



**ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛТЕТ ПО ХИМИЧНО И СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО**

**КАТЕДРА „ИКОНОМИКА И СТОПАНСКО УПРАВЛЕНИЕ ”**

**Мария Стоева Стефанова**

**УПРАВЛЕНИЕ НА РИСКА ПРИ КОМПЛЕКСНИ СИСТЕМИ  
(НА ПРИМЕРА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА СИСТЕМА НА  
БЪЛГАРИЯ)**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на дисертация

за придобиване на образователната и научна степен „доктор”  
по научна специалност 3.8. Икономика (Икономика и управление)

Научен ръководител: Доц. д-р Лилия Дамянова

Научно жури:

1. Проф. д-р инж. Димитър Тенчев - председател
2. Проф. д-р Румяна Нейкова - рецензент
3. Проф. д-р Серафим Петров - рецензент
4. Доц. д-р Лилия Дамянова
5. Доц. д-р Маргита Панова

София, 2017

Дисертационният труд е написан на 172 страници, съдържа 26 фигури и 50 таблици. Цитирани са 160 източника, в т.ч. 50 литературни източника на кирилица и 64 на латиница; 20 международни стандарти и документи на ЕС и 26 нормативни документи на РБългария.

Представеният дисертационен труд е обсъден и приет за защита на заседание на научен съвет на научното звено на катедра „Икономика и стопанско управление”, състояло се на 29.09.2017 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се проведе на 27 ноември 2017 г. от 14:00 часа в зала 424, сграда „А” на ХТМУ.

Материалите са на разположение на интересующите се на интернет страницата на ХТМУ и в отдел „Научни дейности”, стая 406, етаж 4, сграда „А” на ХТМУ.

## **Обща характеристика на дисертационния труд**

### **Актуалност и важност на проблема**

Проблемите свързани с управлението на риска при комплексни системи са изключително важни и актуални във всички области на човешка дейност, организационно функциониране и обществено развитие. Такава комплексна система е железопътната система на Р. България. Тя играе значителна роля в редица области, а именно:

- В икономически план – железопътната системата е един от основните транспортни механизми на страната с огромно значение за социално-икономическото развитие на България;
- В социален план железопътната системата играе изключително важна роля, както като едно основно транспортно средство за гражданите на страната, така и като съсредоточие на организации, които са важни работодатели за немалко заети в страната;
- В политически и план национална сигурност следва да се каже, че добре работещата и нискорискова железопътна система е един от основните фактори създаващи устойчивост в тази област;
- В план международни отношения и взаимодействия ж.п. системата играе важна роля като един от ключовите логистични механизми, осигуряващи търговско-икономическо, технико-технологическо, иновационно, туристическо и прочее сътрудничество.

Предвид казаното дотук във връзка с железопътната система, става напълно ясно огромното значение, което играе осигуряването на безопасното ѝ функциониране, тъй като тя е свързана с масово превозване на товари и пътници и възникването на рискови събития в нея води не само до материални щети, но и до много човешки жертви.

## **Цел и задачи на дисертационния труд**

### **Изследователска теза**

**Целта на дисертационния труд** е не просто да се анализира управлението на риска при такава комплексна система, каквато е железопътната системата на нашата страна, както и да се направят определени изводи предвид това управление, но да се предложат модели и методика по усъвършенстване на управлението на риска в тази изключително важна област.

Усъвършенстването на управлението на риска цели повишаването на безопасността на железопътната система. Тук трябва да се отбележи, че съществува различие между понятията „безопасност“ и „сигурност“. Въпросите на сигурността, макар че са много актуални в последно време поради зачестилите атентати в цял свят, са извън обхвата на нашето изследване.

За постигането на поставената цел се решават следните **задачи**:

- Изследване на същността и особеностите на комплексните системи, специфичните им свойства и видове;
- Изследване на управлението на риска при комплексни системи – дефиниране на понятието „управление на риска“, формулиране на принципи на управление на риска и структуриране на процеса на управление на риска;
- Обзор и анализ на съществуващите методи и техники за оценка и анализ на риска;
- Изследване на възникването и развитието на железопътната система в Р България;
- Изследване на структурата на железопътната система у нас и взаимодействията в нея;
- Изследване на тенденциите в развитието на безопасността и общите показатели за безопасност в железопътния транспорт на България;
- Обзор на стратегиите, нормативните изисквания и инициативи по подобряване на безопасността в системата на ж.п. транспорта у нас;
- Изучаване и анализиране на чуждия опит в областта на управлението на риска в железопътните системи;
- Разработване на насоки за усъвършенстване на управлението на риска при базови компоненти на железопътната система на нашата страна;
- Разработване на методика за управление на риска във фирма ж.п. превозвач и нейното апробиране;
- Разработване на доклад по безопасност при въвеждане в експлоатация на подвижен състав.

**Изследователска теза:** Управлението на риска е изключително важна област от управлението на транспортната система. Разглеждането на жп системата като комплексна адаптационна система със свои специфични характеристики, функционираща в турбулентна среда, поражда редица особености при управлението на риска в нея. Разработването на методологически модел и методика за управление на риска, отчитащи специфичните особености на изследваната система, би допринесло за усъвършенстване на управлението на риска в жп системата на Р.България.

**Предмет на изследването** в дисертационния труд е управлението на риска в комплексни системи.

**Обект на изследването** е железопътната система на Р. България. Тук следва да отбележим, че предметът на нашето изследване обхваща само така наречения „чист риск“, който винаги е свързан само с отрицателни последици, за разлика от спекулативния риск, при който могат да възникнат както щети, така и изгоди.

В рамките на „чистия риск“ може да се говори за такива подразделения на чистия риск предвид общите условия и източника му като:

- Организационно-обществен риск, т.е. риск чийто източник са хората, като индивиди, организации или обществени процеси;

- Природно-естествен и екологически риск, предизвикван от общите природни условия и техните промени;
- Техничко-технологичен риск – източник на риска е специфична обществена подсистема, т.нар. „техносфера“ и начините на нейното функциониране;

Ролята на „спекулативен риск“ като правило играе финансовият риск в различните свои прояви, а именно:

- Инвестиционен и застрахователен риск;
- Риск, свързан с покупателните възможности на парите.

Въпреки, че в рамките на железопътната система съществува и споменатият по-горе „спекулативен риск“, т.е. такъв свързан с финансовите потоци, последният е изключен от нашия поглед. Обект на разглеждане, анализ и синтез, както и съответни изводи и заключения в дадената дисертация е управлението на такъв риск в железопътната система, чийто източник са:

- Човекът, т.е. човешката грешка в нейните различни формати – индивидуален, групов, организационен или обществен;
- Природно-естествената среда;
- Техничко-технологичният риск.

Основните резултати от дисертационния труд имат теоретико-методологически и практико-приложен характер както по отношение на отделните компоненти на системата, така и по отношение на цялостната мрежа по управление на риска в железопътната система на страната.

### **Методи за изследване**

Основните методи на научно изследване, които са използвани при разработването на дисертацията са методите на анализа и синтеза, методът на сравненията, методът на аналогията, системният анализ, ситуационният анализ, методите на индукцията и дедукцията, диагностичният анализ, статистическите методи, методите за прогнозиране, методите за получаване и обработване на експертни оценки и др.

Базови методологически подходи, използвани в настоящата работа са:

- Системният подход – разбира феномена на управлението на риска в железницата в България не просто като система, но като комплексна такава, имаща редица особености в сравнение с некомплексните системи;
- Активният подход – предполага предварително на основата на наблюдение, анализ, оценка и прогноза да се предвидят възможните опасности и да се предприемат превантивни действия за тяхното елиминиране или избягване, а ако това е невъзможно – да се минимизира негативното им въздействие;

- Проектният подход – това е изключително важен подход при управление на риска при комплексни системи, доколкото този подход по най-удачен начин интегрира различните компоненти на системата и формира целенасоченост на усилията;
- Синтетичният подход – последният предполага да се търси определен синтез на различни системи – в дадения случай организационни и информационно-комуникационни, за да се постигне максимално високо равнище на безопасност;
- Синергетичният подход – изхожда от вижданията за постигане на максимум резултати с минимум средства.

## Научна новост

През последните десетилетия на XX и първото петнадесетилетие на XXI век въпросите свързани с риска и управлението на риска на сложните (комплексните) системи са обект на най-широко внимание, както в теоретичен, така и методологичен и практически план.<sup>1</sup>

В тази връзка, например, бе създаден международен стандарт ISO 31 000:2009,<sup>2</sup> като израз на сериозното отношение на заинтересуваната общественост към проблема. Не по-малко е вниманието към управлението на риска в сферата на жп транспорта.<sup>3</sup> При това тук става дума не само за теоретични разработки, но за различни видове методологически платформи и нормативни документи, какъвто е случая с тези в рамките на ЕС.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Вж., например, на кирилица: Петков А. Ж.Балгаранова.Ръководство за анализ на риска от големи аварии. Изд. ХТМУ, София, 2005.Хохлов Ю.В. Управление риском. Юнити-Дана. Москва, 2001; Уткин Э.А.Риск-менеджмент. М.,1998; На латиница: Clifton A. Ericson, II. Hazard Analysis Techniques for System Safety, N.Y. John Wiley & Sons, Inc. 2005; Dorfman Marks S. (2007). Introduction to Risk Management and Insurance (9 ed.). Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall. ISBN 0-13-224227-3; Merna T., Al-Thani F.F. Corporate Risk Management: An Organizational Perspective. Chichester(West Sussex): John Wiley&Sons, 2005;Papers of 18th Annual International Rail Safety Conference Denver, Colorado, USA.October 5-10, 2008. Nolan, D.P. Application of HAZOP and What-If Safety Reviews to the Petroleum, Petrochemical and Chemical Industries. William Andrew Publishing/Noyes. 1994.HAZOP Guidelines. Hazardous Industry Planning Advisory Paper No8. 2008 in [http://www.planning.nsw.gov.au/plansforaction/pdf/hazards/haz\\_hipap8\\_rev2008.pdf](http://www.planning.nsw.gov.au/plansforaction/pdf/hazards/haz_hipap8_rev2008.pdf). Swann, C. D., & Preston, M. L., "Twenty-five years of HAZOPs" Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 1995 vol. 8, no 6, pp349-353;[7]Redmill, Felix; Chudleigh, Morris and Catmur, James. System Safety: HAZOP and Software HAZOP. Wiley, 1999, ISBN 0-471-98280-6;[8]Crawley, Frank; Preston, Malcolm and Tyler, Brian, 1-/AZOP: Guide to bestpractice. Guidelines to best practice for the process and chemical industries.European Process Safety Centre, Chemical Industries Association &Institution of Chemical Engineers. Rugby, England, IChem, 2000, ISBN0-85295-427-1; Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. Center for Chemical Process Safetyof the American Institute of Chemical Engineers, New York, USA, 1999, ISBN0-8169-0491 -X; Defence Standard 00-58, HAZOP Studies on Systems containing Programmable Electronics, Ministry of Defence, UK, 2000.

<sup>2</sup> ISO 31000:2009. Risk management — Principles and guidelines on implementation. International Organization for Standardization;

<sup>3</sup> EN 50126-2:2007. The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety /RAMS/ Basic requirements and generic process - Application guide for safety.

