

«людським» фактором. На рис. 1 представлена динаміка кількості працівників, причетних до транспортних подій по господарству перевезень загальна і, пов'язаних з гірковими процесами. Аналіз вказаної залежності показує, що на розформування-формування поїздів на сортувальних гірках припадає від 20-30 % транспортних подій по господарству перевезень.

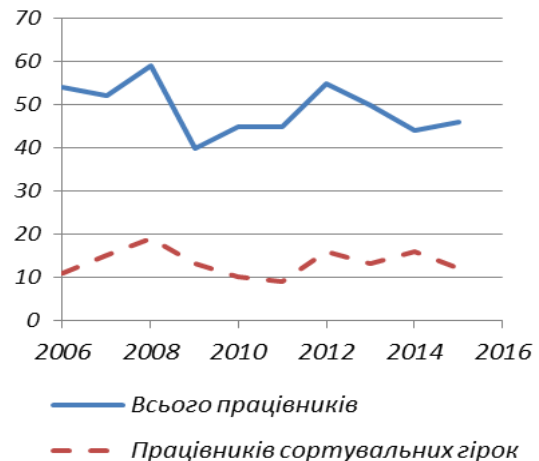


Рис. 1. Динаміка кількості працівників, причетних до транспортних подій по господарству перевезень

Додаткове навантаження на оперативний персонал створює технічний стан гіркових пристроїв, насамперед гальмових уповільнювачів. Зокрема кожен четвертий уповільнювач на залізницях України не забезпечує нормативного натиснення шин на колеса. Недостатня ефективність гальмування вагонних уповільнювачів на сортувальній гірці ст. Нижньодніпровськ-Вузол у лютому 2014 року призвела до зіткнення вагонів на парковій колії з падінням 17 метрової прогонової конструкції пішохідного моста. Особливі загрози мають місце при виникненні транспортних подій з вагонами, що перевозять небезпечні вантажі. У 2015 році на станції Коростень при слідуванні з гірки відчепа із 8 вагонів сталося сходження одним візком вагона з дизельним паливом (клас 3). Транспортні події, що відбувалися на сортувальних гірках у 2006-2015 році класифікувалися як інциденти. На залізницях Російської Федерації, що мають близьке до вітчизняних залізниць технічне забезпечення, під час розформування составів відбулося декілька випадків з більш тяжкими наслідками. Так 22.10.11 під час розпуску состава на станції Анісовка Приволзької залізниці регулювальник швидкості вагонів вийшов із запізненням до гальмування відцепу, переходив колію у невстановленому місці, спіткнувся об рейку, впав та був смертельно травмований відцепом. На станції Коршуниха-Ангарська Східно-Сибірської залізниці 10.12.11 відбулася

зміна маршруту слідування відчепу про що не були попереджені регулювальники швидкості вагонів. Регулювальник побіг за відчепом і поклав рукою башмак під останній візок вагона. В результаті отримав травму руки з ампутацією трьох пальців.

На станції Горький Сортивальний 28.05.2015 Горьковської залізниці під час розпуску була пошкоджена цистерна з бензином. В результаті виниклої пожежі згоріли 4 цистерни з бензином, додатково було пошкоджено 10 вагонів, колія та адміністративна будівля. Загальна площа пожежі склала 500 м<sup>2</sup>.

Таким чином задачі підвищення безпеки процесу розформування-формування поїздів є актуальною для залізничного транспорту. При цьому важливим є дослідження ризиків, що притаманні цьому процесу.

Менеджмент ризику – це системне застосування політики, процедур і методів керування до завдань визначення ситуації, ідентифікації, аналізу, оцінки, обробки, моніторингу ризику та обміну інформацією, що стосується ризику, для забезпечення зниження втрат і збільшення рентабельності. Поєднання двох умов – можливості прояви небажаної події і сприйнятливості об'єкту до її впливу – є достатньою підставою для визнання факту існування ризику. Під час сортувального процесу на залізничному транспорті можуть викликати загрозу інфраструктурі залізниці, рухомому складу, вантажам, персоналу, а у випадку перевезення небезпечних вантажів і суспільству та навколишньому середовищу. У зв'язку з цим цей процес пов'язаний з ризиками.

