

## **ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ПАРАМЕТРИ НА ПРЕМИНАВАЩИТЕ ПРЕЗ ПРЕЛЕЗ ШОСЕЙНИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА ВЪРХУ ИНДИВИДУАЛНИЯ РИСК**

**Цветелина Симеонова**

[ts.b.simeonova@abv.bg](mailto:ts.b.simeonova@abv.bg)

**София 1574, ул. Гео Милев 158, ВТУ „Т. Каблешков”  
БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** *риск, опасност, експлоатация, осигурителни системи*

**Резюме:** *Изследвано е влиянието на интензивността на движение и процентното съотношение на типовете преминаващи през прелез шосейни превозни средства (ШПС) върху индивидуалния риск за пътниците, произтичащ от осигурителните системи на прелез. За целта е използван създаден симулационен модел на близко до реалното движение на влакове и ШПС през прелез снабден с автоматично прелезно устройство. В модела са приети определени входни и изходни параметри, описани в табличен вид. Получени са графични резултати и са направени изводи, които показват как се променя индивидуалния риск при изменението на входните параметри. Направеното изследване дава възможност за оценка на риска и други разгледани параметри при нововъвеждащи се системи и тяхната съпоставка с параметри от експлоатираната до момента система, с цел удовлетворяване на изискванията на европейските норми.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Изследването се базира на разработена блокова схема и симулационен модел за оценка на индивидуалния риск (ИР), отчитащ влиянието на осигурителни системи в прелез. Направено е детайлно описание на сегментите предвидени в модела: влакове, шосейни превозни средства (ШПС), пешеходци, автоматично прелезно устройство на прелеза, опасности, реализирани опасности (инциденти), последствия от инцидентите. При описанието са отчетени съществуващите връзки на предпрелезен светофор с бариера, както и приетите на прелеза опасности, допусната е и възможността за неправилно преминаване (заобикаляне на полубариерата) на прелеза от шосейни превозни средства и пешеходци. Блоквата схема на симулационния модел илюстрира начините чрез които да се изследват зависимостите на влияещите параметри върху индивидуалния риск, с оглед на изпълнение на изискванията на европейските норми [1, 2].

Уточнени са условията на функциониране на симулационен модел на прелез с автоматично прелезно устройство, въз основа на описанията на отделните сегменти. На база на тези уточнени условия е разработен алгоритъм на функциониране и функционална схема, свързани с превозния процес, при експлоатацията на осигурителните системи на прелез. В условията на функциониране на модела се отчита и това, че едно събитие не може да предизвика опасност самостоятелно, а е необходима

комбинация от няколко събития. Условиата на функциониране, алгоритъмът и функционалната схема са необходими за получаването на зависимости за оценка на индивидуалния риск чрез симулационно моделиране [3, 4].

Показани са резултати от проиграване на симулационния модел от [2] и [3], като е направена съответна организация на симулирането, с цел изследване на индивидуалния риск. Променливите стойности на входните параметри се задават в табличен вид и описват различните конкретни случаи на симулиране.

## 1. ПАРАМЕТРИ НА ПРЕСИЧАЩИТЕ ПРЕЛЕЗА ШОСЕЙНИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА

В работата се изследва влиянието на параметрите на пресичащите прелеза ШПС - интензивност на движение на ШПС и процентното съотношение на типовете преминаващи през прелеза ШПС (леки автомобили, микробуси, автобуси и товарни машини), като неизменяемите входни данни са дадени в табл. 1, а изменяемите – в табл. 2. В първия случай (т.2) се изменя интензивността на движение на ШПС (процентното съотношение на типовете преминаващи през прелеза ШПС е неизменно), а във втория случай (т.3) се изменя процентното съотношение на типовете преминаващи през прелеза ШПС (интензивността на движение на ШПС е неизменна) - табл. 2.