<sup>4</sup> European Commission, "Safety Management in Railway, D.2.3: Common Safety Methods", 2004. European Commission, "Safety Management in Railway, WP.2.4: Acceptable Risk Level", 2004. ISO/IEC Guide 51, "Safety Aspect-Guidelines for their inclusion in standards", 1991.Regulation No 57/2004 on the conditions and essential

В нашата страна тези въпроси също винаги са били обект на нормативно отношение от страна на съответните структури на държавната администрация. След влизането на България в ЕС жп системата на страната се подчинява на нормативните разпоредби на ЕС.

Въпреки това, обаче, следва да се отбележи, че не съществуват широки, включително теоретико-методологически изследвания и разработки по въпросите на управлението на риска в сферата на жп транспорта, като се изключат някои специализирани работи, имащи практическа насоченост. В този смисъл се надяваме, че дадената разработка ще запълни определена празнина, съществуваща в тази важна област на функционирането на жп системата у нас.

### **Приложимост и полезност**

Разработените в дисертационния труд виждания относно управлението на риска в рамките на комплексни системи, както и практико-приложните насоки на работата създават възможност за формиране на концептуални основи на един усъвършенстван практически управленски модел по управление на риска в сферата на жп транспорта, който предполага една универсализация характерна за всеки успешен модел.

Внедряването на този модел в българските организации, явяващи се структурни компоненти на жп системата на страната, би могло да спомогне за тяхното устойчиво развитие в условията на съвременната турбулентна среда.

### **Апробация**

Резултатите от настоящето изследване са докладвани на следните конференции:

1. Дамянова Л., М. Стефанова Методологически насоки по управление на риска в сферата на ж.п. транспорта. IX International Scientific Conference “Management and Engineering’11”, June 19-22, 2011, Sozopol, Bulgaria, pp. 82-91;
2. Дамянова Л., М. Стефанова Методика за формиране на модел по управление на риска. Научна конференция на тема: ”Актуални проблеми на защитата на населението и инфраструктурата”, В. Търново, 25-26 октомври, 2012, с.87-95
3. Дамянова Л., М. Стефанова Методът HAZOP – изследване на опасностите и оперативността – ключов метод за анализ на опасностите при технически системи. Международна научна конференция Unitech 12, Габрово, Технически университет, 16-17 ноември, 2012, том 3, с. 165-169

---

requirements to be met by railway infrastructure and rolling stock in order to ensure achievement of the interoperability of the national rail system with the rail system within the European Union British Standard BS: IEC61882:2002 Hazard and operability studies (HAZOP studies)- Application Guide.

4. Дамянова Л., М. Стефанова Управление на риска в железопътната система на България при текуща дейност – подготовка на обобщен регистър на опасностите. Международна научна конференция „Икономика и управление в турбулентна бизнес среда“. София, ХТМУ, 06.06.2014, с. 303-310
5. Стефанова М. Модели за управление на риска в жп транспорта, сп. „Железопътен транспорт“, 2010, №1, с.16-19
6. Стефанова М. Управление на риска – формиране на методологически модел. Доклад на XXI Национална научно-практическа конференция „Качеството – за по-добър живот“, София, 2010
7. Стефанова М., Управление на риска в железницата на Р Корея. Доклад на „Корейско-български политически форум 2010“, Изд. „Симолитни“, София 2010, с. 93-106
8. Стефанова М., Дамянова Л., Формиране на система за управление на риска от природни бедствия – основни методологически насоки. Научна конференция на тема: „Актуални проблеми на защитата на населението и инфраструктурата“, В. Търново, 25-26 октомври, 2012, с.96-105
9. Стефанова М. Относно някои подходи по управление на риска при комплексни системи (на примера на железопътната система в България). Доклади от юбилейна международна научна конференция – 50 години катедра “Икономика и стопанско управление“. С., ХТМУ, 3 юни 2013, с. 236-242
10. Стефанова М., Л. Дамянова Управление на риска при значителни промени в железопътната система на РБългария. Международна научна конференция „Икономика и управление в турбулентна бизнес среда“. София, ХТМУ, 06.06.2014г., с. 360-366
11. Стефанова М. Техники за анализ и оценка на риска. Международна научна конференция. “Посткризисно управление в бизнеса“ София, ХТМУ, 27 ноември, 2015 г., с. 431-437
12. Stefanova M., L. Damyanova. Methodological Platform for the Preparation of certain Documents on Safety Management in the Field of Railway Transport. Proceedings, UCTM, Sofia, 2013, pp. 109-114 <http://www.automation-bg.org/images/f/papers/22.pdf>

## **Обем и структура на дисертационния труд**

Дисертационният труд е с общ обем 172 страници. Той има следната обща структура:

### **Въведение**

**Глава 1.** Теоретико-методологични въпроси на управлението на риска при комплексни системи – общ преглед

- 1.1. Комплексни системи – ключови характеристики на феномена
  - 1.1.1. Система – определение и базови параметри
  - 1.1.2. Класификация на системите
  - 1.1.3. Комплексни системи – класификация и свойства
- 1.2. Риск и управление на риска при комплексни системи
  - 1.2.1. Риск – същност и класификации
  - 1.2.2. Управление на риска – същност, принципи и процес на управление на риска
- 1.3. Модели, подходи, методи и техники по управление на риска
  - 1.3.1. Модели и подходи по управление на риска
  - 1.3.2. Техники и методи по управление на риска

**Глава 2.** Железопътната система – особености на ж.п. системите и различни платформи по управление на риска при тях.

- 2.1. Характеристика на обекта на изследване: ж.п. системата на РБългария – структура, компоненти, функциониране
  - 2.1.1. Железопътен транспорт – общ преглед
  - 2.1.2. Възникване и развитие на ж.п. транспорта в нашата страна
  - 2.1.3. Железопътната система на България като комплексна система
  - 2.1.4. Развитие на безопасността и общите показатели за безопасност в железопътния транспорт на България
  - 2.1.5. Стратегии, нормативни изисквания и инициативи по подобряване на безопасността в системата на ж.п. транспорта в РБългария
- 2.2. Риск и подходи по управление на риска в ж.п. системите
  - 2.2.1. Общ преглед на ж.п. системата на РКорея като пример на платформа за управление на риска
  - 2.2.2. Ключови моменти в модела по управление на риска на Изследователския институт на Корейските железници

**Глава 3.** Оптимизиране на управлението на риска в железопътната система на РБългария

- 3.1. Насоки на усъвършенстване на управлението на риска при базови компоненти на ж.п. системата на нашата страна. Разработване на методологически модел по управление на риска в ж.п. системата на РБългария
- 3.2. Методика за управление на риска във фирма-железопътен превозвач

Глава 4. Апробиране на методиката за управление на риска и разработване на Доклад за безопасност

4.1. Апробиране на методиката за управление на риска във фирма-ж.п. превозвач „Х“ АД

4.2. Разработване на Доклад за безопасност на подвижен състав

4.2.1. Методологически насоки за разработване на Доклад за безопасност

4.2.2. Разработване на Доклад за безопасност при въвеждане в експлоатация на маневрен локомотив ХХ-12

## **Заключение**

Научни и научно-приложни приноси в дисертационния труд на Мария Стефанова

Публикации на М. Стефанова по темата на дисертацията

Използвани източници

## **Съдържание на дисертационния труд**

Дисертационният труд в съдържателно отношение е структуриран по следния начин:

### **Въведение**

Във Въведението на дисертационния труд са разкрити актуалността и важността на темата, дефинирани са предметът и обектът, целта и задачите на изследването, както и методите, на основата на които е осъществено. Формулирана е изследователска теза.

Глава първа, озаглавена „Теоретико-методологични въпроси на управлението на риска при комплексни системи – общ преглед“ се състои от три параграфа:

**1.1. Комплексни системи – ключови характеристики на феномена;**

**1.2. Риск и управление на риска при комплексни системи;**

**1.3. Модели, подходи, методи и техники по управление на риска.**

В първия параграф се разкрива понятието система, което е ключово познавателно понятие с огромно практическо приложение в различни области и дейности на функционирането на обществото като цяло и взаимодействията му с природата. Няма феномен в природата и обществото, който да не може да бъде представен като система. Съществуват различни определения за система, например:

- Комплекс от взаимосвързани компоненти, намиращи се в определени взаимодействия и взаимоотношения помежду си и действащи като едно цяло;
- Съвкупност от елементи, намиращи се в определени отношения помежду си и околната среда;
- Множество от взаимосвързани елементи, обособени от средата и взаимодействащи си с нея като цяло.

Съществуват различни класификации на системите. Някои от тях са т.нар. „емпирични класификации“, които са смятани за относително произволни и от тази гледна точка не са обект на нашето внимание. „Научните класификации“ се делят на:

- А. Предметни – определяне на основни видове конкретни системи, съществуващи в природата или обществото;
- В. Категориални – при тази класификация системите се групират по общи признаци, характерни за всяка една система.

В смисъла на категориалните критерии на класификация може да се говори за:

- Отворени и затворени системи;
- Динамични и статични системи;
- Прости (некомплексни) и сложни (комплексни) системи;

В случая ни интересуват „комплексните“ или както още са наричани „сложните системи“. Комплексната система може да се дефинира като „система, състояща от множество взаимодействащи подсистеми, в резултат на което тя получава нови свойства, отсъстващи на подсистемно равнище и които не могат да бъдат обяснени със свойствата на подсистемно равнище“.

Съществуват различни класификации на комплексните системи, а именно:

- Хаотична система;
- Комплексна адаптивна система (КАС);

За последния тип системи е характерно наличието на свойството адаптивност, т.е. те имат потенциала да се изменят и да се учат на базата на опита. За комплексните системи са характерни следните базови общи параметри:

- Каскаден провал – поради сложната връзка между различните подсистеми провалът в една подсистема може да доведе до провал в друга, а оттам до каскада от провали и до катастрофа на цялата система;
- Нелинеен тип взаимодействия, често характеризиращи се с „обратна връзка“;
- Динамичност и отвореност на комплексната система;
- Синергичност и гнездовост – последният термин означава, че подсистемите в рамките на комплексната система също могат да се явят комплексни подсистеми;
- Комплексната система може да има памет, а особено ако става дума за КАС – комплексна адаптивна система, то тя има способността да се учи на базата на опита и даже да действа в изпреварващ план, т.е. да се ръководи от „Активния подход“ в своето функциониране.

Ключов момент, който характеризира комплексните системи е и този, че те като правило функционират в нелинеен режим на действие, т.е. те са като правило нелинейни системи. Практически именно разбиранията за комплексните системи се явяват базова платформа, в рамките на която се разглежда конкретиката на ключовите проблеми, разглеждани в настоящия дисертационен труд.

Във втория параграф се отбелязва, че днес комплексните системи преживяват етап на превръщането на турбулентната динамика, т.е. нелинейния и неравновесния тип развитие, характеризиращ се с неустойчивост и разпад на базови параметри на функциониране, в ключова парадигма на цивилизационно съществуване. Ние само ще отбележим, че нарастват усилията за търсене на позитивна алтернатива на това състояние. В светогледен план тези търсения формираха понятията „устойчивост” и „устойчиво развитие”, които с всеки ден придобиват все по-голяма актуалност и важност.

Самият термин „устойчивост” има много значения в различните области, където се прилага. Под „устойчивост” от една страна се разбира способността на една система да възстановява своето функциониране след възникване на дадено нарушение. От друга страна „устойчивостта” се формулира като способността да се издържа на нежелани и неочаквани промени. Разбирането за устойчивото развитие е свързано с бъдещето, с дългосрочните перспективи, с опита да разберем това бъдеще днес. Подобно разбиране позволява да се формулира основната идея, която трябва да бъде поставена в основите на „устойчивото развитие”: устойчиво – означава преди всичко „предвидимо”. В резултат на това то става „управляемо” по отношение на определени въздействия и в определени граници.