Для сучасних умов експлуатації залізничного транспорту характерною особливістю є суттєве падіння обсягів перевезень у порівнянні з тими, для яких була побудована залізнична інфраструктура. В цих умовах до скачкоподібного погіршення стану безпеки руху може привести наступний ланцюг подій [16]:

1) зменшення капітальних витрат та витрат на утримання технічних засобів для забезпечення утримання величини прибутку на тому ж рівні в умовах зменшення обсягів перевезень;

2) підвищення навантаження на персонал у зв'язку з об'єктивним зростанням зносу основних фондів інфраструктури; при цьому в умовах кризи чисельність персоналу залишається або постійною, або навіть зменшується з метою скорочення експлуатаційних витрат;

3) підвищення кількості помилок, що допускається персоналом під час експлуатації, технічного обслуговування та ремонту технічних засобів;

4) збільшення експлуатаційних витрат у

зв'язку з необхідністю ліквідації наслідків транспортних подій та оплатою штрафних санкцій.

В умовах, коли переважна частина технічних засобів сортувальних гірок утримується у стані несправності, що вимагає ремонту у плановому порядку, а штат гіркового персоналу є не укомплектованим традиційна для залізничного транспорту система оцінки ризиків для безпеки руху, що ґрунтується формуванні вимог до окремих об'єктів інфраструктури та елементів перевізного процесу є недієздатною. У зв'язку з цим для функціонування у існуючих умовах необхідним є перехід до аналізу ризиків виходячи з вимог щодо якості послуги з перевезення вантажів. Формування підходів щодо забезпечення безпеки сортувального процесу в цих умовах є метою аналізу ризиків. В межах цього дослідження аналізуються ризики, що пов'язані з управлінням швидкістю скочування відчепів.

На етапі ідентифікації ризику виявляється перелік несприятливих подій, прояв яких, по-перше є реальним, по-друге, вони здатні погіршити якість навколишнього середовища і нанести шкоду людині або об'єктам інфраструктури та рухомого складу.

У порівнянні із іншими процесами, що відбуваються на залізничному транспорті відмінною рисою процесу розформування-формування составів на сортувальних гірках є скочування відчепів. В наслідок переміщення великих мас, на значній частині маршруту не контрольованого, можуть виникати різноманітні небезпечні ситуації які можна згрупувати за джерелами та об'єктами ризику.

Основними джерелами ризику на сортувальних гірках є рухомий склад та вантажі, що перевозяться залізницею. Основними об'єктами ризику, характерними для сортувальних гірок, є регулювальники швидкості скочування вагонів, що працюють у небезпечній зоні (індивідуальний ризик), інфраструктура сортувальних гірок, рухомий склад та вантажі, що у ньому перевозяться (технічний ризик). На сортувальних гірках також має місце економічний ризик, що пов'язаний з підвищенням собівартості сортувального процесу при нераціональному його виконанні.

Небажаними подіями, які можуть мати місце під час розпуску состава є:

– наїзд вагонів на регулювальника швидкості руху;

– пошкодження вагонів та вантажів при підході одних вагонів до інших;

– пошкодження уповільнювачів;

– сходи вагонів під час гальмування упові-

льнювачами;

– пошкодження коліс вагонів під час башмачного гальмування;

– додаткові маневрові роботи при прослідкуванні відчепів на колії, що не передбачені планом розпуску.

### Результати

Аналіз гіркових процесів дозволяє визначити наступні причини виникнення порушення безпеки руху на сортувальних гірках.

Наїзд вагонів на регулювальників може викликати їх смерть або тяжке травмування. Згідно з міжнародною домовленістю максимально прийнятним рівнем індивідуального ризику є  $10^{-6}$  смертельних випадків на рік. Враховуючи відносно невелику кількість регулювальників швидкості вагонів та значну кількість відчепів, які кожен з них обслуговує протягом року, повинні бути створені такі умови, коли із технологічних причин нанесення травм вагонами регулювальникам повинно виключатись.

