

# АНАЛИЗ НА ИНДИВИДУАЛНИЯ РИСК ЗА УЧАСТНИЦИТЕ В ЖП ТРАНСПОРТЕН ПРОЦЕС

## INDIVIDUAL RISK ANALYSIS FOR PARTICIPANTS IN RAILWAY TRANSPORT PROCESSES

Доц.д-р.Иванов Е.<sup>1</sup>, инж.Симеонова Цв.<sup>2</sup>  
ВТУ"Т.Каблешков"-София, България<sup>1,2</sup>

### Abstract:

To prove the suitability of trains management systems for their deployment in service is necessary to determine the risk for participants in the transport process. In the report is proposed an analytical expression for the determination of individual risk, taking into account reliability of the system characteristics and parameters of the transport process. The expression is valid for both incompatible and compatible events.

**Keywords:** INDIVIDUAL RISK,

### 1. Увод

Системите за управление движението на влаковете се отнасят към така наречените рискови системи. Нарушенията във функционирането им може да доведе до големи материални и морални щети. Поставя се изискването този рискът за хората, намиращи се под въздействието на тези системи да не надвишава определено ниво, прието за допустимо. Способността да изпълняват това изискване се характеризира с показателя безопасност. Количествено безопасността се оценява чрез риска за пътниците.

Известни са общи изрази за определяне на риска. На тяхна база в настоящата работата се предлагат формули за определяне индивидуалния риск за пътниците с отчитане надеждностните показатели на системата и параметрите на превозния процес. Освен това известните изрази са достоверни само за несъвместими събития. Предложените са валидни, както за несъвместими, така и за съвместими.

### 2. Количествени измерения на риска.

Най – разпространена е оценката, която измерва риска с честотата на реализация на опасностите. Това е отношението на броя неблагоприятни събития към общия брой събития за определен период. Обикновено една година. При това е необходимо да се уточни класа на последствията, т.е. да се отговори на въпроса «*риск от какво?*»

Опасността е централно понятие в теорията на риска. Има потенциален характер. Реализирането на една опасност става при определени условия - причини. Признации, определящи опасността са: угроза за живота, възможност за поражение на здравето, нарушения в нормалното функциониране на органите и системите в човешкия организъм.

Потенциалната опасност е неотменно свойство на процеса на взаимодействие на човека с околната среда на

всички етапи от жизнения цикъл.

Техническите средства и технологии заедно с позитивните свойства и резултати притежават способността да генерират опасности. Човекът, решавайки задачи на своето материално обезпечаване, непрекъснато генерира антропогенни опасности. Опасност носят всички системи, имащи енергия, химически или биологически активни компоненти. С развито на индустриалното производство, енергийните нива нарастват, с което нараства и антропогенната опасност. Типичен пример са техническите системи в транспорта, химическата и нефтена, минната промишленост.

Рискът понастоящем все по-често се използва за оценка въздействието на негативните фактори в производствения процес. Използва се като количествена характеристика на условията на труд, икономическите загуби, нещастните случаи и заболяванията при производството.

Разглеждат се две категории риск за хората:

*Индивидуалният риск* характеризира опасност от определен вид за отделния индивид. Определя се като очаквана стойност на щетите, причинени за интервал от време  $T$ , отнесени към група от  $M$  човека. (броят на хората трябва да бъде посочен, ако става въпрос за индивидуален риск)

$$R_u = \frac{U}{MT} \quad (1)$$

*Социалният (или групов) риск* – е рискът за група хора:

$$R_{gp} = \frac{U}{T} \quad (2)$$

Рискът за хората, които са в обсега на въздействие на една техническа система се определя от честотата на възникване на опасност, породена от нарушение (опасен отказ) в нейната работата и възможните щети.

$$R_T = PU \quad (4)$$

където:

$P$  е вероятността за възникване на произшествието;

$U$  е размерът на щетите предизвикани от това произшествие.

Ако са възможни  $n$  на брой опасности, възникващи с вероятност  $P_i$  и всяко предизвиква щети  $U_i$ , то риска, който може да се разбира и като „очаквана щета“, ще бъде:

$$R_T = \sum_{i=1}^n P_i U_i \quad (5)$$

Щетите могат да се измерват в пари, в брой пострадали и др.

