

Міністерство освіти і науки України

Українська державна академія залізничного транспорту

На правах рукопису

БАНТЮКОВА СВІТЛАНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 656.212.5:656.25

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК З УРАХУВАННЯМ
БЕЗПЕКИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Огар Олександр Миколайович
доктор технічних наук, професор

Харків – 2014

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1	
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК	11
1.1. Аналіз основних аспектів теорії безпеки транспортних систем	11
1.2. Огляд та аналіз існуючих методів оцінки рівня безпеки руху на залізничному транспорті і на сортувальній гірці зокрема	17
1.3. Огляд та аналіз основних аспектів управління ризиками в системі залізничних перевезень і на сортувальній гірці зокрема	24
1.4. Огляд та аналіз впливу людського фактора на безпеку функціонування сортувальної гірки	29
1.5. Аналіз відомих способів професійного відбору операторів та пристроїв оцінювання діяльності операторів	38
1.6. Висновки до розділу 1	50
РОЗДІЛ 2	
ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО ПІДХОДУ ДО УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ФУНКЦІОНУВАННЯ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ	52
2.1. Вибір напрямку досліджень процесу управління безпекою розформування составів на гірках	52
2.2. Розроблення математичної моделі управління безпекою розформування составів на гірках	58
2.3. Розроблення методу визначення рекомендованих параметрів керування вагонними уповільнювачами	62
2.4. Висновки до розділу 2	71
РОЗДІЛ 3	
РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ВИРОБЛЕННЯ УПРАВЛЯЮЧИХ ВПЛИВІВ НА КЕРОВАНУ СИСТЕМУ	73
3.1. Характеристика сортувальної станції	73

3.2. Сценарії ризику виникнення ПБФ на ділянках сортувальної гірки	77
3.3. Логіко–ймовірнісне моделювання ризику виникнення порушень безпеки функціонування	86
3.3.1. Подання у ФПЗ логічних моделей видів ділянок колії	86
3.3.2. Подання у ФПЗ логічних моделей частин маршрутів і маршруту розформування–формування состава	88
3.3.3. Перехід від ФПЗ до імовірнісної функції видів ділянок колії	90
3.3.4. Перехід від ФПЗ до імовірнісної функції частини маршруту і маршруту розформування–формування состава	91
3.4. Розрахунок імовірностей виникнення ПБФ та визначення адекватності моделі	92
3.5. Розроблення узагальненої процедури реалізації управляючих впливів на керовану систему	95
3.6. Висновки до розділу 3	103
РОЗДІЛ 4	
УДОСКОНАЛЕННЯ ЕРГАТИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ФУНКЦІОНУВАННЯ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ	105
4.1. Дослідження надійності виконання оператором дії технологічного процесу	105
4.2. Удосконалення способу професійного відбору операторів	110
4.3. Удосконалення пристрою для навчання та оцінювання роботи операторів	114
4.4. Техніко-економічна оцінка удосконалення ергатичної системи управління безпекою функціонування сортувальної гірки	142
4.5. Висновки до розділу 4	149
ВИСНОВКИ	151
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	154
Додаток А. Структурна схема дисертаційного дослідження	168
Додаток Б. Акти впровадження	169

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток економіки України багато в чому визначається чіткою та злагодженою роботою залізничного транспорту. З метою забезпечення умов, необхідних для розвитку національної транспортної системи та вдосконалення державного регулювання транспортним комплексом України визначені основні завдання залізничного транспорту, одне з яких – задоволення зростаючих потреб національної економіки і населення в перевезеннях, підвищення їх якості та зменшення вартості транспортної складової в ціні продукції [1].

Значні втрати залізничному транспорту, та й всьому народному господарству в цілому, наносять катастрофи та аварії, що виникають при перевезеннях.

І хоча проблемами безаварійної роботи займаються і Державна адміністрація залізничного транспорту України, і безпосередні виконавці, і ревізорський апарат, і наукові організації, аварійність на залізничному транспорті залишається досить високою.

Стабільна робота транспорту стала сьогодні справою надзвичайної політичної та економічної важливості.

Безпека руху на залізничному транспорті в цілому та на сортувальних гірках зокрема, залежить від великої кількості факторів. Існує необхідність більш широкого застосування сучасних методів дослідження для вивчення впливу несприятливих факторів, розробки оптимальних критеріїв оцінки рівня безпеки функціонування залізничного транспорту для підвищення якості процесу залізничних перевезень.

Вважається загальноприйнятим, що абсолютної безпеки взагалі, а тим більше на транспорті, не існує, тому можна говорити тільки про відносну безпеку або про відповідний рівень безпеки [2, 3]. Це впливає з того, що надзвичайні обставини виникають за законами випадковостей і вони завжди

будуть присутні на транспорті при наявності певних умов і обставин, при яких вони відбуваються.

Першочергову увагу необхідно приділяти створенню всебічної системи безпеки руху, що передбачає оптимальний рівень ризику виникнення ситуацій, що загрожують життю людей і схоронності вантажів, при одночасному забезпеченні експлуатаційної ефективності, прийнятних часових і вартісних витрат на перевезення.