Перевищення встановленої швидкості підходу відчепів до вагонів на сортувальних коліях може виникати через помилки при виборі режиму гальмування на парковій та башмачній гальмовій позиціях, втрату гальмової потужності уповільнювачів через низький тиск у гальмовій магістралі, або через їх технічну несправність, невідповідність товщини ободів коліс встановленим вимогам, потрапляння фарби або мастила на колеса вагонів, неспроможність регулювальника швидкості вагонів виконати додаткове гальмування. Причиною перевищення встановленої швидкості підходу відчепів до вагонів на сортувальних коліях може бути також нерозділення відчепа на стрілці з попереднім і направлення його на колію, що зайнята вагонами з порученням плану розпуску. Допустима імовірність перевищення встановленої швидкості підходу відчепів до вагонів, що знаходяться на сортувальних коліях встановлюється [14] і повинна складати менше ніж 0,1. Пошкодження уповільнювачів можливе через перевищення встановленої швидкості входу на них вагонів. Необхідно відмітити, що при порушенні плану розпуску состава порушуються умови прицільного регулювання швидкості скочування відчепів. Враховуючи, що наслідками такого порушення можуть бути лише пошкодження технічних засобів залізничного транспорту та вантажів, то для його оцінки можна використати типовий рівень частоти виникнення «рідкісна подія» з імовірністю менше ніж  $10^{-4}$ .

Пошкодження уповільнювачів вагонами, що

скочуються виникає через перевищення встановленої швидкості входу вагонів на них. Даний вид ризику являє собою технічний ризик і обумовлюється властивостями уповільнювачів. Враховуючи те, що уповільнювачі мають запас міцності, то перевищення швидкості входу відчепа на уповільнювач як правило буде викликати виключно його передчасний знос, тому доцільно встановити рівень частоти появи таких подій як «часта подія», а імовірність її появи менше ніж 0,05 на рівні допустимого технічного ризику.

Пошкодження коліс вагонів під час башмачного гальмування виникає при перевищенні допустимої швидкості входу вагона на башмак. Перевищення встановленої швидкості входу вагонів на башмаки призводить до появи повзунів [19] і, відповідно до збільшення частоти обточки колісних пар вагонів. Даний вид ризику являє собою технічний ризик, тому доцільно встановити рівень частоти появи таких подій як «часта подія», а імовірність її появи менше ніж 0,05 на рівні допустимого технічного ризику.

Нерозділення відчепів і їх прослідкування на колії, що не передбачені планом розпуску виникають через помилки гіркового персоналу при розробці плану розпуску состава та через втрату уповільнювачами гальмової потужності при регулюванні швидкості скочування окремих відчепів (див. вище). Результатом нерозділення відчепів є, як правило, економічний ризик, що пов'язаний з додатковими витратами на виконання маневрової роботи. Принципово можливим є також виникнення технічного ризику пошкодження вагонів та вантажів через перевищення встановленої швидкості співударення, а в окремих випадках і загрози для регулювальників швидкості вагонів. Згідно з [15] в якості прийнятного значення не розділення відчепів бути прийнятим значення менше 0,005.

Основними факторами, які впливають на частоту порушень безпеки руху під час розформування составів поїздів на сортувальних гірках є

– інтенсивність надходження вагонів у обслуговування різноманітними пристроями та регулювальниками швидкості вагонів, яка визначається швидкістю розпуску та режимами роботи гальмових позицій;

– достовірність інформації про ходові характеристики відчепів та гальмовий опір уповільнювачів для них; обов'язкове використання уповільнювачів першої гальмової позиції для регулювання швидкості відчепів дозволить експериментально оцінити їх вплив на вагони.

## Наукова новизна та практична значимість

Наукова новизна роботи полягає у тому, що в ній систематизовані ризики, що характерні для розпуску составів на сортувальних гірках, що дозволяє удосконалити методи побудови області допустимих режимів гальмування відчепів та оптимізації управління швидкістю скоочування відчепів.

Застосування запропонованих методів дозволяє підвищити безпеку сортувального процесу на залізничних станціях.