**Табл. 1. Неизменяеми входни данни за симулационен модел на ИР (за пътниците в ШПС), произтичащ от сигналните системи на прелез**

| ВХОДНИ ДАННИ                                |     | min       | 1         | 2         | 3         | max       |
|---------------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Интензивност на опасностите:                | x31 | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  |
|                                             | x32 | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  |
|                                             | x33 | 1.00E-05  | 1.00E-05  | 1.00E-05  | 1.00E-05  | 1.00E-05  |
|                                             | x34 | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  | 1.00E-07  |
|                                             | x35 | 5.50E-04  | 5.50E-04  | 5.50E-04  | 5.50E-04  | 5.50E-04  |
|                                             | x36 | 5.50E-03  | 5.50E-03  | 5.50E-03  | 5.50E-03  | 5.50E-03  |
| Интензивност на дв-е на ШПС - max, sec      | x21 | 600       | 600       | 600       | 600       | 600       |
| Интензивност на дв-е на ШПС - ave, sec      | x22 | 900       | 900       | 900       | 900       | 900       |
| Интензивност на дв-е на ШПС - min, sec      | x23 | 1200      | 1200      | 1200      | 1200      | 1200      |
| Ср. вр. на д-е на опасн. - O13, O23, sec    | x51 | 900       | 900       | 900       | 900       | 900       |
| Ср. вр. на д-е на опасн. - O11, O12, O21, s | x52 | 3600      | 3600      | 3600      | 3600      | 3600      |
| Ср. вр. на д-е на опасн. - O22, sec         | x55 | 10800     | 10800     | 10800     | 10800     | 10800     |
| Времезадръжка, sec                          | x18 | 10801     | 10801     | 10801     | 10801     | 10801     |
| Проц. съотношение на типовете ШПС           | FN  | 80-12-5-3 | 80-12-5-3 | 80-12-5-3 | 80-12-5-3 | 80-12-5-3 |
| Процент заобикалящи бариерата ШПС           | x53 | 0.1       | 0.1       | 0.1       | 0.1       | 0.1       |
| Процент отказали се да заобикалят ШПС       | x56 | 75        | 75        | 75        | 75        | 75        |
| Вр. за прем. през прелеза на влак, sec      | x14 | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         |
| Вр. за прем. през ППУ на влак, sec          | x15 | 120       | 120       | 120       | 120       | 120       |
| Вр. за пресич. през прелеза на ШПС, sec     | x7  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |

### Пояснения към табл. 1 и табл. 2:

1. „min 1 2 3 max” – означения на пет последователни стойности на входния параметър;

2. Приетите опасности, свързани с прелезното устройство са описани в [2, 3]. Също там са описани: време за възстановяване, продължителност на действие на опасностите, три типа периоди с различна интензивност на движение за ШПС;

3. Процентно съотношение на типовете преминаващи през прелеза ШПС (леки автомобили (ЛА), микробуси (МБ), автобуси (АА) и товарни машини (ТМ)) - включени са различни варианти на съотношения на приетите типове ШПС, преминаващи през прелеза, както следва: - пътуващи в ЛА (1 ÷ 5 човека); - пътуващи в МБ (1 ÷ 8 човека); - пътуващи в АА (1 ÷ 45 човека); - пътуващи в ТМ (1 ÷ 2 човека).

4. Възникването на събитие (случайна величина) с приета стойност на интензивността се дава като средно време между моментите на възникване и съответно разпределение.

При изчисляване на параметрите се взимат:

- за ИР: броят загинали към общия брой преминали (пътуващи в ШПС).
- за вероятност за инцидент: броят инциденти към броя преминали ШПС.
- за среден брой инциденти: броят инциденти усреднен на годишна база.
- за средния брой загинали: броят загинали усреднен на годишна база.

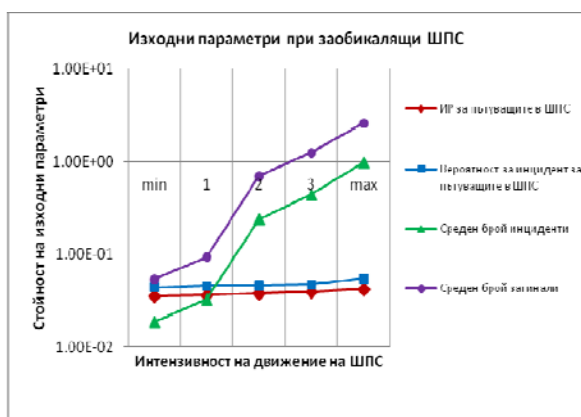
Табл. 2. Изменяеми входни данни за симулационен модел на ИР (за пътниците в ШПС), произтичащ от сигналните системи на прелаз при изменение на интензивността на движение на ШПС и на процентното съотношение на типовете преминаващи през прелеза ШПС (ЛА, МБ, АА и ТМ).