Ако се измерват с брой на леталните изходи, то рискът е:

$$R = P \cdot N \quad (6)$$

където:

$P$  е вероятността (честота) на възникване на опасност, предизвикваща летален изход;  $N$  е очакваният брой летални изходи при реализиране на дадена опасност.

Ако очакваните щети от произшествието не могат да се определят, за риска се приема вероятността да превиши определен предел. Когато съществува угроза

едновременно за собствеността и здравето на хората изразяването на щетите в парични средства не е коректно. Още по-некоректно е когато е възможен и летален изход. Тогава рискът от загуба на собственост и рискът от увреждане на здравето ще бъдат в различни мерни единици. Затова в такъв случай двата риска се изчисляват по отделно.

### 3. Специфика на риска за участниците в жп превозен процес.

В железопътния транспорт индивидуалния риск може да се определи като очакваната щета за определен интервал от време  $t$ , отнесена към един индивид, изложен на въздействието на система. Стандартът EN50126 дефинира безопасността като отсъствие на недопустимо ниво на риска за хората изложени на въздействието на транспортната система (пътници, експлоатационен и поддържащ персонал). Рискът може да е резултат на нарушения в различните подсистеми на общата транспортна система – подвижен състав, железен път, сигнализиции и комуникации (у нас е популярно понятието осигурителни системи).

За да може да се сравняват различните осигурителни системи (ОС) и да се оценява тяхната годност за въвеждане в експлоатация са необходими аналитични изрази за определяне рискът породен само от ОС. Потенциалните опасности за пътниците при нарушения в ОС са:

- насрещен удар между различните категории влакове;
- удар между съпосочно движещи се влакове;
- удар на влак със шосейно превозно средство (на прелезите);
- дерайлиране на влак.

Рискът породен от ОС може да се определи на базата на израз 6. Честотата на възникване (реализиране) на опасност зависи от надеждностните параметри на ОС, структурата, от качеството на производство, от методиката за поддръжане и качествата на поддържащия персонал, от правилата за експлоатация и качествата на експлоатационния персонал. Щетата се измерва в брой летални изхода.

### 4. Количествена оценка на риска произлизащ от системите за управление движението на влаковете.

Индивидът е изложен на въздействието на ОС, когато е във влак, чието движение се управлява от такава система (гарова централизация, автоблокировка, прелезно устройство). По време на ползването на система индивидът е изложен на различни опасности. Например насрещен удар на два влака, застигане на влак движещ се отпред, дерайлиране, удар с шосейно превозно средство. Опасност за пътниците възниква в резултат на събития, които тук наречаме «опасни комбинации». Те включват:

- Грешни действия на експлоатационния и обслужващ персонал;
- Опасни откази в осигурителната техника.

Обикновено опасностите възникват при наличие и на двете.

Ще означим възможните опасни комбинации са  $A_k$ ,  $k = 1, n$ . Да означим вероятността за възникване на опасна комбинация  $k$  с  $P_k$ . Тези от опасните комбинации, които предизвикват опасност  $j$  ( $j = 1, m$ ), означаваме с  $A_k^j$ . Съответно вероятността за възникването им -  $P_k^j$ . Техният брой е  $n_j$ .

При възникване на опасна комбинация възниква опасност за пътниците, но тя може да се реализира, може и да не се реализира. Например отказ в осигурителната система, който води до разрешителен сигнал срещу влак, но поради отсъствие на насрещен влак не се реализира възможността за насрещен удар. Реализираната опасност наричаме *злополука*. Нека вероятността за реализиране на опасност  $j$  при опасна комбинация  $A_k^j$  е  $C_k^j$ . Тя зависи от параметрите на превозния процес. Например от интензивността на влаковото движение. Вероятността при една опасна комбинация  $A_k^j$  да възникне една злополука  $H_j$  е:

$$P_{H_j} = P_k^j C_k^j \quad (7)$$

Означаваме с  $F^j$  вероятността за това, че при злополука  $H_j$ , един пътник ще пострада. Тя зависи от характера на опасността  $j$ , от броя пътуващи. Вероятността пътникът да пострада при злополука  $H_j$  е:

$$P_{H_j}^i = P_k^j C_k^j F^j \quad (9)$$

Опасните отказови комбинации, които предизвикват опасност  $j$  ( $n_j$  на брой) са паралелни случайни събития. Затова вероятността пътникът да пострада в резултат на тези комбинации е:

$$P_i^j = 1 - \prod_{k=1}^{n_j} (1 - P_k^j C_k^j F_k^j) \quad (10)$$

Отделните опасности също са паралелни случайни събития. Общата вероятност един пътник да пострада е:

$$P_i = 1 - \prod_{j=1}^m \prod_{k=1}^{n_j} (1 - P_k^j C_k^j F_k^j) \quad (11)$$

Профилът на ползването се описва чрез броя ползвания (за година или за час) или чрез общото време за ползване на системата.

Така за индивидуалния риск за единица време прекарано под въздействие на системата можем да запишем:

$$IFR_i = \frac{1}{T} \left[ 1 - \prod_{j=1}^m \prod_{k=1}^{n_j} (1 - P_k^j C_k^j F^j) \right] \quad (12)$$

## 5. Заключение.

В общ случай рискът се определя на базата на броя реализирани опасности. Това е статистически подход, който се реализира лесно, но не отразява влиянието на качествата на системата, формираща рисковия фактор.

Предложеният израз за определяне индивидуалния риск за един индивид подложен на влиянието на системите, регулиращи движението на влаковете отразява влиянието на надеждностните параметри на техническата система и количествените характеристики на превозния процес (интезивност на движението, време на въздействие, брой на хората). Изразът позволява да се направи количествена оценка на безопасността на отделните системи.

## 6. Литература.

1. Иванов Е.Б. "Оценка на безопасността на осигурителните системи", Сп. "Железопътен транспорт", бр.1/2006г.

2. Иванов Е.Б., К.М.Късев, "Върху някои проблеми на качествена оценка на безопасността на жп осигурителни устройства". Тринадесета научна конференция с международно участие "ТЕМПТ 2003-Транспортът на XXI век", София, ВТУ"Т.Каблешков", 2003 г.

3. Иванов Е., К. Късев. "Безопасност на системи за пренасяне на високоотговорна информация". ТРАНСПОРТ 2005, София, България.

4. Петров Н. „Експлоатационна надеждност на рисковите технически системи”, ИК „Жельо Учков” Ямбол, 2002г.

5. Ветошкин А.Г. и К.Р.Шаранцев, „Техногенный риск и безопасность”, ПТУ, Пенза, 2002.

6. Петров Н., Д.Гинчев, „Вероятностна оценка на техногенен риск по дървото на отказите”, ВТОРА НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО УПРАВЛЕНИЕ В ИЗВЪНРЕДНИ СИТУАЦИИ И ЗАЩИТА НА НАСЕЛЕНИЕТО, София – БАН, 9 ноември 2007.

7. Меньшиков В.В., Швыряев А.А. «Опасные химические объекты и техногенный риск», Москва, Изд-во Химия, 2003.

8. EN50126 "Приложения в жп транспорта – определяне и демонстриране на надеждност, готовност, ремонтпригодност, безопасност (RAMS)".

9. Šimák L., „Manažment rizik”, Žilinská univerzita v Žiline Fakulta špeciálneho inžinierstva, Žilina, 2006.

10. Braband J., K. Lennartz, „Analyse des individuellen Risikos”, SIGNAL + DRAHT (92) 11/2000.

11. Brünenberg D., D. H. Enders, J. Gullasch, J. Hartmann, J Six, „Risikoanalyse FFB Ursachen- und Folgenanalyse anhand von Beispielen”, SIGNAL + DRAHT (93) 10/2001

12. Günther J., U. Maschek, A. Porzig, F. Renpenning, S. Reppert, „Risikoanalyse FFB - Vorgehensweise und Ergebnisse im Überblick”, SIGNAL + DRAHT (93) 10/2001

13. Henley E.J., H.Kumamoto. „Reliability Engineering and Risk Assessment”. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 1981.