Одним з важливих об'єктів транспортного процесу є сортувальна гірка сортувальної станції, що забезпечує процес розформування-формування залізничних потягів, що відноситься до відповідальних технологічних процесів. Реалізація процесу розформування – формування починається з початкового моменту прибуття состава на станцію та закінчується кінцевим моментом – звільненням вагонів станції в складі нового сформованого поїзда [4]. У зв'язку із специфікою та інтенсивністю роботи сортувальної гірки, на ній відбувається істотно більше порушень безпеки функціонування, чим на інших об'єктах транспортного процесу різного ступеня складності. Дотепер не проводилися систематичні дослідження причин порушення безпеки функціонування та проблем забезпечення необхідного рівня безпеки сортувальних гірок і це позначається на результатах їх роботи. Назріла необхідність у розробці теоретичних, практичних і методичних питань, що забезпечують системний підхід до вирішення сукупності проблем забезпечення безпеки функціонування сортувальних гірок на залізничному транспорті.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконувалася у відповідності до Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006 р. №651–р) [1], Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки (Постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. №1390) [5], Транспортної стратегії України на період до 2020 року (Розпорядження Кабінету Міністрів

України від 20 жовтня 2010 р. №2174-р) [6], Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1555-р) [7], Концепції розвитку транспортно–дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року [8]. Напрямок досліджень відповідає також темі науково–дослідної роботи, у якій автор брав безпосередню участь як виконавець: «Розробка пропозицій по удосконаленню верхнього рівня мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації (МП ГАЦ) (держ. реєстр. № 0107U007061).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є вирішення науково–прикладного завдання підвищення ефективності експлуатації сортувальних гірок з урахуванням безпеки розформування составів на основі обліку випадкових факторів, що впливають на сортувальний процес.

Поставлена мета визначила такі **основні задачі** дослідження:

- проведення аналізу існуючої теорії безпеки транспортних систем, існуючих методів оцінки рівня безпеки руху та управління ризиками на сортувальній гірці, виділення їх недоліків та обмежень;

- формування наукового підходу до управління сортувальним процесом на основі математичної моделі управління безпекою розформування составів на гірках з урахуванням мінімізації ризиків, що можуть бути на сортувальній гірці;

- розроблення методу визначення рекомендованих параметрів керування вагонними уповільнювачами для ефективного управління безпекою розформування составів на гірках;

- розроблення процедури вироблення управляючих впливів на керовану систему, яка дасть змогу оцінювати та прогнозувати ризик виникнення порушень безпеки при реалізації технологічного процесу розформування–формування составів на сортувальних коліях та визначати цілеспрямовані управляючі впливи на керовану систему;

- удосконалення ергатичної системи управління безпекою

функціонування сортувальної гірки, яка дасть змогу підвищити ефективність роботи оперативного персоналу.

Об'єкт дослідження – сортувальний процес вагопотоків на залізницях.

Предмет дослідження – безпека функціонування сортувальних гірок.

Методи дослідження. Дослідження проводились із застосуванням таких методів: системного аналізу та дослідження операцій при формуванні системного підходу до управління безпекою функціонування сортувального процесу, методи логіко–ймовірнісної теорії безпеки та алгебри логіки для побудови логіко–ймовірнісної моделі ризику виникнення порушення безпеки функціонування, теорія алгоритмів при розробленні інформаційно-логічної структури управління ризиками в системі сортувальної гірки та вдосконаленні способу професійного відбору операторів, елементи цифрової електроніки при вдосконаленні пристрою для навчання та оцінювання роботи операторів.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційній роботі вирішено завдання підвищення ефективності експлуатації сортувальних гірок з урахуванням безпеки їх використання на основі формування рекомендованих параметрів управління сортувальним процесом, оцінки ризиків виникнення порушень безпеки функціонування та вироблення управляючих впливів на керовану систему, зменшення впливу людського фактора.

Вперше:

– запропоновано науковий підхід до управління сортувальним процесом на основі математичної моделі управління безпекою розформування составів на гірках. На відміну від існуючих моделей раціональне управління безпекою розформування составів визначається за умовою мінімізації ризиків, що можуть бути на сортувальній гірці. При цьому значною мірою враховується вплив людського фактора на сортувальний процес;

– розроблено метод визначення рекомендованих параметрів керування вагонними уповільнювачами на основі математичної моделі, у якій рекомендовані параметри керування вагонними уповільнювачами визначаються за критерієм мінімуму добутку ймовірностей нагону кожного відчепа на спускній частині гірки, перевищення кожним відчепом допустимої швидкості входу на уповільнювачі гальмових позицій та перевищення кожним відчепом допустимої швидкості співударяння з відчепами, що перебувають у сортувальному парку;

– розроблено процедуру вироблення управляючих впливів на керовану систему на основі сценарної логіко-ймовірнісної моделі ризику виникнення порушень безпеки функціонування сортувальної гірки, яка на відміну від існуючих моделей ураховує логічний зв'язок можливих небезпечних ситуацій на різних ділянках маршруту скочування відцепів і дає змогу обчислити прогнозовану ймовірність виникнення порушень безпеки функціонування сортувальної гірки.

Удосконалено:

– ергатичну систему управління безпекою функціонування сортувальної гірки. На відміну від відомих систем підвищення ефективності роботи оперативного персоналу базується на використанні удосконаленого способу професійного відбору операторів, який реалізовано у пристрої для навчання та оцінювання їх роботи. Цей пристрій дає змогу підвищити достовірність інформації про ефективність роботи операторів та оцінити їх придатність до виконання заданої роботи.

Практичне значення одержаних результатів. Сформований науковий підхід дозволяє підійти до рішення завдання підвищення ефективності експлуатації сортувальної гірки з урахуванням управління безпекою розформування составів та впливу людського фактору. Крім того, вказаний підхід надає можливість корегування параметрів керування в процесі експлуатації сортувальної гірки.