В тази връзка нараства значението на различни инструментални подходи, чрез които да се постига устойчиво развитие. Сред тях като ключов подход може да посочим управлението на риска. Актуалността и важността на управлението на риска, както в теоретико-методологичен, така и в практически план, привлича интереса към тази област на човешко знание и дейност в посока на разработката и развитието на различни модели по управление на риска. Самото понятие „риск” се дефинира по най-различни начини. Несъмнено начинът на определяне на риска определя и модела на неговото управление. Тук ще подчертаем, че няма област на човешка дейност и съществуване, в която да не са приложими един или друг подход за управление на риска. В най-общ план може да се говори за следните най-разпространени области на управление на риска, а именно:

- Управление на риска при природни и техногенни бедствия и инциденти;
- Управление на икономически и финансов риск;
- Управление на риск при планиране и осъществяване на проекти.

Трябва да се подчертае, че независимо от областта на приложение на управление на риска, може и следва да се говори за необходимостта от формиране на общи методологически модели на управлението му.

Ключовото понятие „риск” се определя по различни начини, като, например, характеристика на ситуация, имаща неопределеност на изхода при непременно присъствие на неблагоприятни последствия. Управлението на риска ние дефинираме като целенасочено системно изследване на вероятните опасности в дадена област или по отношение на интересуващ ни обект, на основата на което следва предварително да се формира комплекс от действия, позиции и въздействия, премахващи или намаляващи вредите и загубите, в случай че една или повече от тези опасности се реализират.

В това определение има няколко ключови термина, които ще се опитаме да разтълкуваме, а именно:

- Опасност – под опасност се разбира неблагоприятно събитие, което може да причини загуби или вреди;
- Вероятност – понятието може да разберем през призмата на сравнение с друго подобно понятие – възможност. Докато възможността е бинарна, т.е. може или не може нещо да се случи, то понятието вероятност притежава множественост, т.е. то е разположено от стойността „0” до стойността „1”.

Като заключение по темата за определенията и тълкуванията във връзка с риска ще споменем и това, че съществуват различни видове класификация на риска, а също така различни видове риск и съответно различни видове управление на риска. Тук ще споменем само като пример такива видове класификация на риска като:

- Класификация на риска на динамичен и статичен риск;
- Класификация на риска на субективен и обективен риск;
- Класификация на риска на общ и частен риск;
- Класификация на риска според източника на възникване на природен и антропогенен риск;
- Други.

В третия параграф – Модели, подходи, методи и техники по управление на риска се разглеждат редица стандартизирани платформи, подходи, модели, методики и техники, свързани с гарантиране на безопасност и управление на риска, а именно:

Максимално генерализирани като:

- ISO 31000;
- RCA (Root Cause analysis), т.е. „Анализ на първопричина“;
- Анализ на дървото на грешките;
- Дърво на отказите;
- Карта (матрица) на риска;
- Метод на статистическата класификация;
- Анализ на последствията от повреди и откази (Failure Modes, Effects Analysis);
- Причинно-следствена диаграма (диаграма Ишикава);
- 5-те „3“;
- Други.

Фокусирани към една или друга конкретна област от типа на:

- Система за здравословни и безопасни условия на труд OHSAS (Occupational Health and Safety Assurance System) 18 001;
- Анализ на опасностите и контрол на критичните точки (Hazard Analysis and Critical Control Points – HACCP), имаща отношение към храните;

- Методът HAZOP – изследване на опасностите и оперативността – ключов метод за анализ на опасностите при технически системи;
- Методът „Пока-йоке”
- Други.

Втора глава е озаглавена **„Железопътната система – особености на жп системите и различни платформи по управление на риска при тях“.**

Тя има два параграфа:

**2.1. Характеристика на обекта на изследване: ж.п. системата на РБългария – структура, компоненти, функциониране;**

**2.2. Риск и платформи по управление на риска в жп системите.**

В началото на параграф 2.1 се прави общ преглед на железопътния транспорт, който е вид наземен транспорт осъществяващ превоз на товари и пътници на релсови пътища. Въз основа на сравнителен анализ между железопътния транспорт и автомобилния транспорт се извяват предимствата и недостатъците на железопътния. Схематично се дава кратка история на възникването на железопътния транспорт. В този параграф акцентът е върху железопътната система на България, която се разглежда като комплексна система. Прави се кратък исторически преглед на възникването и развитието на жп транспорта в нашата страна, но фокусът е върху класифицирането на основните подсистеми на железопътната системата, а именно:

Структурни подсистеми:

- а) инфраструктура;
- б) енергия;
- в) контрол, управление и сигнализация;
- г) подвижен състав.

Функционални подсистеми:

- а) експлоатация и управление на трафика;
- б) поддръжка;
- в) телематични приложения за товарни превози и пътници.

Подсистемите по-специално включват:

1. Инфраструктура – Релсите, стрелките, инженерните конструкции (мостове, тунели и др.), съответната гарова инфраструктура (платформи, зони за достъп, включително нуждите на лицата с ограничена подвижност и др.), обезопасяващо и предпазно оборудване.

2. Енергия – Електрифициращата система, включително контактните линии и бордовите части на оборудването за измерване на потреблението на електроенергия.

3. Контрол, управление и сигнализация – Цялото необходимо оборудване за осигуряване на безопасността и за управление и контролиране на движението на влакове, на които е позволено да пътуват по мрежата.

4. Експлоатация и управление на трафика – Процедурите и съответното оборудване, позволяващи съгласуваната експлоатация на различните структурни подсистеми, както при нормално, така и при влошено функциониране, включително по време на дадено обучение или при управление на влак, планиране и управление на трафик.

5. Телематични приложения. Тази подсистема се състои от два елемента:

а) приложения за пътнически услуги, включително системи, осигуряващи информация за пътниците преди и по време на пътуването, системи за резервация и плащане, управление на багажа и управление на връзките между влаковете и връзките им с други видове транспорт;

б) приложения за услуги за превоз на товари, включително информационни системи (контрол в реално време на товарите и влаковете), системи за композиране и разпределение, системи за резервации, плащане и фактуриране, управление на връзките с други видове транспорт и създаване на електронни придружителни документи.

6. Подвижен състав – Структура, системи за управление и контрол за всички влакови съоръжения, токоприемници, тягови единици и единици за преобразуване на енергия, спирачни механизми, съединителни и двигателни механизми (талиги, оси и т.н.) и окачване, врати, интерфейси човек/машина (водач, персонал на борда на влака и пътници, включително нуждите на лица с ограничена подвижност), пасивни или активни обезопасяващи устройства и принадлежности за опазване здравето на пътниците и персонала на влака.

7. Поддръжка – Процедурите, съответното оборудване, логистични центрове за работи по поддръжката и резерви, позволяващи извършване на задължителната корективна и превантивна поддръжка за осигуряване на оперативната съвместимост на железопътната система и гарантиране на изискваното изпълнение на работа.

Железопътната система на България може да бъде представена като комплексна система, състояща от редица комплексни подсистеми – „гнезда“. В случая трябва да се каже, че съществуват не просто „гнезда“, но и вериги на взаимодействия между различните „гнезда, т.е. между различните комплексни подсистеми („гнезда“) има различен тип взаимодействия. Там, където присъстват активни преки взаимодействия с относително постоянен характер е нужно да се каже, че съществуват „коридори“ или „вериги на взаимодействия“.

От друга страна може да се твърди, че между различните „вериги на взаимодействия“ са налице взаимодействия. В този смисъл може да се твърди, че в железопътната система съществуват следните типове взаимодействия:

#### Взаимодействия в ключови „гнезда“ на жп системата на България:

- Министерство на транспорта, информационните съобщения и технологиите като ключов държавен орган, носещ отговорност за цялостната транспортна система на България;
- Изпълнителна агенция "Железопътна администрация"(ИАЖА) – Регулаторен орган, Национален орган по безопасността в железопътния транспорт и орган за контрол по прилагането на Регламент (ЕО) № 1371/2007 на Европейския парламент и на Съвета от 23 октомври 2007 г. относно правата и задълженията на пътниците, използващи железопътен транспорт.
- Национална компания „Железопътна инфраструктура“(НКЖИ) и превозвачи ;
- Други „гнезда“ на железопътната система на България.

#### Взаимодействия в рамките на основни вериги на взаимодействия, а именно:

- Ключова организационна верига – МТИТС, ИАЖА, НКЖИ и превозвачи (фиг.1.);
- Ключова верига, формираща стандарти и изисквания за функциониране на жп системата на България – European Railway Agency - ERA, т.е. Европейската железопътна агенция, ИАЖА, изготвяните стандарти, правила, регулации и обучение;
- Ключова верига „общество“, т.е. „социална среда – физическа среда“;
- Самата физическа среда е част от други вериги – „климат и сезон“, „характер на местността и време на денонощието“.

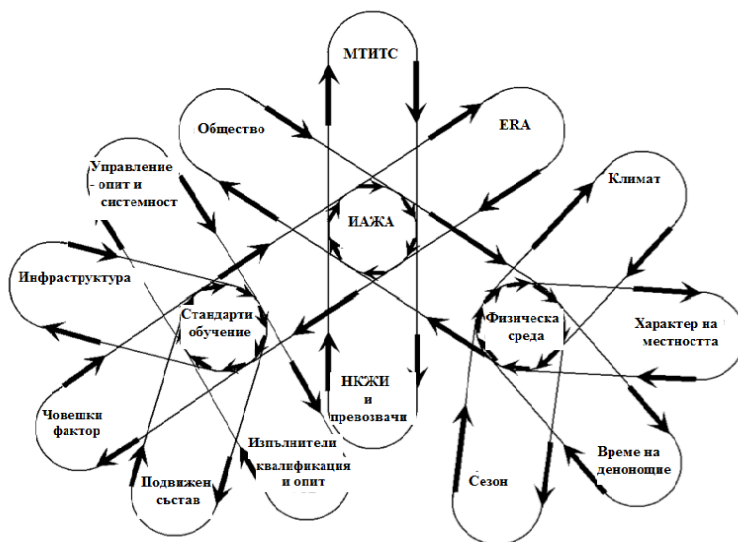
#### Може да се отбележи наличието и на други вериги на взаимодействията, а именно:

- „Управление-опит и системност – Стандарти и обучение – Изпълнители-квалификация и опит“;
- „Инфраструктура – Стандарти и обучение – Подвижен състав“;

#### Взаимодействия между самите „вериги на взаимодействия“ :

Друг тип взаимодействия, на които ние няма да се спираме, доколкото тези взаимодействия не са обект на пряко управление предвид риска в рамките на жп системата на България.

Основен извод, който се прави в този раздел е, че жп системата на България представлява типичен случай на комплексна адаптивна система (КАС) с най-характерните за тези системи параметри.



**Фиг. 1. жп системата на Р България като комплексна система**

В този параграф се прави и анализ и на развитието на безопасността и общите показатели за безопасност в железопътния транспорт на Р България. Въз основа на анализа на статистически данни за произшествията в жп системата на България се правят изводи относно класацията на различните видове значителни произшествия по техния относителен дял и се извяват основните предпоставки за произшествия. Отбелязва се тенденция на намаляване на броя на значителните произшествия.