## Висновки

Виконані дослідження дозволяють зробити наступні висновки. Сортувальна гірка являє собою складний інфраструктурний та технологічний комплекс при експлуатації якого взаємодіють залізнична колія, системи автоматики, телемеханіки та зв'язку, маневрові локомотиви, вагони, вантажі, виробничий персонал, що підвищує складність проблеми забезпечення безпеки руху. Основними об'єктами ризику, характерними для сортувальних гірок, є регульовальники швидкості скоочування вагонів, що працюють у небезпечній зоні (індивідуальний ризик), інфраструктура сортувальних гірок, рухомий склад та вантажі, що у ньому перевозяться (технічний ризик) та збільшення витрат на сортувальний процес (економічний ризик). В рамках дослідження визначені основні причини виникнення порушення безпеки руху на сортувальних гірках та допустимі рівні ризику.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2006 році / розробники: В. Мельничук, О. Федоренко, В. Крот, А. Рашко, В. Гусь. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху та екології, 2007. – 127 с.
2. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2007 році / розробники: В. Гусь, М. Кутняк, В. Крот. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху та екології, 2008. – 131 с.
3. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2008 році / розробники: О. Мусієнко, В. Гусь, В. Крот. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху та екології, 2009. – 131 с.
4. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2009 році / розробники: О. Мусієнко, В. Гусь, С. Ребриков, В. Крот. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху та екології, 2010. – 92 с.
5. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2010 році / розробники: О. Мусієнко, В. Гусь, С. Ребриков, В. Крот. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху та екології, 2011. – 105 с.
6. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2011 році / розробники: О. Мусієнко,

О. Ходаковський, С. Ребриков, В. Крот. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху та екології, 2012. – 94 с.

7. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2013 році / розробники: О. Мусієнко, О. Ходаковський, С. Ребриков, В. Крот. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху, 2013. – 94 с.

8. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2013 році / розробники: О. Мусієнко, О. Ходаковський, С. Ребриков, В. Крот. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху. – 2013. – 94 с.

9. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2014 році / розробники: О. Мусієнко, С. Ребриков, В. Крот. – Київ : Укрзалізниця. Головне управління безпеки руху, 2015. – 122 с.

10. Аналіз стану безпеки руху в структурі ПАТ «Укрзалізниця» у 2015 році / розробники: О. Мусієнко, С. Ребриков, В. Крот. – Київ : ПАТ «Укрзалізниця». Департамент безпеки руху, 2016. – 167 с.

11. Галузеві будівельні норми України. Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування. ГБН В.2.3-37472062-1:2012 : Затв. : Наказ Міністерство інфраструктури України 17.01.2013 р. № 25. – Київ : Міністерство інфраструктури України, 2012. – 112 с.

12. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв механізованих і автоматизованих сортувальних гірок на залізницях України. ЦШ 0048 : Затв. Наказ Укрзалізниці 12.012 2006 р. № 491-Ц. – Київ, 2007. – 153 с.

13. Kozachenko, D. Controlling the Speed of Rolling Cuts in Conditions of Reduction of Brake Power of Car Retarders / D. Kozachenko, V. Bobrovskiy, S. Grevtsov, M. Berezoviy // Наука та прогрес транспорту. – 2016. – № 3 (63). – С. 28-40. – doi : 10.15802/stp2016/74710.

14. Козаченко, Д. Н. Исследование прицельного регулирования скорости скатывания отцепов в условиях неопределенности информации об их ходовых свойствах / Д. Н. Козаченко, Р. Г. Коробьева, О. И. Таранец // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 6/2 (42). – С. 45-50.

15. Козаченко, Д. Н. Исследование условий интервального регулирования скорости скатывания отцепов на автоматизированных горках / Д. Н. Козаченко // Наука та прогрес транспорту. – 2010. – Вип. 34. – С. 46-50.

16. Красковский, А. Е. Комплексная оценка рисков для безопасности движения / А. Е. Красковский, Д. И. Рогоза, П. А. Плеханов // Известия ПГУПС. – 2011. – Вып. 1. – С. 54-65.

17. Лисенков, В. М. Статистическая теория безопасности движения поездов : Уч. для вузов / В. М. Лисенков. – Москва : ВИНТИ РАН, 1999. – 332 с.

18. Методичні рекомендації операторам сортувальних гірок щодо управління пристроями на механізованих і автоматизованих сортувальних гірках: Затв.: Наказ Укрзалізниці від 22.02.2013 р. № 042-Ц/од. – Київ : ТОВ «Інпрес», 2013. – 108 с.