| ВХОДНИ ДАННИ                                                                           |     | min        | 1          | 2          | 3          | max      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|------------|------------|------------|----------|
| <b>1. Изменение на интензивността на движение на ШПС – т.2</b>                         |     |            |            |            |            |          |
| Интензивност – max, sec                                                                | x21 | 3000       | 1650       | 300        | 165        | 90       |
| Интензивност - ave, sec                                                                | x22 | 6000       | 3300       | 600        | 330        | 180      |
| Интензивност - min, sec                                                                | x23 | 9000       | 4950       | 900        | 495        | 270      |
| <b>2. Изменение на процентното съотношение на типовете ШПС (ЛА, МБ, АА и ТМ) – т.3</b> |     |            |            |            |            |          |
| Процентно съотношение                                                                  |     | 20-40-37-3 | 38-30-29-3 | 58-18-21-3 | 74-10-13-3 | 90-2-5-3 |

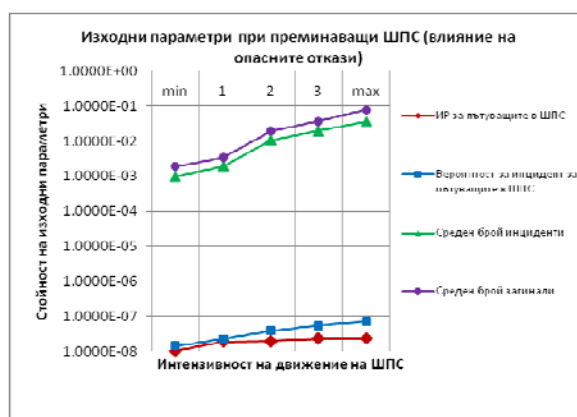
Изследването показва, че при промяна на стойностите на комбинациите на променливите (на изменяемите входни параметри) ще се достигнат, по възможност, гранични стойности на ИР (при конкретни константни стойности на неизменяемите входни параметри).

## 2. ИЗМЕНЕНИЕ НА ИНТЕНЗИВНОСТТА НА ДВИЖЕНИЕ НА ШОСЕЙНИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА

Получени са експериментални резултати, на годишна база, за статистически зависимости (на ИР, вероятност за инцидент, среден брой инциденти, среден брой загинали) от които може да се направят следните изводи.



Фиг. 1. Изходни параметри при заобикалящи ШПС при изменение на интензивността на движение на ШПС.



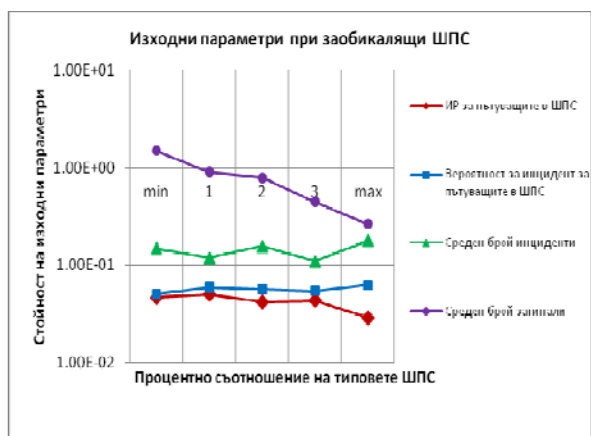
Фиг. 2. Изходни параметри при преминаващи ШПС (влияние на опасните откази) при изменение на интензивността на движение на ШПС.