С приемането на България в ЕС се предприемат редица мерки за осигуряване на безопасност на ж.п. транспорта у нас в съответствие с европейските изисквания. Разработени са редица нормативни документи, които са предмет на разглеждане в същия параграф. Такива са проект на Стратегия за развитие на железопътния транспорт в Република България в периода 2015 – 2025 г.; Стратегия за внедряване на техническите спецификации за оперативна съвместимост за конвенционалната железопътна система в Република България (2013 – 2030 г.); Стратегия за внедряване на Европейска система за управление на железопътния трафик (ERTMS); Национален план за внедряване на европейската система за управление на железопътния трафик (ERTMS) (одобрени през 2012 г.); Наредба № 59 от 05.12.2006 г. за управление на безопасността в железопътния транспорт и др.

В параграф 2.2. „Риск и платформи по управление на риска в жп системите“ се анализира опитът по управлението на риска в железопътния транспорт на Република Корея, която има високи постижения в тази област. През последните десетилетия Корейската железопътна система демонстрира едно от най-бързите развития в света в икономически, технологически и организационен аспект. Въпреки, че е азиатска страна Южна Корея използва европейските директиви за безопасност при разработването на собствена система за безопасност. Резултатът е една от най-добрите системи по

безопасност на жп системата в света. Поради това в международен план опитът на Република Корея в тази област се приема като пример, който да служи за модел.

Разработеният от Изследователския институт на Корейската железница (ИИКЖ) модел по управление на риска се базира на методически основания като ISO/IEC Guide 51. По своята същност моделът е подобен на общия подход по управление на риска, предложен в рамките на ЕС, който фиксира три измерения на своето функциониране:

- Железопътна система;
- Жизнен цикъл на жп системата;
- Процес на управление на риска.

ИИКЖ възприема същите измерения като платформа, на основата на която да формулира своя модел по управление на риска. Има обаче и нови положения. Така например, въпреки, че нежеланите събития се появяват по време на изграждането и фазата на експлоатация на жп системата, в модела на ИИКЖ се смята за най-полезно да се вземе предвид целия ѝ жизнен цикъл. Поради това се приема, че управлението на риска трябва да започне от фазата на проектиране на жп системата, като се отчитат както нормалния режим на функциониране, така и нарушенията на този режим. В модела на ИИКЖ идентифицираме усъвършенствания, отнасящи се до:

- Технологиите на осъществяване на управление на риска;
- Разработената класификация и списък на опасни събития по категория;
- Прилагането на „сценарий за проява на жп инцидента“;
- Прилагането на „сценарий за развитие на жп инцидента“;
- Създаването на базата на тези два типа анализи на „обобщена структура на жп инцидента“;
- Формулирането на модел по оценка на риска;
- Разработката на RAIMS (Railway risk assessment and information management system), т.е. „Управленска информационна система по оценка на жп риск“, която представлява програмен пакет, базиран на Windows приложения, което значително улеснява въвеждането и обработката на данни, както и създаването на база данни и нейното комуникиране.

Правят се изводи, че разгледаният модел представлява балансиран и работещ модел по управление на риска, който позволява да се постига значим ефект в посока на повишаване на равнището на безопасност при използването му в практиката и елементи от него могат да бъдат приложени с цел усъвършенстване на управлението на риска в жп системата у нас.

Третата глава е озаглавена **„Оптимизиране на управлението на риска в железопътната система на РБългария“** и се състои от два параграфа:

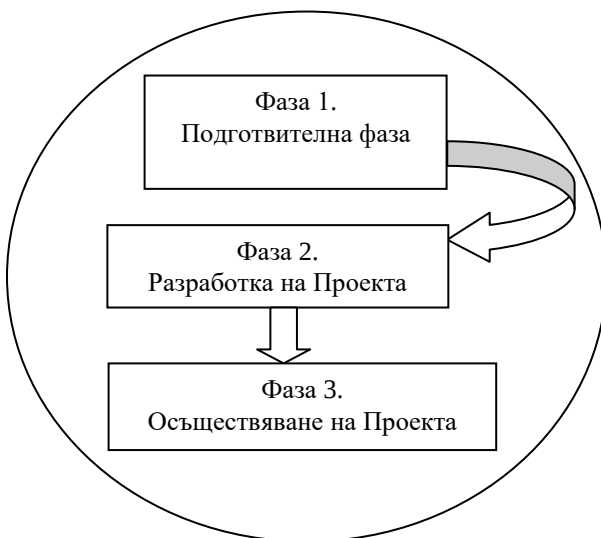
**3.1. Насоки на усъвършенстване на управлението на риска при базови компоненти на ж.п. системата на нашата страна. Разработване на методологически модел по управление на риска в ж.п. системата на РБългария;**

**3.2. Методика за управление на риска във фирма-железопътен превозвач.**

В параграф 3.1. се разработват насоки на усъвършенстване на управлението на риска при базови компоненти на жп системата. Констатира се, че досега като основна насока по управление на риска в жп системата в България се използва подход, който може да бъде наречен „Технократичен“. Той разглежда риска в сферата на жп системата основно като резултат на взаимодействията във веригата „инфраструктура – подвижен състав – машинист на подвижен състав“. При цялата значимост на този подход той определено е недостатъчен за да гарантира най-високо равнище на безопасност, защото не взема под внимание ролята на редица други важни фактори. С цел преодоляване на недостатъците на технократичния подход се препоръчва прилагането на холистичен подход, който изхожда от виждането, че възникването на риска не е само вследствие на техническия компонент, но и на ситуативната съставляща в нейните разнообразни прояви, както и човешкия фактор.

Предвид хетерогенността на компонентите на жп системата и необходимостта от интегриране на възможно максимален брой „вериги на взаимодействия“ е целесъобразно при управлението на риска в нея да се прилагат проектен и системен подход.

В параграф 3.1. е предложен методологически модел за разработване и изпълнение на проект по управление на риска в жп транспорта, който се състои от следните етапи (фиг.2):



**Фиг. 2. Методологически модел по управление на риска**

Фазите и стъпките на методологическия модел са представени в таблица 1.

**Таблица 1**

**Фази и стъпки на методологически модел за разработване и изпълнение на проект по управление на риска в жп транспорта**

| Фаза 1 – Подготвителна фаза на Проект по управление на риска в областта на ж.п. транспорта                                                  |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| стъпка 1                                                                                                                                    | стъпка 2                                                                                                                                                                                             | стъпка 3                                                                                                                                                                                         |
| Формиране на екип по управление на риска (многофункционална група експерти)                                                                 | Дефиниране на обект по управление на риска, формулиране на цели предвид идентификация на опасностите и определяне на параметрите на целите. Събиране на информация и класификация на инцидентите     | Формиране на списък на опасности                                                                                                                                                                 |
| Фаза 2 – Фаза на разработката на Проект по управление на риска в областта на ж.п. транспорта                                                |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                  |
| стъпка 1                                                                                                                                    | стъпка 2                                                                                                                                                                                             | стъпка 3                                                                                                                                                                                         |
| Класификация на причините за опасностите                                                                                                    | Разработка на модел за оценка на риска                                                                                                                                                               | Съставяне на Ранжираща таблица, при която отделните видове риск се подреждат според ККР, т.е. коефициента на колективния риск.                                                                   |
| Фаза 3 – Фаза на осъществяването на Проект по управление на риска в областта на ж.п. транспорта                                             |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                  |
| стъпка 1                                                                                                                                    | стъпка 2                                                                                                                                                                                             | стъпка 3                                                                                                                                                                                         |
| На основата на Ранжиращата таблица се идентифицират ключовите опасности, обект на активно управленско внимание и организационно въздействие | Формиране на таблица за превантивни действия. Разработка на инструкции, предписания, стандартни оперативни процедури, наръчници и планове-графици на активни мероприятия за предотвратяване на риска | Разработка на методологическа таблица за действия в случай на възникване на инцидент, която да стане платформа за разработка на инструкции, предписания, стандартни оперативни процедури и други |
| стъпка 4                                                                                                                                    | стъпка 5                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                  |
| Реализация на моделите за действия                                                                                                          | Контрол на ситуацията и по-нататъшно усъвършенстване                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                  |

В параграф 3.1. се предлага и концепция за т.нар. експертни системи по управление на риска. Те представляват „качени“ на софтуерна платформа модели по управление на риска. Това ги прави изключително ефективно средство за формиране на високи равнища на безопасност, тъй като позволяват:

- Най-високо ниво на систематизация на причинната верига на опасностите;
- Усъвършенстване на квалификационното ниво на максимален брой участници в жп системата;
- Максимална ориентация на действията за повишаване на безопасността в посока на превантивен тип мероприятия, които предотвратяват възникването на произшествия.

На фиг.3 даваме пример на концепция за експертна система по управление на риска, състояща се от:

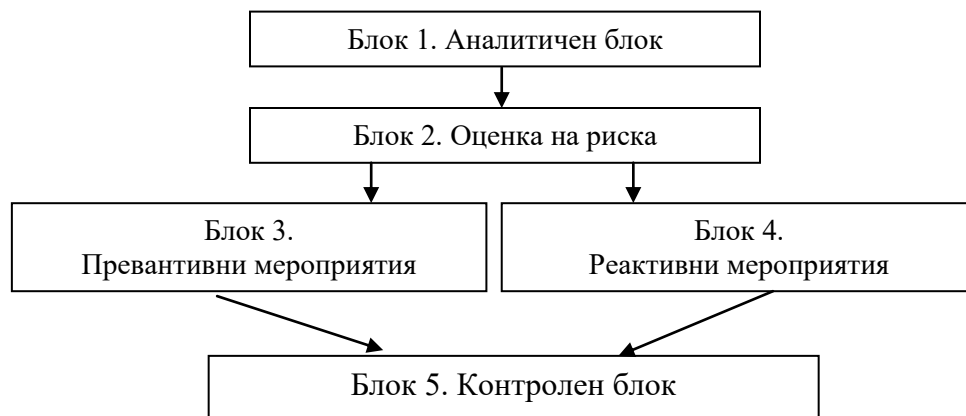
Блок 1. Аналитичен блок. В рамките на аналитичния блок влизат стъпки 2 и 3 от фаза 1 и стъпка 1 от фаза 2;

Блок 2. Оценка на риска. В рамките на този блок влизат стъпки 2 и 3 от фаза 2 и стъпка 1 от фаза 3;

Блок 3. Превантивни действия. В този блок влизат стъпка 2 и стъпка 4 от фаза 3;

Блок 4. Реактивни мероприятия – В този блок са включени стъпка 3 и стъпка 4 от фаза 3.

Блок 5. Контролен блок. В този блок е включена стъпка 5 от фаза 3.



**Фиг. 3. Схема на експертна система по управление на риска**

В параграф 3.2. „Методика за управление на риска във фирма-железопътен превозвач“ се разработва конкретна методика за управление на риска, която би могла да се използва от фирмите-железопътни превозвачи. Към настоящия момент няма такава методика. Разработването и внедряването ѝ би съдействало за подобряването на организацията и координирането на работата по управление на риска във фирмата, по-добър контрол, създаване на високо равнище на култура по безопасността във фирмата-железопътен превозвач и като краен резултат – подобряване на показателите за безопасност в дейността на фирмата.

Представени са два базови формата на дейност на фирмата-железопътен превозвач и съответно възможни методи за управление на риска: формат текуща дейност и формат при значителни промени.