Розроблена математична модель управління безпекою розформування составів на гірках дозволяє раціонально управляти безпекою розформування составів за умовою мінімізації ризиків з урахуванням впливу людського фактору на сортувальний процес. Вказана модель може бути використана для розроблення нових та вдосконалення існуючих автоматизованих систем управління сортувальним процесом.

Запропонований метод визначення рекомендованих параметрів керування вагонними уповільнювачами дає змогу підвищити безпеку технологічного процесу сортувальної гірки.

Розроблена процедура вироблення управляючих впливів на керовану систему на основі сценарної логіко-ймовірнісної моделі ризику виникнення порушень безпеки функціонування сортувальної гірки дає змогу оцінювати та прогнозувати ризик виникнення порушень безпеки функціонування при реалізації технологічного процесу розформування–формування составів та накопичування вагонів на сортувальних коліях. На основі отриманих імовірностей порушень безпеки функціонування за допомогою розробленої процедури визначаються необхідні цілеспрямовані управляючі впливи на керовану систему.

Удосконалена ергатична система управління безпекою функціонування сортувальної гірки дає змогу зменшити вплив людського фактора, підвищити ефективність та надійність роботи операторів на 4%, підвищити достовірність інформації про якість роботи оператора та об'єктивність оцінювання його придатності до виконання заданої роботи та є основою створення узагальненої системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу. Отримано патент на корисну модель «Спосіб професійного відбору операторів» та патент на корисну модель «Пристрій для навчання та оцінювання роботи операторів».

Особистий внесок здобувача. Наукові положення, результати досліджень, висновки та рекомендації, що сформовані в дисертації і є предметом захисту, одержані автором самостійно. У публікаціях, написаних

у співавторстві, авторів належать: аналіз якісних показників та методів оцінки рівня безпеки руху в транспортних системах [9]; розроблення класифікації операційних ризиків та загальної схеми етапів процесу управління ризиками [10]; проведення статистичного моделювання роботи підсистеми «вершина гірки – сортувальний парк» на її окремих розрахункових ділянках [11]; статистичний аналіз параметрів метеорологічних умов [12]; розроблення логічних моделей виникнення порушень безпеки функціонування на ділянках колії [13]; алгоритм способу професійного відбору операторів [14]; структурна схема пристрою для навчання та оцінювання роботи операторів [15].

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались, обговорювались та були ухвалені на таких науково-технічних конференціях та семінарах: IV Міжнародній НПК «Наука і освіта – 2008» (м. Софія, 2008 р.); 21-й Міжнародній НПК «Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железнодорожного транспорта Украины» (м. Алушта, 2008 р.); 76-й Міжнародній НПК «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (УкрДАЗТ, м.Харків, 2014 р.); 14-му Міжнародному НТС «Современные проблемы производства и ремонта в промышленности и на транспорте» (м.Свалява, 2014 р.); V Міжнародній НПК «Інноваційні технології на залізничному транспорті» (м. Лондон, 2014 р.); Всеукраїнській НПК «Інформаційні технології і мехатроніка» (ХНАДУ, м. Харків, 2014 р.); X Міжнародній НПК «Научное пространство Европы – 2014» (м. Przemysl, 2014р.). Повністю дисертаційна робота доповідалася та була позитивно оцінена на розширеному засіданні кафедри залізничних станцій та вузлів Української державної академії залізничного транспорту за участю членів спеціалізованої вченої ради та на розширеному засіданні кафедри електричного транспорту Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 18 наукових праць, у тому числі 9 наукових статей (з них 4 без співавторів) у фахових виданнях, затверджених МОН України, з яких 1 включена до міжнародних наукометричних баз, 2 патенти на корисну модель та 7 тез доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи складає 173 сторінки, з яких обсяг основного тексту – 145 сторінок. Робота ілюстрована 17 рисунками, з яких 5 рисунків на 8 сторінках, наведено 5 таблиць. Список використаних джерел складає 124 найменувань на 14 сторінках, 2 додатки на 6 сторінках.

Структурну схему дисертації наведено у додатку А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція Державної програми реформування залізничного транспорту України [Електронний ресурс] : розпорядження КМУ від 27 грудня 2006 р. № 651-р. – Режим доступу : \www/ URL : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/651-2006-%D1%80>.
2. Ветошкин, А. Г. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. – 248 с.
3. Радаев, Н. Н. Элементы теории риска эксплуатации потенциально опасных объектов [Текст] / Н. Н. Радаев. – М.: РВСН, 2000. – 323 с.
4. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте [Текст] : учебн. для вузов / П.С. Грунтов, Ю. В. Дьяков, А. М. Макаровичкин. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.
5. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010–2019 роки [Електронний ресурс] : постанова КМУ від 16 груд. 2009 р. № 1390. – Режим доступу : \www/ URL : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1390-2009-%D0%BF>.
6. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс] : розпорядження КМУ від 20 жовт. 2010 р. № 2174-р. – Режим доступу : \www/ URL : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>.
7. Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року [Електронний ресурс] : розпорядження КМУ від 16 груд. 2009 р. № 1555-р. – Режим доступу : \www/ URL : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1555-009-%D1%80>.
8. Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : \www/URL : <http://libtomcat.knteu.kiev.ua/library/DocDescription?doc>.

9. Огар, О. М. Методи оцінки рівня безпеки руху в транспортних системах [Текст] / О. М. Огар, С. О. Бантюкова // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. – К. : Техника, 2006. – Вып. 72. – С. 307–313.