19. Мурадян, Л. А. Исследование действующих

условий експлуатації и анализ причин сокращения ресурса работы железнодорожных колес / Л. А. Мурадян, В. Г. Анофриев // Наука та прогрес транспорту. – 2012. – Вип. 34. – С. 206-210.

20. Негрей, В. Я. Обоснование уровня технического оснащения и оптимизация параметров конструкции сортировочных комплексов железнодорожных станций / В. Я. Негрей, С. А. Пожидаев, Е. А. Филатов // Транспортні системи та технології перевезень. – 2014. – Вип. 8. – С. 110-119. – doi : 10.15802/tstt2014/38098.

21. Огар, О. М. Визначення інтенсивностей відмов та відновлення підсистем сортувальної гірки / О. М. Огар, О. В. Розсоха, О. М. Костенніков //

Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. – № 3. – С. 3-12.

22. Пожидаев, С. А. Автоматизированное проектирование плана горочной горловины с учётом обеспечения безопасного взаимодействия длинно-базного подвижного состава / С. А. Пожидаев, Е. А. Филатов, Е. Н. Иванов // Транспортні системи та технології перевезень. – 2013. – № 6. – С. 82-85. – doi : 10.15802/tstt2013/24456.

*Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. О. М. Огарем (Україна)*

Надійшла до редколегії 18.11.2016

Прийнята до друку 22.11.2016

С. В. ГРЕВЦОВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С РАСФОРМИРОВАНИЕМ СОСТАВОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

**Цель.** Целью работы является классификация рисков, характерных для сортировочного процесса, установление их допустимых уровней и установления параметров сортировочного процесса, влияющих на уровень рисков. **Методика.** Сортировочная горка представляет собой сложный инфраструктурный и технологический комплекс при эксплуатации которого взаимодействуют железнодорожный путь, системы автоматики, телемеханики и связи, маневровые локомотивы, вагоны, грузы, производственный персонал, что повышает сложность проблемы обеспечения безопасности движения. В процессе исследования использовались методы теории безопасности движения поездов и менеджмента рисков. **Результаты.** Основными объектами риска, характерными для сортировочных горок, являются регулировщики скорости скатывания вагонов, работающие в опасной зоне (индивидуальный риск), инфраструктура сортировочных горок, подвижной состав и грузы, которые в нем перевозятся (технический риск). На сортировочных горках также имеет место экономический риск, связанный с повышением себестоимости сортировочного процесса при нерациональном его исполнении. В статье предложены допустимые вероятности возникновения нежелательных событий для различных видов риска. **Научная новизна.** Научная новизна работы заключается в том, что в ней систематизированы риски, характерные для роспуска составов на сортировочных горках, что позволяет усовершенствовать методы построения области допустимых режимов торможения отцепов и оптимизации управления скоростью скатывания отцепов. **Практическая значимость.** Применение предложенных методов позволяет повысить безопасность сортировочного процесса на железнодорожных станциях.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, сортировочная горка, безопасность движения поездов, сортировочный процесс, менеджмент риска.

S. GREVTSEV

## THE ANALYSIS OF RISKS RELATED TO BREAK-UP OF ROLLING STOCK ON HUMP YARDS

**Purpose.** The aim is classification of risks that are specific to the sorting process, establishment of acceptable levels and installing sorting process parameters that affects on risk level. **Methodology.** Hump yard is a difficult technological and infrastructure complex, in the operation of which the railway track interacts with automation system, telemechanics and connection, switching locomotives, carriages, cargo and process stuff, which increases the complexity of the problem to ensure safety. The methods theory of traffic safety of the trains and risk management are used in analyzing. **Findings.** The main objects of risk for humps is regulation of speed of sliding cars which works in danger zone(individual risk), infrastructure of humps, rolling stock and freight which is transported there (technical risk). There is economic risk on the hump yards also, which associated with an increase in the cost of sorting process in its execution. The tolerance probability of adverse events for different types of risk is recommended. **Originality.** All the risks are systemized and they are typical for break-up of trains on the hump which allow us to improve methods of constructions of permissive regime for slowdown of cuts on yard and optimization the speed their rolling down from the humps. **Practical value.** The use of the proposed methods allows to improve the security marshalling process at railway stations.

**Keywords:** railway transport, hump yard, traffic safety, marshalling process, risk management.