#### **А. Формат текуща дейност**

Методиката за управление на риска при формат текуща дейност във фирма-железопътен превозвач се основава на използването на методите „Карта на риска“, „Регистър на опасностите“, „Дърво на събитията“ и „Анализ на първопричина“, както и на логиката на методологичен модел, изложен в предшестващия параграф. Тя се състои от следните етапи:

1. Първи етап: Формиране на многофункционална група по управление на риска включваща специалисти с различни функционални специализации – ж.п. инфраструктура, подвижен състав, безопасност, управление на персонала и други;
2. Втори етап: Идентифициране на основните процеси на функциониране във фирма-железопътен превозвач и определяне на техните базови параметри:

## **Основни процеси на функциониране във фирма-железопътен превозвач, свързани с обичайната текуща дейност**

### Маневрена дейност

- входящи подпроцеси – планиране и организиране на маневрената дейност;
- основен подпроцес – осъществяване на маневрената дейност;
- изходящи процеси – операции след завършване на маневрената дейност;

### Превозна дейност

- входящи подпроцеси – планиране и организиране на превозна дейност;
- основен подпроцес – осъществяване на превозна дейност;
- изходящи процеси – операции след завършване на превозна дейност;

### Дейност по поддръжката

- поддръжка по време на експлоатация – проби на спирачките А, В, С, експлоатационен преглед;
- поддръжка извън експлоатация – технически преглед, малък периодичен ремонт, голям периодичен ремонт, подемен ремонт, среден ремонт, капитален ремонт;

### Други текущи дейности:

- Взаимодействия с доставчици: доставка на услуги (подизпълнители); доставка на резервни части и материали;
- Управление на човешките ресурси: подбор и квалификация на човешки ресурси; информираност на човешки ресурси;
- Управление на средствата за измерване и изпитване: калибриране, проверка и съхранение на средства за измерване и изпитване.

3. Трети етап: Извършване на първичен анализ – Анализ на статистически данни за инциденти и произшествия (опасни събития), произтекли в дадения обект на ж.п. системата в рамките на дефинираните времеви и пространствени граници; Класификация на инцидентите по определени критерии – вид на инцидента, честота на дадения вид инцидент, тежест на дадения вид инцидент; Ранжиране на инцидентите по равнище на важност.
4. Четвърти етап: Извършване на вторичен анализ – Идентифициране на причините за инцидентите; Проследяване на причинната верига за инцидентите и установяване на причината за инцидента. За тази цел се използват методи като „Дърво на събитията“ и „Анализ на първопричина“.
5. Пети етап: Прогнозиране на възможните инциденти и определяне на степента на риска за всеки от тях с помощта на карта на риска. При това се формулират критерии за оценка и приемливост на риска. Критериите за оценка и приемливост на риска се определят чрез два главни параметъра – а) вероятност на възникване на опасността в рамките на основните процеси и подпроцеси в дейността на фирмата-

железопътен превозвач; б) равнище на тежест на опасността в рамките на основните процеси и подпроцеси в дейността на фирмата-железопътен превозвач. Тези параметри се определят на основата на базиран на статистика минал опит и прогнозна експертна оценка;

6. Шести етап: Изготвяне на обобщен регистър на опасностите във фирма-железопътен превозвач при процеси на функциониране, включващ: опасност, причинна верига, отговорност, равнище на приемливост на риска, мероприятия понижавщи равнището на риска, оценка на равнище на риск след провеждане на мероприятиято;

За всяка фирма, в която се внедрява методиката и за всяка от основните текущи дейности (маневрена дейност, превозна дейност, дейност по поддръжката) се попълва таблица, подобна на табл. 2.

**Таблица 2**

**Макет на таблица за изготвяне на обобщен регистър на опасностите във фирма железопътен превозвач при маневрена дейност**

| Параметри<br>Основен процес | № | Опасност | Причина и причинна верига | Отговорност | Равнище на приемливост на риска | Мероприятия понижавщи равнището на риск | Оценка на риска след провеждане на мероприятията за понижаване на риска |
|-----------------------------|---|----------|---------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Маневрена дейност           |   |          |                           |             |                                 |                                         |                                                                         |

7. Седми етап: Изготвяне на обобщен регистър на опасностите във фирма-железопътен превозвач при процеси на взаимодействия.

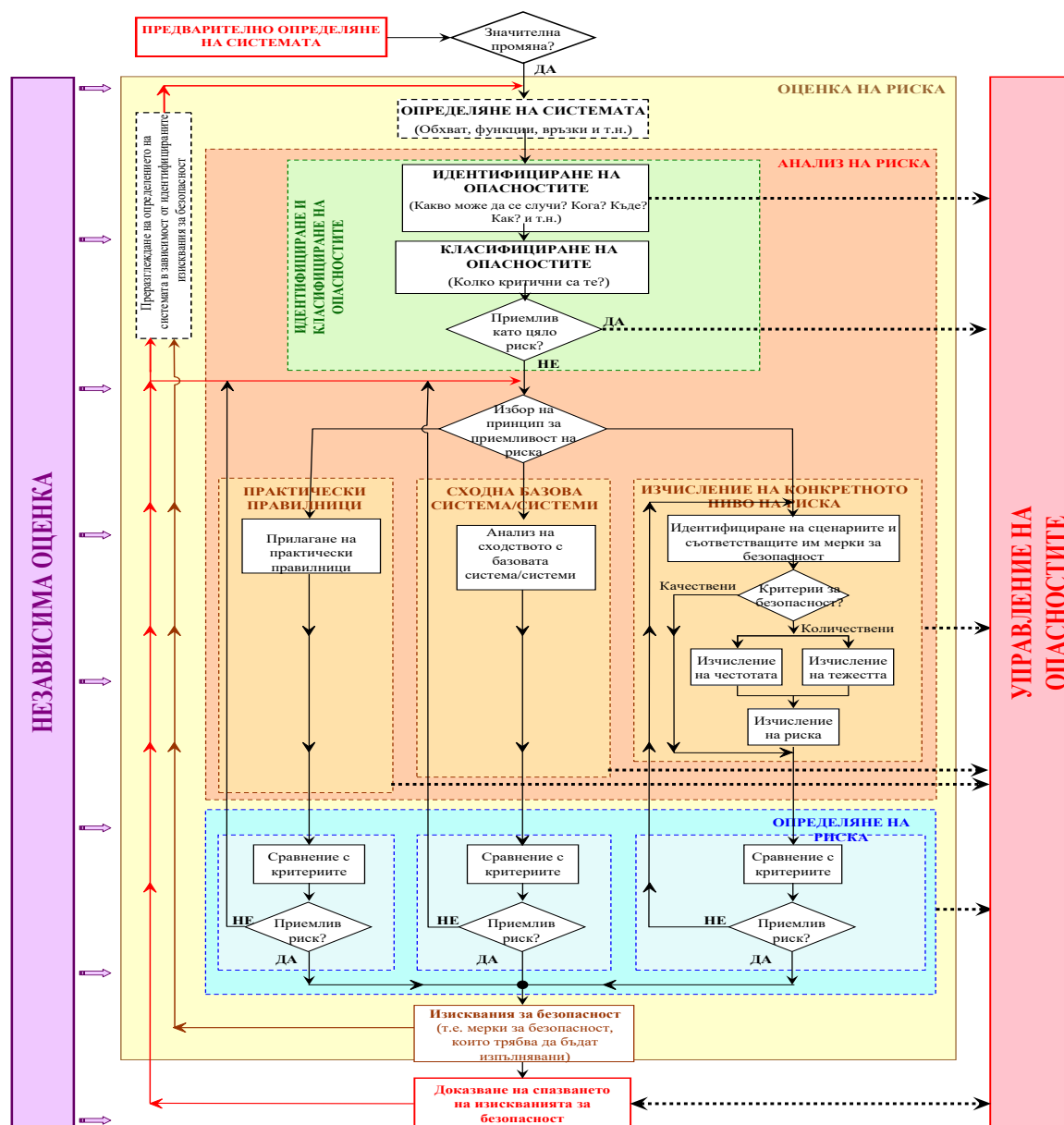
Равнището на риска се понижава до тогава, докато рискът не стане пренебрежим.

**В. Формат при значителни промени**

При формат значителни промени се прилага процедурата посочена в Регламент № 402/2013, както е показано на фиг. 4. Преди да се пристъпи към прилагане на процедурата по управление на риска е необходимо да се определи значимостта на промяната. За тази цел се определя екип от специалисти, които излагат експертно становище за значителността на промяната. Основни сфери на значителни промени във фирма-железопътен превозвач са:

- Значителни промени в техническата сфера;
- Значителни промени в сферата на експлоатацията;
- Значителни промени в организационната сфера.

На фиг.4. е представена схема на управление на риска при значителни промени.



Фиг. 4. Схема на управление на риска при значителни промени

Четвърта глава от дисертационния труд е озаглавена „Апробиране на методиката за управление на риска и разработване на Доклад за безопасност“. Тя има практико-приложен характер. Състои се от два параграфа:

- 4.1. Апробиране на методиката за управление на риска във фирма-ж.п. превозвач в „Х“ АД;
- 4.2. Разработване на Доклад за безопасност на подвижен състав

В първия параграф е представена Фирма „Х“ АД - железопътен превозвач, извършващ товарни превози на територията на страната, в която е внедрена методиката за управление

на риска. Този процес е извършен със съдействието на отдела по безопасност на превозите на фирмата. Внедряването обхваща следните етапи:

1. Първи етап:

Анализирани са статистически данни за произшествията за 5-годишен период (от 2011 до 2015г). Анализът на статистическите данни показва, че управлението на риска в „Х“ АД е на задоволително равнище. Средно годишният брой на инцидентите в нея през разглеждания период е 18,6, а средногодишният брой на значителните инциденти е 3,8. Размерът на материалните щети варира от малки до средни, не е имало големи материални щети над 120 000 EUR. Сред произшествията най-голям е относителният дял на дерайлиранията – 79, 6%. Произшествията с лица, с участието на движещ се ПЖПС съставляват 14%, а произшествията на ж.п. прелези – 6,4%. Няма произшествия от вида сблъсквания и пожари. Пострадалите са най-вече от категорията на нарушителите (54,5%) и ползвателите на ж.п. прелези (40,9%), но има и 1 служител. Анализът показва, че основните рискови фактори във фирмата са техническите фактори и човешките грешки.

2. Втори етап:

Изявени са основните процеси на функциониране и взаимодействия в „Х“ АД;

3. Трети етап:

Идентифицирани са базови параметри на основните процеси на функциониране в „Х“ АД при текуща дейност.

4. Четвърти етап:

Разработени са обобщени регистри на опасностите в „Х“ АД при текуща дейност – в резултат от анализа на статистическите данни и прогнозите за възможните опасности са разработени регистри на опасностите. За всеки вид опасност са изявени причините за възникването ѝ, посочва се чия е отговорността, и с помощта на картата на риска се определя степента на риска. В случай, че рискът е неприемлив или недопустим са предложени мероприятия за понижаването му, след реализирането на които се прави оценка на остатъчния риск. Разработени са следните обобщени регистри:

- Обобщен регистър на опасностите в „Х“ АД при маневрена дейност;
- Обобщен регистър на опасностите в „Х“ АД при превозна дейност;
- Обобщен регистър на опасностите в „Х“ АД при поддръжка;

Разработени са обобщени регистри на опасностите при отделни процеси на взаимодействия:

- Обобщен регистър на опасностите в „Х“ АД при взаимодействия с доставчици;
- Обобщен регистър на опасностите в „Х“ АД при управление на човешки ресурси;
- Обобщен регистър на опасностите в „Х“ АД при управление на средства за измерване и изпитване.