10. Огар, О. М. Управління ризиками в системі «сортувальна гірка» [Текст] / О. М. Огар, С. О. Бантюкова // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – № 4. – С. 41–46.

11. Системний підхід до управління безпекою розформування составів на гірках [Текст] / О. М. Огар, І. В. Берестов, С. О. Бантюкова, В. О. Амосов // Зб. наук. праць. – Харків : УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 14–22.

12. Огар, О. М. Представлення параметрів метеорологічних умов при розрахунках гірки і моделюванні сортувального процесу [Текст] / О. М. Огар, С. О. Бантюкова, О. С. Губачова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 4/3 (46). – С. 4–7.

13. Бантюков, С. Є. Логіко-імовірнісне моделювання ризику виникнення порушень безпеки функціонування сортувальної гірки [Текст] / С. Є. Бантюков, С. О. Бантюкова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 1/3 (67). – С. 30–37.

14. Пат. 40353 Україна, МПК G09B 9/00. Спосіб професійного відбору операторів [Текст] / Астахов В. М., Бантюков С. Є., Бантюкова С. О., Огар О. М.; заявники і патентовласники Астахов В. М., Бантюков С. Є., Бантюкова С. О., Огар О. М. – № u 2008 09765 ; заявл. 25.07.08 ; опубл. 10.04.09, Бюл. № 7. – 4 с.

15. Пат. 35699 Україна, МПК G09B 9/00, А61В 5/00. Пристрій для навчання та оцінювання роботи операторів [Текст] / Астахов В. М., Бантюкова С. О., Огар О. М. ; заявники і патентовласники Астахов В. М., Бантюкова С. О., Огар О. М. – № u 2008 09764 ; заявл. 25.07.08 ; опубл. 25.09.08, Бюл. № 18. – 14 с.

16. Грунтов, П. С. Эксплуатационная надежность станций [Текст] / П. С. Грунтов. – М.: Транспорт, 1986. – 247 с.

17. Хохлов, А. А. Технические средства обеспечения безопасности движения на железных дорогах [Текст] / А. А. Хохлов, В. И. Жуков. – М.: УМЦ ЖДТ, 2009. – 553 с.

18. Александровская, Л. Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем [Текст]: учебник / Л. Н. Александровская, А. П. Афанасьев, А. А. Лисов. – М.: Логос, 2003. – 208 с.

19. Бойнік, А. Б. Вплив відмов технічних засобів СЦБ на загальний рівень безпеки руху поїздів і транспортний ризик втрат при небезпечних подіях [Текст] / А. Б. Бойнік, О. А. Абакумов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – № 4. – С. 21–25.

20. Мойсеенко, В. И. Основы системного подхода к безопасности железнодорожного транспорта [Текст] / В. И. Мойсеенко // Сб. науч. тр. – Донецк: ДонИЖТ, 2005. – № 7. – С. 5–14.

21. Котенко, А. Н. Повышение безопасности и сохранности перевозимых грузов [Текст] / А. Н. Котенко // Залізничний транспорт України. – 2002. – № 2. – С. 31–34.

22. Положення про систему управління безпекою руху поїздів у державній адміністрації залізничного транспорту України [Електронний ресурс]: наказ Міністерства інфраструктури України від 01.04.2011 р. № 27. – Режим доступу: \www/ URL : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0729-11>.

23. Лисенков, В. М. Статистическая теория безопасности движения поездов [Текст]: учебн. для вузов / В.М. Лисенков. – М.: ВИНТИ РАН, 1999. – 332 с.

24. Лисенков, В. М. Безопасность ответственных технологических процессов и технологических средств на транспорте [Текст] / В. М. Лисенков // Автоматика, телемеханика и связь. – 1992. – № 1. – С. 8 – 11.

25. О транспортной безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон Российской Федерации от 9 февраля 2007 г. № 16-ФЗ. – Режим доступа: \www/ URL : <http://rasp.yandex.ua/info/15?ncrnd=9201>.

26. Государственная концепция обеспечения транспортной безопасности России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : \www/ URL : <http://iv.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>.

27. О железнодорожном транспорте в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон Российской Федерации от 10 января 2003 г. № 17-ФЗ. – Режим доступа : \www/ URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_148958/.

28. Petersen, D. Techniques of Safety Management : A Systems Approach [Текст] / D. Petersen. – USA : ASSE, 2003. – 364 p.

29. Бантюкова, С. О. Використання основних принципів теорії безпеки транспортних систем для підвищення рівня безпеки перевезень [Текст] / С. О. Бантюкова // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К. : Техника, 2005. – Вып. 63. – С. 306–311.

30. Безопасность движения – основа обеспечения бесперебойности перевозочного процесса [Текст] // Ж.-д. транспорт. Сер. Безопасность движения. ЭИ. – ЦНИИТЭИ, 2001. – Вып. 1. – С. 4 – 7.

31. Крупина, Е. М. Методы оценки состояния безопасности движения и исследования причин аварийности на зарубежных железных дорогах [Текст] // Е. М. Крупина, Ю. М. Некрасова // Ж.-д. транспорт. Сер. Безопасность движения. ЭИ. – ЦНИИТЭИ, 1999. – Вып. 2. – С. 12 – 15.

32. Безопасность движения на железнодорожном транспорте [Текст]: Методические указания для студентов и слушателей курсов повышения квалификации. – Новосибирск, 2002. – 50 с.

33. Грунтов, П. С. Безопасность движения на железнодорожном транспорте [Текст] : учеб. пособие / П. С. Грунтов, Ф. П. Пищик. – Гомель : БелИИЖТ, 2001. –122 с.