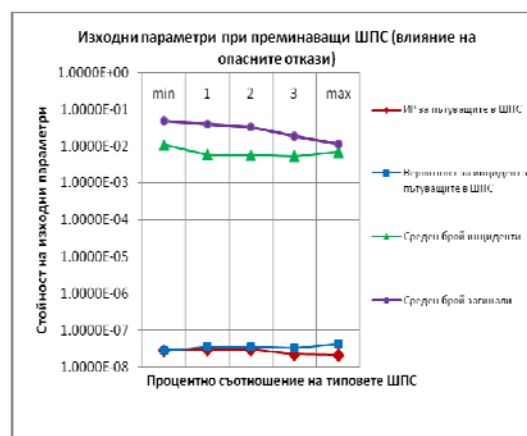
**Фиг. 3. Изходни параметри при преминаващи ШПС (влияние на защитните отказ и човешка грешка) при изменение на интензивността на движение на ШПС.**

### 3. ИЗМЕНЕНИЕ НА ПРОЦЕНТНОТО СЪОТНОШЕНИЕ НА ТИПОВЕТЕ ПРЕМИНАВАЩИ ПРЕЗ ПРЕЛЕЗА ШОСЕЙНИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА

Изменението на процентното съотношение на типовете преминаващи през прелеза ШПС по отношение на заобикалящите бариерата на прелеза ШПС (фиг.4), по отношение на опасните откази (фиг.5) и по отношение на комбинацията от защитен отказ и човешка грешка (фиг.6) влияе слабо на ИР, като зависимостите имат тенденция към намаляване (както и при средния брой загинали), поради намаляващия брой инциденти с ШПС с относително по-голям брой пътуващи (автобуси и микробуси). Влиянието върху вероятността за инцидент и средния брой инциденти има случаен характер.



**Фиг. 4. Изходни параметри при заобикалящи ШПС при изменение на процентното съотношение на типовете преминаващи през прелеза ШПС.**

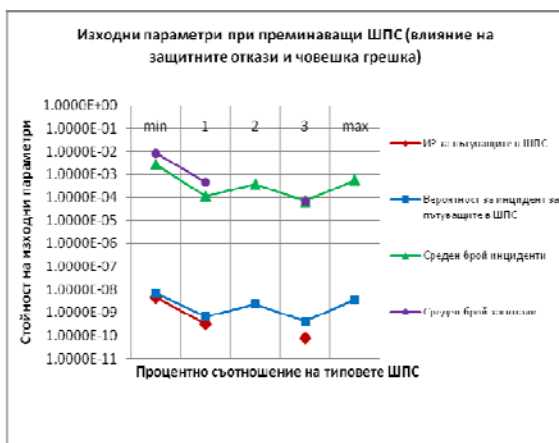


**Фиг. 5. Изходни параметри при преминаващи ШПС (влияние на опасните откази) при изменение на процентното съотношение на типовете ШПС.**

## 4. СТАТИСТИЧЕСКИ ДАННИ ЗА СРЕДЕН БРОЙ ИНЦИДЕНТИ

### 4.1. Статистически данни за средния брой инциденти според тип ШПС:

- при изменение на интензивността на движение на ШПС (фиг. 7) променящите се стойности на интензивността на движение влияят върху броя инциденти за ЛА и отчасти за МБ, а при АА и ТМ има слаба тенденция към увеличение - това се обяснява

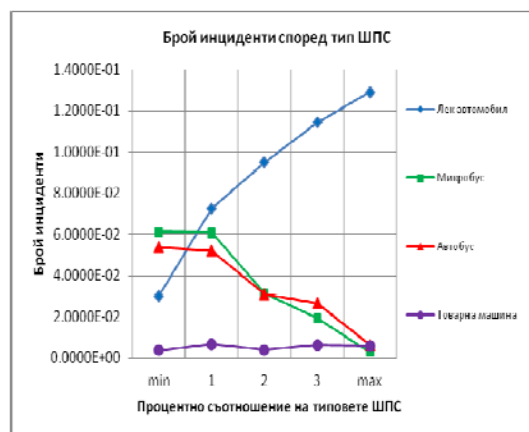


**Фиг. 6. Изходни параметри при преминаващи ШПС (влияние на защитните откази и човешка грешка) при изменение на процентното съотношение на типовете ШПС.**

променя.