В табл.3 е представен пример на такъв обобщен регистър на опасностите на „Х“ АД при поддръжка:

Таблица 3

## Обобщен регистър на опасностите в „Х“ АД при поддръжка

| Параметри<br>Основен процес | № | Опасност                                                                       | Причина и причинна верига                                   | Отговорност                            | Равнище на приемливост на риска | Мероприятия понижаващи равнището на риск                                                         | Оценка на риска след провеждане на мероприятията за понижаване на риска |
|-----------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Поддръжка                   | 1 | Нарушаване на междурементните пробези                                          | Липса на контрол, спестяване на разходи                     | Ръководител на поддръжката             | Недопустим риск                 | Точно спазване на Правилниците за ремонт                                                         | Пренебрежим риск                                                        |
|                             | 2 | Нарушения на входящ и изходящ контрол при отделните нива на поддръжката        | Недостатъчна квалификация                                   | Приемчик                               | Недопустим риск                 | Процедра „Входящ контрол“, ясни изисквания към доставчиците, вътрешни одити                      | Пренебрежим риск                                                        |
|                             | 3 | Нарушения при входящ контрол на резервни части и материали                     | Недостатъчна квалификация                                   | Стопански ръководител                  | Неприемлив риск                 | Процедра „Входящ контрол“, ясни изисквания към доставчиците, вътрешни одити                      | Пренебрежим риск                                                        |
|                             | 4 | Вложените части и материали не отговарят на съответните стандарти и изисквания | Липса на контрол, недостатъчна квалификация                 | Ръководител на поддръжката             | Неприемлив риск                 | Правилник за ремонт, Процедра „Входящ контрол“, ясни изисквания към доставчиците, вътрешни одити | Пренебрежим риск                                                        |
|                             | 5 | Непроверени технически средства                                                | Липса на контрол, спестяване на разходи                     | Метролог                               | Неприемлив риск                 | Процедура „Управление на техническите средства“, вътрешни одити                                  | Пренебрежим риск                                                        |
|                             | 6 | Недостатъчна квалификация на служителите                                       | Пропуски в организацията на работата, спестяване на разходи | Ръководител на поддръжката             | Недопустим риск                 | Процедура „Управление на човешките ресурси“, Планове за обучение                                 | Пренебрежим риск                                                        |
|                             | 7 | Нарушения при проба на спирачки А, В, С                                        | Липса на контрол Недостатъчна квалификация                  | Ръководител на техническа експлоатация | Недопустим риск                 | Точно спазване на Правилниците за ремонт                                                         | Пренебрежим риск                                                        |
|                             | 8 | Отклонения при технически преглед                                              | Липса на контрол Недостатъчна квалификация                  | Приемчик                               | Недопустим риск                 | Точно спазване на Правилниците за ремонт                                                         | Пренебрежим риск                                                        |

В резултат от прилагането на методиката за управление на риска в „Х“ АД се постига подобряване на организацията и координирането на работата по управление на риска във фирмата, по-добър контрол, мотивиране на персонала за изпълнение на целите

по управление на риска, създаване на високо равнище на култура по безопасността във фирмата-железопътен превозвач и като краен резултат – подобряване на показателите за безопасност в дейността на фирмата. През последната година общият брой на произшествията е намалял с 27,3%, а броят на значителните произшествия е намалял с 33,3%.

Във втория параграф на тази глава се разработва Доклад за безопасност на подвижен състав. Важно нормативно изискване по законодателството на РБългария – Наредба №57 за постигане на оперативна съвместимост на националната железопътна система с железопътната система в рамките на Европейския съюз при въвеждане в експлоатация на отделните подсистеми в ж.п. системата, е наличието на Доклад за безопасност и Досие за безопасност. Докладът за безопасност цели да се определят рисковете свързани с функционирането на железопътния превозвач. В това число се включват и рисковете свързани с организацията на работата, работното място и работното натоварване. В доклада за безопасност влизат също така процедурите относно дейностите по разработване и прилагане на мерки за контрол, както и тези за мониторинг на ефективността на мерките за контрол. Всяка фирма-ж.п. превозвач е длъжна преди да въведе в експлоатация нов вагон или локомотив да разработи за него доклад за безопасност и да го представи в ИАЖА. С този доклад тя доказва, че даденият елемент на подвижен състав отговаря на националните изисквания за безопасност. Едва след като докладът бъде одобрен от ИАЖА фирмата има право да въведе в експлоатация този вагон или локомотив.

Съществуват общи правила, които указват как да се подготвя такъв основен документ, какъвто е докладът за безопасност, но тези правила не са подробно разписани. Това създава трудности при изготвянето на тази изключително важна документация. В настоящия параграф са разработени методологически насоки за изготвяне на Доклад за безопасност въз основа на правилата, разписани в нормативните документи. Разработва се Доклад за безопасност при въвеждане в експлоатация на подвижен състав – дизелов маневрен локомотив с кодово название ХХ-12. Чрез този конкретен пример на Доклад за безопасност методологията на разработването му се доразвива и доизяснява.

Основната цел по безопасността на произвеждания локомотив ХХ-12 е в рамките на заявените функционално-експлоатационни, технико-технологически и организационни параметри да се гарантира неговата безаварийна и освободена от рискове експлоатация и поддръжка.

За да се гарантира основната цел по безопасността на локомотива, технико-конструктивната подсистема на маневрен локомотив ХХ-12, трябва да отговаря на изискванията за:

- Конструктивна здравина – статична и динамична, както и структурна цялост на технико-конструктивната подсистема;

- Термоустойчивост и пожаробезопасност – материалите, от които е изготвена подсистемата да отговарят на изискванията за термоустойчивост, а самата подсистема да бъде оборудвана със средства, осигуряващи пожароустойчивост.

Разработени са подробен план за организиране на изпълнението на проекта по разработване на общата технико-конструктивна подсистема и план за управление на безопасността след въвеждане в експлоатация на технико-конструктивната подсистема.

Общата технико-конструктивна подсистема се състои от: екипажна част и рама, тягово обзавеждане, електрическа система.

Очакваните и евентуални отклонения при екипажната част са представени в таблица 4:

**Таблица 4**

**Екипажна част – очаквани или евентуални отклонения**

| Оклонения<br>Елемент          | Невъзмож-<br>ни са<br>отклонения | Много рядко                  | Понякога               | Често |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------|-------|
| Рама                          | ✓                                | -                            | -                      | -     |
| Надстройка                    | ✓                                | -                            | -                      | -     |
| Кабина                        | ✓                                | -                            | -                      | -     |
| Теглично-отбивачни съоръжения | -                                | ✓ Повреден еластичен елемент | -                      | -     |
| Задвижване                    | -                                | ✓ Повреден карданен вал      | -                      | -     |
| Колоос / колоосен редуктор    | ✓                                | -                            | -                      | -     |
| Окачване                      | -                                | ✓ Счупена пружина            | ✓ повреден аморти-сьор | -     |

Предварителният анализ на риска се ръководи от следните ключови определения, дадени в Регламент 402/2013 за приемане на общ метод за безопасност относно определянето и оценката на риска, а именно:

- „Риск“ – вероятността за настъпване на произшествия и инциденти, водещи до щети (причинени от дадена опасност), и тежестта на щетите;
- „Анализ на риска“ – систематично използване на цялата налична информация за идентифициране на опасностите и оценка на риска;
- „Определяне на риска“ – процедура, основана на анализа на риска, която има за цел да установи дали е постигнато приемливо ниво на риска;
- „Оценка на риска“ – цялата процедура, включваща анализ и определяне на риска;
- „Безопасност“ – отсъствието на неприемлив риск от щети;
- „Управление на риска“ – систематично прилагане на управленски политики, процедури и практики за анализ, определяне и контрол на риска.

Логиката на анализа на риска предполага следната схема: отклонения – пряка опасност – верига на опасности – тежест на щети – равнище на риск. Оценката на риска се извършва с помощта на карта на риска, в която тежестта на вероятните щети се класифицира в 4 категории:

- Няма щети;
- Малки – щетите се ограничават с материални щети с неголеми размери;
- Средни – щетите са материални, но значителни по размери;
- Големи – щетите предполагат освен материални такива, възникване на инциденти с тежки наранявания и човешки жертви.

Вероятността опасността да се случи също се измерва по четиристепенна скала: невъзможно, много рядко, понякога, често. Степента на риск се получава като произведение от размера на щетите и вероятността опасността да се случи и се подразделя на ниска, средна и висока.

Веригата на опасностите и оценката на риска за общата технико-конструктивна подсистема са представени в табл.5.

**Таблица 5**

**Обща технико-конструктивна подсистема – верига на опасностите и оценка на риска**

| Елемент                        | Отклонения                                                   |                        | Пряка опасност            | Верига на опасности                   | Тежест на щети | Равнище на риск |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|
|                                | Много рядко                                                  | Понякога               |                           |                                       |                |                 |
| Теглично-отбивачни съоръжения  | ✓ Повреден еластичен елемент                                 | -                      | Повреда на механична част | Дерайлиране и свързани с това повреди | Средни         | Ниско           |
| Задвижване                     | ✓ Повреден карданен вал                                      | -                      | Спиране на локомотива     |                                       | Малки          | Ниско           |
| Окачване                       | ✓ Счупена пружина                                            | ✓ Повреден аморти-сьор | Дерайлиране               | Свързани с дерайлиране повреди        | Средни         | Средно          |
| Дизелов двигател               | ✓ Повредени дюзи, замърсени филтри                           | -                      | Спиране на локомотива     | -                                     | Малки          | Ниско           |
| Хидромеханична скоростна кутия | ✓ Износени дискове                                           | -                      | Спиране на локомотива     | -                                     | Малки          | Ниско           |
| Хидростатично задвижване       | ✓ Износване на помпите                                       | -                      | Спиране на локомотива     | -                                     | Малки          | Ниско           |
| Електрическа система           | ✓ Изхабени акумулаторни батерии, повреди в контакти и релета | -                      | Спиране на локомотива     | -                                     | Малки          | Ниско           |
|                                | ✓ Разхлабване и нагряване на контактни елементи              | -                      | Пожар                     | Свързани с пожар опасности            | Големи         | Средно          |
| Охладителна система            | ✓ Спукване на радиаторно тяло                                | -                      | Спиране на локомотива     | -                                     | Малки          | Ниско           |

На основата на установяване на веригата на опасностите и оценката на риска се планират действия за извършване на оценка по безопасност и проверки на съответствие с националните правила за безопасност на параметрите на заявения локомотив. Предвид това се разработват превантивни мероприятия за формиране на приемливи равнища на риск в съответствие с националните правила за безопасност във връзка с идентифицирания риск при маневрен дизелов локомотив ХХ-12 (табл.6).