34. Балалаев, С. В. Безопасность движения на железных дорогах. Ч.1. Основы безопасности [Текст] / С. В. Балалаев. – Хабаровск : Изд. ДВГУПС, 2008. – 125 с.

35. Петров, С. В. Совершенствование методов оценки и управления аварийным риском в чрезвычайных ситуациях при перевозке нефтепродуктов на железнодорожном транспорте [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.26.02 / Петров Сергей Викторович – М., 2009. – 24 с.

36. Козаченко, Д. М. Розвиток теоретичних основ оцінки техніко-експлуатаційної ефективності та безпеки функціонування сортувальних гірок [Текст] : дис. ... д-ра. техн. наук: 05.22.20: «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / Козаченко Дмитро Миколайович – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2011. – 297 с.

37. Соколов, О. Й. Розробка методики оцінки рівня безпеки руху на залізничному транспорті [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Соколов Олександр Йосипович. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – 21 с.

38. Мойсеенко, В. И. Влияние нарушений безопасности на техническую эффективность использования средств транспорта [Текст] / А. А. Сосунов, В. И. Мойсеенко // 36. наук. праць. – Донецьк : ДонІЗТ, 2009. – Вип.17. – С.61–67.

39. Мойсеенко, В. И. Актуальные вопросы сохранности и безопасной эксплуатации тягового подвижного состава [Текст] / В. И. Мойсеенко, А. Ф. Майборода, И. Е. Батюшин // Локомотив информ. – 2007. – № 9. – С. 14– 15.

40. Мойсеенко, В. И. Совершенствование систем обеспечения безопасности движения поездов [Текст] / В. И. Мойсеенко // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 4. – С. 20–23.

41. Бойнік, А. Б. Шляхи підвищення безпеки функціонування станційних мікропроцесорних систем залізничної автоматики [Текст] / А. Б. Бойнік, В. І. Мойсеенко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 4. – С. 42–46.

42. Starowich, W. Modelowanie symulacyjne ruchu wagonow na I gorce rozrzadowej / W. Starowich, Z. Avramovic // Autom. Kolej.– 1988. – 11, № 1. – С. 3 – 10.

43. Bowles J.B., Chi Wan. Software failure modes and effects analysis for a small embedded control system / Proc. of annureliability and maintainability symp. – Philadelphia, 2001. – P. 137–155.
44. Brummer J., Kersken M., Marlz J. Tools for software safety analysis, reliability engineering and System I Safety, Elsevier 46, 1994. – P. 123–138.
45. David Brown. Systems analysis and Design for Safety. Prenlice Hatt Incorporation, Engteewood Gtiffs, New Jercy. 2003. – 85 p.
46. Бантюкова, С. О. Імовірнісна модель управління безпекою руху на залізничному транспорті [Текст] / С. О Бантюкова // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – № 3. – С. 28–31.
47. Бантюкова, С. О. Математична модель безпеки функціонування сортувальної гірки [Текст] / С. О Бантюкова // Зб. наук. праць. – Харків : УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 80. – С. 89–95.
48. Самсонкин, В. Н. Метод статистической закономерности в управлении безопасностью движения на железнодорожном транспорте [Текст] / В. Н. Самсонкин, В. А. Друзь. – Донецк : Дон ИЖТ, 2005. – 159 с.
49. Самсонкин, В. Н. Управление безопасностью движения на железнодорожном транспорте Украины [Текст] / В. Н. Самсонкин, В. А. Соколов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 1997. – № 4. – С. 27.
50. Лябах Н.Н. Мониторинг и прогнозирование показателей работы горок [Текст] / Н. Н. Лябах, В. А. Тартынский, А. В. Денисов // Железнодорожный транспорт. – 2010. – № 8. – С. 39–40.
51. Огар, О. М. Інтелектуальна підтримка процесів прийняття рішень при регулюванні швидкості скочування відчепів з гірки [Текст] / О. М. Огар // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 5–6. – С. 39 – 44.
52. Рябинин, И. А. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем [Текст] / И. А. Рябинин, Г. Н. Черкесов. – М.: Радио и связь, 1981. – 264 с.

53. Рябинин, И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем [Текст] / И. А. Рябинин. – СПб. : Изд. С.-Петербур. ун., 2007. – 278 с.

54. Можяев, А. С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности структурно-сложных систем : учеб. пособие [Текст] / А. С. Можяев. – Л.: ВМА, 1988. – 68 с.

55. Marshall, A. Principles of Economics [Текст] / A. Marshall. – London: Macmillan and Co., Ltd., 1920. – 71 p.

56. Keynes, J. The Economic Consequences of the Peace [Текст] / J. Keynes. – London: Macmillan, 1920. – 279 p.

57. Knight, F. Risk, Uncertainty, and Profit [Текст] / Frank H. Knight. – Boston, MA: Hart, Schaffner & Marx; Houghton Mifflin Co., 1921. – 381 p.

58. Нейман, Д. Теория игр и экономическое поведение [Текст] / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. – М.: Наука, 1970. – 708 с.

59. Черкасов, В. В. Проблемы риска в управленческой деятельности [Текст] / В. В. Черкасов. – Москва : Изд-во Рефл-бук, 2002. – 320 с.

60. Henley, E. Reliability engineering and risk assessment [Текст] / E. J. Henley, H. Kumamoto // Prentice-Hall, 1981. – 568 p.