**Фиг. 7. Среден брой инциденти според тип ШПС при изменение на интензивността на движение на ШПС.**



**Фиг. 8. Среден брой инциденти според тип ШПС при изменение на процентното съотношение на типовете ШПС.**

#### 4.2. Статистически данни за средния брой инциденти според периода от денонощието:



**Фиг. 9. Среден брой инциденти според периода от денонощието при изменение на интензивността на движение на ШПС.**

с наличието на случаен характер, а най-вече с това, че са със значително по-нисък относителен дял в общия автомобилен поток;

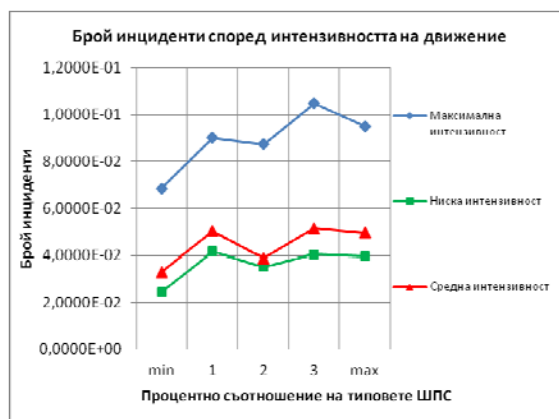
- при изменение на процентното съотношение на типовете преминаващи през прелеза ШПС (фиг. 8) - единствено влияещ параметър е процентното съотношение на типовете ШПС; случайният характер на кривите съответства на зададените входни данни и броят на инцидентите нараства пропорционално на дела на ЛА, съответно намалява при МБ и АА пропорционално на техните намаляващи дялове и е неизменен при ТМ, чийто брой не се

- при изменение на интензивността на движение на ШПС (фиг. 9) - при максимална интензивност на движение инцидентите са открояващо се най-много (очакван резултат), а при ниска и средна интензивности (до определени стойности на опасностите графичните зависимости имат отчасти случаен характер) се наблюдават близки стойности на броя инциденти, които нарастват.

- изменението на процентното съотношение на типовете ШПС (фиг. 10) не влияе и резултатите имат случаен характер с лека тенденция към нарастване.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите дават възможност за идентифициране на влияещите параметри и уточняване на степента на тяхното влияние върху ИР в променящи се условия за конкретен прелез. Определящо за качеството на симулационните изследвания е връзката между практиката и допусканията в моделите. Като предмет на бъдеща работа е по-подробното изследване на опасността от заобикаляне, ако тя принципно не се премахне.



Фиг. 10. Среден брой инциденти според периода от денонощието при изменение на процентното съотношение на типовете ШПС.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] EN 50126. Railway Applications – The specification and demonstration of dependability – reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). CENELEC. September 1999.
- [2] Симеонова Ц., Иванов Е., Къдрев В. Разработка на симулационен модел за оценка на риска, отчитащ влиянието на осигурителните системи на прелез. Сп. „Механика, транспорт, комуникации”, ISSN 1312-3823, София, брой 2, статия № 0756, 2012.
- [3] Симеонова Ц. Условия на функциониране на симулационен модел за оценка на риска, отчитащ влиянието на осигурителните системи на прелез. Сп. „Механика, транспорт, комуникации”, ISSN 1312-3823, София, брой 2, статия № 0757, 2012.
- [4] Simeonova Tsv., E. Ivanov Simulation model of risk for participants in the movement through level crossing. Information Technologies and Control, ISSN 1312-2622, №4, 2012, pp 9-16 (Симулационен модел на риска за участниците в движението през ж.п. прелез).

## RESEARCH ON THE INFLUENCE OF PARAMETERS OF ROAD VEHICLES WHICH CROSS THE LEVEL CROSSING ON INDIVIDUAL RISK

Tsvetelina Simeonova  
[ts.b.simeonova@abv.bg](mailto:ts.b.simeonova@abv.bg)

*Todor Kableshkov University of Transport  
Sofia 1574, 158 Geo Milev st.,  
BULGARIA*

**Key words:** risk, danger, operation, ensure systems

**Abstract:** It was made research of the impact on the individual risk at amendment in the intensity of movement and the percentage of types road vehicles, crossing through a level crossing. For this purpose has been used a simulation model of near real movement of trains and road vehicles through level crossing with automatic crossing devices. In the model is adopted certain input and output parameters, described in tabular form.

Obtained graphical results and conclusions are shown how changes in the input parameters influence to the individual risk. The research allows for risk assessment and other parameters examined in new systems and their comparison with parameters of exploited systems, until the system to meet the requirements of the European standards. The simulation model is verified by using the input data with the predetermined results.