**Таблица 6**

**Превантивни мероприятия за формиране на приемливи равнища на риск в съответствие с националните правила за безопасност във връзка с идентифицирания риск при маневрен дизелов локомотив ХХ-12**

| Равнища на риск | Проблем при елемента от подсистемите на локомотива, създаващ рисковото равнище                | Превантивни мероприятия, понижаващи равнището на риска до приемливо ниво  | Равнище на риск след превантивните мероприятия |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Високо          | <i>Износване на активното вещество на въздухо-изсушителя</i>                                  | Превантивен преглед и замяна на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Високо          | <i>Износване на спирачни дискове и накладки</i>                                               | Превантивен преглед и замяна на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Високо          | <i>Неточно отчитане на контролно-измервателни уреди</i>                                       | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Високо          | <i>Разрегулиране на функционален вентил, кран-машинист и кран за директната спирачка</i>      | Превантивен преглед и регулиране на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР | Ниско                                          |
| Високо          | <i>Повредени свето-диодни и крушки, нарушени връзки при светлинна сигнализация</i>            | Превантивен преглед и ремонт преди всяка смяна                            | Ниско                                          |
| Високо          | <i>Нарушени връзки при звукова сигнализация</i>                                               | Превантивен преглед и ремонт преди всяка смяна                            | Ниско                                          |
| Средно          | <i>Счупена пружина и повреден амортизатор при окачване</i>                                    | Превантивен преглед и ремонт преди всяка смяна                            | Ниско                                          |
| Средно          | <i>Разхлабване и нагряване на контактни елементи при електрическа подсистема</i>              | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Средно          | <i>Повреди по стола на машиниста</i>                                                          | Превантивен преглед и ремонт преди всяка смяна                            | Ниско                                          |
| Ниско           | <i>Повреден еластичен елемент при теглично-отбивачни съоръжения</i>                           | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Ниско           | <i>Повреден карданен вал на подсистема на задвижване</i>                                      | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Ниско           | <i>Повредени дюзи, замърсени филтри на дизелов двигател</i>                                   | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Ниско           | <i>Износени дискове на хидромеханична скоростна кутия</i>                                     | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Ниско           | <i>Износване на помпите при хидростатично задвижване</i>                                      | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Ниско           | <i>Изхабени акумулаторни батерии, повреди в контакти и релета при електрическа подсистема</i> | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Ниско           | <i>Спукване на радиаторно тяло при охладителна система</i>                                    | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |
| Ниско           | <i>Износване на въздушен компресор</i>                                                        | Превантивен преглед и ремонт на основа на график за ТП1, ТП2, МПР, ПР     | Ниско                                          |

## Заклучение

В заключение трябва да обобщим следните основни резултати, постигнати в дисертационния труд, а именно:

- Направени са обобщения във връзка с комплексни адаптационни системи и за пръв път е въведен в научен оборот у нас на български език концепцията на Кенет Боулдинг за сложността на системите;
- Разгледано е управлението на риска при сложни системи и самото управление на риска като сложна (комплексна) система. Последната се разглежда като съставена от хетерогенни компоненти, всеки от които е с различни равнища на риск.

На базата на това разбиране се прави извода, че са нужни от своя страна комплексни подходи по управление на риска. В тази връзка в дисертационния труд се анализира и предлага за първи път в научната литература у нас по отношение на управлението на риска да се използва т.нар. „холистичен подход“. Съгласно този подход в условията на турбулентни, нелинейни процеси, характерни за комплексните системи, трябва да се отчитат не само ключови фактори, но и незначителни фактори, тъй като е вероятно както ключов фактор в хода на процеса да стане незначителен, така и незначителен фактор да се превърне в ключов.

Събития свързани с редица жп инциденти през последните години, както у нас, така и по света, определено доказват истинността на такава оценка. На тази база се формулира концепция за неговото прилагане от българската ж.п. система.

Едновременно с това са постигнати на основата на виждането за ЖП системата у нас като комплексна адаптационна система, работеща в турбулентна среда, редица научно-приложни резултати, а именно:

- Разработване на методологически модел по управление на риска в сферата на ж.п. транспорта у нас;
- Разработване на „Доклад по безопасност“ на маневрен локомотив, като важен елемент на ж.п. системата у нас;
- Разработване на Методика по управление на риска във фирма- ж.п. превозвач;
- Апробиране на Методиката по управление на риска във фирма „Х“ АД.

Създаването на такъв методологически модел и методика и тяхното апробиране се прави за първи път у нас. Тяхното значение следва да се оцени относително високо, като се има предвид постигането на основната цел – повишаване на равнището на безопасност на ж.п. системата, така и предвид покриване на изискванията във връзка с членството на нашата страна в ЕС и хармонизирането на нашата ж.п. система с тези на другите страни от ЕС.

## Научни публикации, свързани с дисертационния труд

1. Дамянова Л., М. Стефанова Методологически насоки по управление на риска в сферата на ж.п. транспорта. IX International Scientific Conference “Management and Engineering’11”, June 19-22, 2011, Sozopol, Bulgaria, pp. 82-91;
2. Дамянова Л., М. Стефанова Методика за формиране на модел по управление на риска. Научна конференция на тема:”Актуални проблеми на защитата на населението и инфраструктурата”, В. Търново, 25-26 октомври, 2012, с.87-95
3. Дамянова Л., М. Стефанова Методът HAZOP – изследване на опасностите и оперативността – ключов метод за анализ на опасностите при технически системи. Международна научна конференция Unitech 12, Габрово, Технически университет, 16-17 ноември, 2012, том 3, с. 165-169
4. Дамянова Л., М. Стефанова Управление на риска в железопътната система на България при текуща дейност – подготовка на обобщен регистър на опасностите. Международна научна конференция „Икономика и управление в турбулентна бизнес среда“. София, ХТМУ, 06.06.2014, с. 303-310
5. Стефанова М. Управление на риска – формиране на методологически модел. Доклад на XXI Национална научно-практическа конференция „Качеството – за по-добър живот“, София, 2010
6. Стефанова М., Управление на риска в железницата на Р Корея. Доклад на „Корейско-български политически форум 2010“, Изд. „Симолини“, София 2011, с. 93-106
7. Стефанова М., Дамянова Л., Формиране на система за управление на риска от природни бедствия – основни методологически насоки. Научна конференция на тема:”Актуални проблеми на защитата на населението и инфраструктурата”, В. Търново, 25-26 октомври, 2012, с.96-105
8. Стефанова М. Относно някои подходи по управление на риска при комплексни системи (на примера на железопътната система в България). Доклади от юбилейна международна научна конференция – 50 години катедра “Икономика и стопанско управление“. С., ХТМУ, 3 юни 2013, с.236-242
9. Стефанова М., Л. Дамянова Управление на риска при значителни промени в железопътната система на РБългария. Международна научна конференция „Икономика и управление в турбулентна бизнес среда“. София, ХТМУ, 06.06.2014г., с. 360-366
10. Стефанова М. Техники за анализ и оценка на риска. Международна научна конференция „Посткризисно управление в бизнеса“, София, ХТМУ, 27 ноември, 2015 г., с. 431-437

11. Стефанова М. Модели за управление на риска в жп транспорта, сп. „Железопътен транспорт“, 2010, №1, с.16-19
12. Stefanova M., L. Damyanova. Methodological Platform for the Preparation of certain Documents on Safety Management in the Field of Railway Transport. Proceedings, Anniversary scientific conference with international participation 60 Years UCTM, June 4-5, 2013, Sofia, Bulgaria, UCTM, 2014, pp. 109-114, <http://www.automation-bg.org/images/f/papers/22.pdf>

### **Основни научни и научно-приложни приноси в дисертационния труд**

1. Дефинирано е понятието „управление на риска“; направени са обобщения във връзка с комплексните адаптационни системи; разгледано е управлението на риска при сложни системи и самото управление на риска като сложна (комплексна) система;
2. Разработен е модел на ж.п. системата на РБългария и са очертани веригите на взаимодействия в нея; Въз основа на изследване и анализ на системата за управление на риска в жп транспорта на Р. Корея са направени изводи, които биха могли да се използват за усъвършенстване на управлението на риска в ж.п. системата на Р.България;
3. Предложени са насоки за усъвършенстване на управлението на риска в ж.п. системата на Р.България. Разработен е методологически модел по управление на риска в сферата на ж.п. транспорта у нас, който се базира на използването на системния подход, проектния подход и създаването на интегрирана платформа по управление на риска чрез синтез с информационни технологии;
4. Разработен е Доклад по безопасност на маневрен локомотив, като важен елемент на ж.п. системата у нас. Чрез този конкретен пример на Доклад по безопасност методологията на разработването му се доразвива и доизяснява. Ето защо разработеният Доклад по безопасност има не само практическо, но и методологическо значение;
5. Разработена е Методика за управление на риска във фирма-ж.п. превозвач. Методиката е апробирана във фирма за товарни превози „Х“АД. В резултат от прилагането на методиката се постига подобряване на организацията и координирането на работата по управление на риска във фирмата, по-добър контрол, мотивиране на персонала за изпълнение на целите по управление на риска, създаване на високо равнище на култура по безопасността във фирмата-железопътен превозвач и като краен резултат – подобряване на показателите за безопасност в дейността на фирмата.

## **Risk management for complex systems (The example of the railway system in Bulgaria)**

### **Resume**

At the centre of the work is the risk management in complex systems, especially such complex system as the railway system of Bulgaria. The work has three chapters:

The first chapter is “Theoretical and methodological issues of risk management for complex systems – overview”. There are three basic paragraphs

- 1.1. Complex systems - key features of the phenomenon;
- 1.2. Risk and risk management of complex systems;
- 1.3. Methods of risk management.

The first subchapter revealed the concept about “system”, which is a key cognitive concept with great practical application in various areas and activities of the functioning of society as a whole and its interactions with nature. Special attention is on the concept about complex system. The definition of complex system is "a system consisting of a plurality of interacting subsystems, thanks to them the system gets new properties, which are absent at subsystem level and which cannot be explained based on the subsystem level”.

In the second subchapter is noted the importance of different instrumental approaches by which to achieve sustainable development. Among them as a key approach without any doubt or hesitation can be cited the risk management. The very concept of "risk" has many definitions. Undoubtedly, the method of determining the risk is determining the pattern of its management.

In the third of the first chapter are shown a number of standardized platforms, approaches, models, methods and techniques related to ensuring the safety and risk management from generalized like ISO 31000:2009 and RCA (Root Cause analysis) to highly specialized as OHSAS(Occupational Health and Safety Assurance System) 18 001:2007 and HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points).

The second chapter “The railway system - characteristics of railway systems and different risk management platform in the framework of this system” consists from two paragraphs

- 2.1. Railway systems - structures, components and functioning;
- 2.2. Risk and risk management platforms in railway systems;

In 2.1 is performed an overview of railway transport as system, which transports freight and passengers on rails. There is also a brief history of the emergence of railway transport. This subchapter presents a review of the railway system in Bulgaria as a complex system. However, the focus is on the classification of the major subsystems of the railway system in the country. Railway system in Bulgaria presents a complex system consisting of a number of complex subsystems - "nests". There are not just "nests", but chains of interactions between "nests". As well as there are active, direct interactions with relatively constant character, which is possible to name "corridors" or "chain of interactions."

The main conclusion in this section is that the railway system of Bulgaria is a typical case of a complex adaptive system (CAS) with the basic parameters of these systems.

In 2.2, there is an overview of an interesting experience in risk management in the field of railway transport in the Republic of Korea. The Research Institute of the Korean Railway has developed this system, based on methodological grounds such as ISO / IEC Guide 51. This methodology provides guidance prepared by the International Organization for Standardization and the International Electro-technical Commission. This guidance includes safety aspects in the preparation of standards. The model is similar to a common approach to risk management proposed in the EU (European Union), which fixes three dimensions of its functioning: (1) Railway system; (2) Life cycle of the railway system; (3) The process of risk management. Our evaluation is that the system is a balanced and workable model for risk management, which allows the achievement of significant effects in the direction of increasing the level of safety when used in practice.

Chapter 3 "Optimizing Risk Management (RM) in the Railway System of Bulgaria" is key to the dissertation. It consists of two sub-titles:

3.1. Guidelines for Improving Risk Management for Base Components of the Railway system of our country. Development of a methodological model for Risk management in the Railway system of the Republic of Bulgaria;

3.2. Risk Management Methodology in a Company-Railroad Carrier.

As a guideline on Risk management in the railway, system in Bulgaria is an approach that we call "Technocratic approach". The latter examines the risk in the field of railway system primarily as an interaction in the chain "infrastructure - rolling stock - driver of rolling stock." With all the importance of this approach it is definitely insufficient to ensure, the highest level of safety because it ignores or "overlooks" the role of a number of other factors.