61. Юргенс, И. Ю. Риск-менеджмент [Текст]: учебник / И. Ю. Юргенс. – М. : Дашков и К, 2003. – 512 с.

62. Евстафьев, И. Тотальный риск-менеджмент [Текст] / И. Евстафьев. – М. : Эксмо, 2008. – 208 с.

63. Психологический словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа :
 \www/ URL :
 <http://glossword.info/index.php/term/,6ea3ac6f59585492707154a55ea9a65c596155b062a2a45656936aa95e9fac71959c7158a45e5b926e576aa2.xhtml>.

64. Кузьминова, Н. В. Курс лекций по дисциплине «Управление рисками» [Текст] / Н. В. Кузьминова, Н. В. Моргунова, Н. М. Филимонова. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 76 с.

65. Костиков, В. А. Надежность технических систем и техногенные риски [Текст] : учеб. пособие для студ. спец. 280102 / В. А. Костиков. – М. : МГТУ ГА, 2008. – 136 с.

66. Ветошкин, А. Г. Техногенный риск и безопасность [Текст] / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2001. – 171 с.

67. Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності [Текст] : закон України від 5 квіт. 2007 р. № 877-V // Відомості Верховної Ради України. – 2007. – № 29. – Ст. 389.

68. Мямлин, С. В. Динамика вагонов в отцепе при скатывании с сортировочной горки [Текст] / С. В. Мямлин, Д. Н. Козаченко // 36. наук. праць Донецький інститут залізничного транспорту Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Донецьк: – Вид-во ДонІЗТ, 2009. – Вип. 17 С. 150–155.

69. Бессоненко, С. А. Теория расчета сортировочных горок для различных климатических зон: автореф. дис. ... д-ра техн. Наук [Текст]: 05.22.08 / Бессоненко Сергей Анатольевич – М., 2010. – 37 с.

70. Муха, Ю. А. Автоматизация и механизация переработки вагонов на станциях [Текст] / Ю. А. Муха, И. В. Харланович, В. П. Шейкин и др. – М. : Транспорт, 1985. – 248 с.

71. Иванченко, В. И. Новый подход к управлению процессом роспуска составов на сортировочной горке [Текст] / В. И. Иванченко, Н. Н. Лябах, А. А. Сепетый // Труды РИИЖТа. – Ростов-на-Дону, 1984. – С. 34 – 41.

72. Разработка адаптивной автоматической системы управления работой сортировочной горки [Текст] / Е. Н. Лебединская, Н. Н. Новгородов, Л. В. Пальчик и др. // Вестник ВНИИЖТ. – 1999. – № 3. – С. 32 – 34.

73. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст] : монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Н. П. Божко и др. – Днепропетровск : Изд-во Маковецкий, 2010. – 260 с.

74. Муха, Ю. А. Оптимизация режимов торможения скатывающихся отцепов при расформировании состава на сортировочной горке [Текст] /

Ю. А. Муха // Вопросы механизации и автоматизации сортировочного процесса на станциях: труды ДИИТа. – Днепропетровск, 1976. – Вып. 181/10. – С. 17 – 23.

75. Муха, Ю. А. Имитационное моделирование процесса скатывания отцепов при выполнении горочных расчетов [Текст] / Ю. А. Муха, А. А. Муратов // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях : межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск : ДИИТ, 1990. – С. 11 – 20.

76. Божко, Н. П. Методика определения режимов торможения отцепов при анализе конструкций сортировочных горок [Текст] / Н. П. Божко // Вопросы механизации и автоматизации сортировочного процесса на станциях: межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ДИИТ, 1983. – Вып. 229/15. – С. 30 – 36.

77. Бобровский, В. И. Исследование влияния длины измерительного участка на скорость роспуска составов [Текст] / В. И. Бобровский // Совершенствование технических устройств и технологии управления процессом расформирования составов на сортировочных горках : межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск : ДИИТ, 1986. – С. 50 – 59.

78. Бобровский, В. И. Поиск оптимальных режимов торможения на проектируемых сортировочных горках [Текст] / В. И. Бобровский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1999. – № 5. – С. 50 – 54.

79. Бобровский, В. И. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст] / В. И. Бобровский // Транспорт: зб. наук. праць. – Днепропетровск : Арт-Пресс, 2000. – С. 43 – 47.

80. Бобровский, В. И. Многошаговый двухэтапный метод оптимизации режимов роспуска составов на горках [Текст] / В. И. Бобровский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2004. – № 2. – С. 8 – 14.

81. Бобровский, В. И. Моделирование управляемого скатывания отцепов на автоматизированных сортировочных горках [Текст] / В. И. Бобровский, И. А. Горбачева, А. А. Муратов // Вопросы механизации и автоматизации

сортировочного процесса на станциях: межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск : ДИИТ, 1983. – Вып. 229/15. – С. 22 – 29.

82. Бобровский, В. И. Моделирование управляемого скатывания отцепов на автоматизированных сортировочных горках [Текст] / В. И. Бобровский, И. А. Горбачева, А. А. Муратов // Проблемы наращивания мощности станций и узлов: межвуз. сб. науч. тр. – М.: МИИТ, 1985. – Вып. 765. – С. 55 – 56.

83. Бобровский, В. И. Моделирование автоматизированных сортировочных горок [Текст] / В. И. Бобровский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1996. – № 3,4. – С. 83 – 84.

84. Либерман, А. Н. Техногенная безопасность: человеческий фактор [Текст] / А. Н. Либерман. – СПб. : ВИС, 2006 – 103 с.

85. Пономарев, В. Е. Человек и безопасность движения [Текст] / В. Е. Пономарев. – М. : Транспорт, 1986. – 272 с.

86. Акимов, В. А. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] : учеб. пособие / В. А. Акимов, В. Л. Лапин, В. М. Попов, В. А. Пучков, В. И. Томаков, М. И. Фалеев. – М. : ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002. – 368 с.

87. Бантюкова, С. О. Оцінка надійності діяльності оператора у системі «людина-техніка» [Текст] / С. О Бантюкова // Зб. наук. праць. – Харків : УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 113. – С. 51–56.

88. Шеридан, Т. Б. Системы человек – машина. Модели обработки информации, управления и принятия решения человеком-оператором [Текст] / Т. Б. Шеридан, У. Р. Феррел. – М. : Машиностроение, 1980. – 248 с.

89. Психологическое обеспечение трудовой деятельности [Текст] / под ред. А. А. Крылова. – Л. : Ленинградский университет, 1987. – 159 с.

90. Дружинин, Г. В. Человек в моделях технологии [Текст] : учеб. пособие. В 3 ч. Ч.1.:Свойства человека в технологических системах / Г. В. Дружинин. – М.: МИИТ, 1996. – 124 с.

91. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / под ред. С. В. Белова. – М. : Высшая школа, 2001. – 312 с.

92. Буралев, Ю. В. Безопасность жизнедеятельности на транспорте [Текст] : учебн. для вузов / Ю. В. Буралев. – М. : Академия, 2004. – 288 с.

93. Мойсеенко, В. И. Использование тренажеров для обучения операторов систем управления на железнодорожном транспорте [Текст] / В. И. Мойсеенко, А. В. Шандриков // 36. Наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – № 68. – С. 100–108.

94. Самсонкин, В. Н. Системный подход к оценке функционального состояния человека-оператора в человеко-машинной системе [Текст] / В. Н. Самсонкин, В. А. Друзь, С. В. Глушков // Проблемы бионики. – 2004. – № 51. – С. 18–24.

95. Пат. 2023421 Российская Федерация, МКИ А 61 В 5/16. Способ ранжирования операторов по уровню развития профессиональных качеств [Текст] / Васильев Е. В. (LV), Пономарев Ю. П. (LV) ; заявители и патентообладатели Васильев Е. В. (LV), Пономарев Ю. П. (LV) – № 4936709/14 ; заявл. 04.03.91 ; опубл. 30.11.94, Бюл. № 22. – 3 с.

96. Пат. 2038043 Российская Федерация, МКИ А 61 В 5/16. Способ оценки уровня подготовки оператора [Текст] / Голикова О. Г., Городецкий И. Г., Садов В. А. (РФ) ; заявители и патентообладатели Голикова О. Г., Городецкий И. Г., Садов В. А. (РФ). – № 4927103 ; заявл. 11.04.91 ; опубл. 27.06.95, Бюл. № 18. – 3 с.

97. Пат. 2020605 Российская Федерация, МКИ G 09 В 9/00. Устройство для профессионального отбора операторов [Текст] / Кудряшов Н. И., Кирюхин В. А., Мухортов В. В., Карпов А. В. (РФ) ; заявители и патентообладатели Кудряшов Н. И., Кирюхин В. А., Мухортов В. В., Карпов А. В. (РФ). – № 4939782/24 ; заявл. 28.05.91 ; опубл. 30.09.94, Бюл. № 18. – 9 с.

98. Пат. 2013998 Российская Федерация, МКИ А61В 5/16. Способ диагностики утомления [Текст] / Цебетаха В. Я., Дубровина З. В. (РФ) ;

заявители и патентообладатели Цебетаха В. Я., Дубровина З. В. (РФ). – № 4481472/14 ; заявл. 12.09.88 ; опубл. 15.06.94, Бюл. № 11. – 2 с.

99. Пат. 22184 Україна, МКІ А61В 5/16. Способ оценки функционального состояния организма человека [Текст] / Матвиенко М. Т., Матвиенко І. М., Олейник Я. Г. (Україна) ; заявители и патентообладатели Матвиенко М. Т., Матвиенко І. М., Олейник Я. Г. (Україна). – № 96052077 ; заявл. 28.05.96 ; опубл. 30.06.98, Бюл. № 3. – 4 с.

100. Деклар. пат. на корисну модель 10407 Україна, МКІ А61В 5/16, G09В 7/02. Спосіб оцінки сприйняття інформації [Текст] / Бездольний В. В., Романов Г. С., Гончаров Є. І., Вільський Г. Б., Стариков І. М. (Україна) ; заявники і патентовласники Бездольний В. В., Романов Г. С., Гончаров Є. І., Вільський Г. Б., Стариков І. М. (Україна). – № u 200503850 ; заявл. 22.04.05 ; опубл. 15.11.05, Бюл. № 11. – 3 с.

101. А. с. 1259325 СССР, МКИ G 09 В 9/00. Устройство для оценки сенсомоторной деятельности обучаемого [Текст] / Чижов А. Ю. (СССР) ; заявитель Ставропольское высшее военное инженерное училище связи им. 60-летия Великого Октября. – № 3820354/24-24 ; заявл. 03.12.84 ; опубл. 23.09.86, Бюл. № 35. – 5 с.