When we define "Technocratic approach" as inadequate assessment this should not be seen as a denial of the same, just as highlighting the need for a holistic approach, which is needed for such a complex system as the railroad in Bulgaria.

In this sense, the proposal for the formation of so-called. "Holistic Approach" (from Ancient Greek - "holos" which means "all"), i.e. "Comprehensive Approach". Based on the above it is possible to overcome the disadvantages of the "Technocratic approach" insofar as it implies integrity of risk management in complex system. As a rule, the dangers occur at a separate component of the railway system. "Holistic approach" is based on the view that the emergence of the risk is not only due to the technical component but also include situational component in its various manifestations and the human factor. In this sense, building a modern Risk management model includes three basic steps supported by the appropriate formats:

Given the critical importance of RM in the railway system and the high level of heterogeneity of the components (subsystems) of no less importance is the use of so-called. "Synthetic approach", i.e. the way of synthesis of heterogeneous components of the railway system. The synthesis between management and ICT (information-communication technology) can be the optimal solution in this case.

The various elements of this synthesis can be both creation of communication networks via the Internet, mobile telephone facilities, as well as relevant codes and protocols and expert

systems playing the role of both the database and the generators of ideas for optimizing decisions on the dangers arising from the operation of the railway system. Symbol of this integration is the Risk Management Expert System (RMES). The latter represents a software platform of risk management. This makes it extremely effective weapon in the formation of high levels of safety

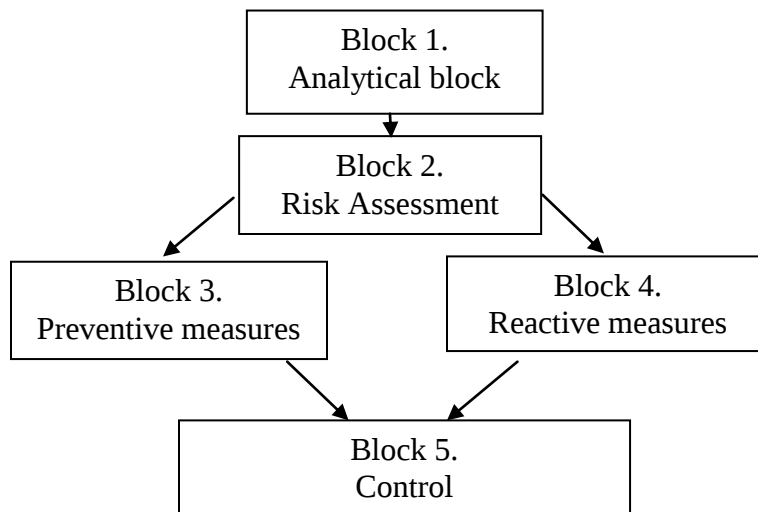


Fig.1. Scheme of the concept of expert system on risk management

Under 3.2. **Risk management methodology in a railway company**, the main task is the development of specific risk management methodology for the railway companies. In this case, there are two basic forms of activity of the company - railway carrier:

(1) Current activity format - In the current activity format, the first step is identification of the following basic processes of operation as well as their basic parameters:

Shunting activity; Carriage activity; Maintenance activity; Other ongoing activities such as Interaction with suppliers; Human resources management; Management of measuring instruments.

The methodology further implies the following:

1. Formation of multi functional risk management group including specialists with different functional specializations - railway. infrastructure, rolling stock, safety, personnel management and others;
2. Identification of the main processes of operation in a railway company and determination of their basic parameters;
3. Performing a primary analysis - An analysis of accident and accident statistics (dangerous events) that occurred in the given railway system within the defined time and space boundaries; Classification of incidents according to certain criteria - type of incident, frequency of the given type of accident, severity of the given type of accident; Ranking incidents by level of importance.
4. Perform secondary analysis - Identify the causes of the incidents; Tracking the causal chain for incidents and identifying the cause of the incident;
5. Predicting the possible incidents and determining the degree of risk for each of them. In this context, there are the criteria for risk assessment and acceptance.

Preparation of a hazards log in the process of operation of the company-railway carrier.

(2) Significant change format - As indicated in Regulation (EC) No 352/2009 before the risk management procedure is applied, it is necessary to determine the significance of the change. For this purpose, a team of specialists who set out an expert opinion on the significance of the change is appointed. The main spheres of significant changes in the company-railway carrier are:

- Significant changes in the technical field;
- Significant changes in the operational field;
- Significant changes in the organizational sphere.

Risk management model HAZOP (HAZard and OPerability studies) is used

One or more of the following risk acceptance principles determine the acceptability of the risk: (a) The application of Manual; (b) Comparison with similar systems; (c) Calculating the specific level of risk.

Chapter 4 in the given work has a practical and applied character. It bears the name **"Applying the Risk Management Methodology and Developing a Safety Report"**. It consists of two sub-titles: **4.1.About the risk management methodology in the railway company-carrier "X" JSC**

"X" JSC is a railway carrier operating on the territory of Bulgaria. The deployment of the RM methodology was in close cooperation with the Department of Transport Safety. Implementation covers the following stages:

1. Analyses of accident statistics for a 5-year period (from 2011 to 2015). The analysis of the statistics shows that the risk management in "X" JSC is at a satisfactory level. The analysis shows that the main risk factors in the company are technical factors and human errors.
2. Analysis of main processes of functioning and interactions in "X" JSC.
3. Identification of parameters of the basic processes of operation in "X" JSC current activity.
4. Generalized hazard logs were prepared in "X" JSC in the current activity.
5. Generalized hazard logs were prepared in "X" JSC in such activities as Interaction with suppliers; Human resources management; Management of measuring instruments.

As a result of the implementation of the risk management methodology in "X" AD, it is possible to improve the organization and coordination of the risk management in the company, as well as to achieve better control, motivation of the personnel to fulfill the risk management objectives, and high level of safety culture in the company-railway carrier. As a result is the improvement of the safety indicators in the company's activity. In the past year the total number of accidents has decreased by 27.3% and the number of major accidents has decreased by 33.3%.

#### **4.2. Development of Safety Report for Rolling Stock**

This presents section **4.2.1. Methodological guidelines for developing a Safety Report** addressing the rules outlined in the safety report's regulatory documents. Nevertheless, these rules are not detailed. This creates some difficulty in making this extremely important documentation. The elaborated and presented in the dissertation Safety Report for putting into operation of rolling stock – shunting locomotive, further develops and clarifies the methodology of development of this type of documents.

Section 4.2.2. **Development of the Safety Report for the commissioning of a maneuvering locomotive XX-12** gives an example of a Safety Report that has not only practical but also methodological significance. The main safety objective of the produced locomotive XX-12 is to ensure, within the stated functional and operational, technical, technological and organizational parameters, safe and risk-free operation and maintenance of the locomotive.

The logic of risk analysis implies the following scheme: deviations - direct hazard - chain of hazards - severity of damage - level of risk. In addition, the severity of the likely damage includes three categories: small, medium and big. The table below establishes the chain of hazards and risk assessment:

Table1

General technical and structural subsystem - a chain of hazards and risk assessment

| Element                      | Deviations                                              |                        | Direct hazard                  | Hazard Chain                             | Severity of hazard | Risk level |
|------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|--------------------|------------|
|                              | Very rare                                               | Sometimes              |                                |                                          |                    |            |
| Draw gear                    | ✓ <i>Damaged elastic element</i>                        | -                      | Damage to the mechanical parts | Derailment and connected with it damages | Medium             | Low        |
| Actuator                     | ✓ <i>Damaged propeller shaft</i>                        | -                      | Stop the locomotive            |                                          | Small              | Low        |
| Suspension                   | ✓ <i>Broken spring</i>                                  | ✓ <i>Faulty damper</i> | Derailment                     | Derailment and connected with it damages | Medium             | Medium     |
| Diesel engine                | ✓ <i>Damaged nozzles dirty filters</i>                  | -                      | Stop the locomotive            | -                                        | Small              | Low        |
| Hydromechanical transmission | ✓ <i>Worn discs</i>                                     | -                      | Stop the locomotive            | -                                        | Small              | Low        |
| Hydrostatic actuator         | ✓ <i>Worn pumps</i>                                     | -                      | Stop the locomotive            | -                                        | Small              | Low        |
| Electric system              | ✓ <i>Worn out batteries, faulty contacts and relays</i> | -                      | Stop the locomotive            | -                                        | Small              | Low        |
|                              | ✓ <i>Loosening and heating of contact elements</i>      | -                      | Fire                           | Connected with the fire hazards          | Big                | Medium     |
| Cooling system               | ✓ <i>Burst radiator body</i>                            | -                      | Stop the locomotive            | -                                        | Small              | Low        |

Based on the establishment of the hazard chain and the risk assessment, the following has to be prepared:

- Safety assessment;
- Verification of compliance with national safety rules in connection with the parameters of the requested locomotive.

Given this, includes preventive actions to form acceptable levels of risk in accordance with the national safety rules for the identified hazards to shunting diesel locomotive XX-12.

Table 2

Preventive measures for the formation of acceptable levels of risk in line with national safety rules concerning the identified risk of locomotive XX-12 (partial example)

| Risk levels | Locomotive subsystem element creating risk              | Preventive measures lowering the level of risk to an acceptable level | Risk level after the preventive measures |
|-------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| High        | <i>Wear of the active substance in air-dehumidifier</i> | Preliminary Review according TR1, TR2, TR3 (TR – Technical Review)    | Low                                      |
| High        | <i>Wear of brake discs and pads</i>                     | Preliminary Review according TR1, TR2, TR3                            | Low                                      |
| High        | <i>Inaccurate reporting of instrumentation</i>          | Preliminary Review according TR1, TR2, TR3                            | Low                                      |

The proposed concrete example of the Safety Report (SR) for placing in service of subsystems of the railway system - in this case it concerns the SR of locomotive XX-12, can be successfully used as a methodological platform.

The latter is likely to use in the preparation of relevant documentation – SR in various other cases of commissioning in the railway system of similar objects, starting from rolling stock to infrastructure elements.

In **Conclusion**, we summarize the following main results of the thesis:

- Summaries were made in connection with complex adaptive systems, as well as for the first time in Bulgarian language is introduced Kenneth Boulding concept of the complexity of the systems;
- It was realized a general review of the management of risk in complex systems, as well as was proved that the risk management in such systems itself is a complex system.

The conclusion based on this understanding is the necessity of use of risk management integrated approaches. In this regard, in the work for the first time in the scientific literature about the risk management in Bulgaria is analyzed the need to use the so-called "Holistic approach." This approach urges that in turbulent, non-linear times complex systems must take into account not only key factors, which determine the processes but also the minimal ones. Because in turbulent times minimal factor at the entrance is possible to become a key and vice versa.

At the same time on the basis of the vision that the railway system in the country is a complex adaptive system operating in a turbulent environment, were achieved practical and applied results, namely:

- Development of methodological model of risk management in the field of railway transport in the country;
- Preparation of methodological model for a "Safety Report" for freight locomotive as an important element of the railway system in the country;
- Formation of "Risk Management Methodology" for railway carrier.

The creation of such methodological models is for the first time in the country. Their importance is significant, both for reaching the main goal - to increase the level of safety of the railway system as well as for covering the requirements in connection with the membership of our country in the EU and the harmonization of our railway system with those of other EU countries.