102. Пат. 2024067 Российская Федерация, МКИ G09В 9/00. Устройство для контроля профессиональных навыков оператора [Текст] / Кудряшов Н. И., Кирюхин В. А., Карпов А. В., Мухортов В. В. (РФ) ; заявители и патентообладатели Кудряшов Н. И., Кирюхин В. А., Карпов А. В., Мухортов В. В. (РФ). – №4914728/24 ; заявл. 25.02.91 ; опубл. 30.11.94, Бюл. № 22. – 6 с.

103. Пат. 2037207 Российская Федерация, МКИ G09В 9/00. Устройство для обучения операторов [Текст] / Кочетков А. А., Чернышев М. М., Баландин В. И., Нерсисян Л. С., Брусенцов В. Г., Кривной А. М., Иваний Б. Т.; заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт средств автоматизации на железнодорожном

транспорте. – № 4395654/24 ; заявл. 25.02.88 ; опубл. 09.06.95,
Бюл. № 16. – 5 с.

104. Пат. 2068236 Российская Федерация, МКИ А61В 5/16. Устройство для определения работоспособности оператора [Текст] / Чернышев А. П., Киселев А. И., Сотникова Г. П., Бубнов М. В.; заявитель МВТУ им. Н. Э. Баумана, патентовладельцы Бубнов М. В., Сотникова Г. П. – № 4603550 ; заявл. 04.11.88 ; опубл. 27.10.96, Бюл. № 30. – 5 с.

105. Пат. на винахід 23902 Україна, МКВ А61В 5/16. Пристрій для психологічних досліджень [Текст] / Самсонкін В. М., Панарін С. В., Піхуля С. О., Фисько І. М.; заявники і патентовласники Самсонкін В. М., Панарін С. В., Піхуля С. О., Фисько І. М. – № 96072686 ; заявл. 08.07.96 ; опубл. 31.08.98, Бюл. № 4. – 5 с.

106. Деклар. пат. на полезную модель 9820 Украина, МКИ G06F 7/06. Устройство для управления процессом компьютерного обучения и контроля знаний [Текст] / Ткаченко В. П., Макаренко М. Б., Лехциер Л. Р., Велигура А. В.; заявители и патентообладатели Ткаченко В. П., Макаренко М. Б., Лехциер Л. Р., Велигура А. В. - № u 200503179 ; заявл. 05.04.05 ; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.

107. Попов, Г. В. Выбор решений и безопасность [Текст] : навч. посібник / Г. В. Попов. – Иваново : Иван. гос. энерг. ун-т, 2003. – 92 с.

108. Тихонов, А. П. Профессиональный отбор горючего операторского звена с точки зрения теории информационного метаболизма [Текст] / А. П. Тихонов, М. О. Павлухина // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1997. – №5–6.

109. Жуковицкий, И. В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 1. Модель системы [Текст] / И. В. Жуковицкий, Г.И. Загарий, Н. И. Луханин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2000. – № 5. – С. 10–15.

110. Литвиненко, А. Е. Метод направленного перебора в системах управления и диагностирования [Текст] : монография / А. Е. Литвиненко. – К., 2007. – 328 с.
111. Соложенцев, Е. Д. Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике [Текст] / Е. Д. Соложенцев. – СПб. : ИД «Бизнес-пресса», 2004. – 432 с.
112. Бройтман, Э. З. Железнодорожные станции и узлы [Текст]: учебник / Э. З. Бройтман . – М., 2004. – 369 с.
113. Савченко, И. Е. Железнодорожные станции и узлы [Текст] : учебн. для вузов ж.-д. трансп. / И. Е. Савченко, С. В. Земблинов, И. И. Страховский. – М. : Транспорт, 1980. – 479 с.
114. Модин, Н. К. Механизация и автоматизация станционных процессов [Текст] / Н. К. Модин. – М. : Транспорт, 1985. – 224 с.
115. Модин, Н. К. Безопасность функционирования горочных устройств [Текст] / Н. К. Модин. – М. : Транспорт, 1994. – 173 с.
116. Сагайтис, В. С. Устройства механизированных и автоматизированных сортировочных горок [Текст] : справочник / В. С. Сагайтис, В. Н. Соколов. – М. : Транспорт, 1988. – 208 с.
117. Яблонский, С. В. Введение в дискретную математику [Текст] : учебн. для вузов / С. В. Яблонский. – М. : Наука, 1986. – 384 с.
118. Тевяшев, А. Д. Основы дискретной математики в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие / А. Д. Тевяшев, И. Г. Гусарова. – Харьков : ХНУРЭ, 2003. – 272 с.
119. Мунипов, В. М. Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды [Текст] : учебник / В. М. Мунипов, В. Л. Зинченко. – М. : Логос, 2001. – 356 с.
120. Романенко, Ю. В. Построение автоматизированной системы комплексной подготовки и аттестации операторов сложных технических комплексов [Текст] / Ю. В. Романенко // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2010. – № 10. – С. 108–112.

121. Павлов, И. В. Статистические методы оценки надежности сложных систем по результатам испытаний [Текст] / И. В. Павлов. – М. : Радио и связь, 1982. – 168 с.

122. Смирнов, Б. А. Инженерная психология: Экономические проблемы [Текст] / Б. А. Смирнов, Б. А. Душков, Ф. П. Космолинский. – М.: Экономика, 1983. – 223 с.

123. Воеводин, В. В. Энциклопедия линейной алгебры. Электронная система ЛИНЕАЛ [Текст] / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 545 с.

124. Пособие по применению правил и норм проектирования сортировочных устройств [Текст] / Ю. А. Муха, Л. Б. Тишков, В. П. Шейкин и др. – М. : Транспорт, 1994. – 220 с.