

УСЛОВИЯ НА ФУНКЦИОНИРАНЕ НА СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА, ОТЧИТАЩ ВЛИЯНИЕТО НА ОСИГУРИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ НА ПРЕЛЕЗ

Цветелина Симеонова
ts.b.simeonova@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”, катедра “СОТС”
ул. “Гео Милев” 158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ*

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

Резюме: *Разработката разглежда и уточнява условията на функциониране на симулационен модел на прелез с автоматично прелезно устройство, въз основа на описанията на отделните сегменти. Въз основа 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. Условията на функциониране, разгледани в настоящата работа, алгоритъмът и функционалната схема са необходими за получаването на зависимости за оценка на индивидуалния риск чрез симулационно моделиране.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Актуалността на разработката се определя от факта, че на база на описание на симулационен модел за оценка на риска, отчитащ влиянието на осигурителните системи на прелез [1, 2], алгоритъм на функциониране, както и на систематизирани входни и изходни параметри, може да се получи програмен продукт с относително широка област на приложение за получаване на резултати за оценка на риска в едни от рисковите участъци на ж.п. система [3, 4].

Същността на разработката е изследване на железопътната (осигурителната) система в условия на функциониране близки до реалните, чрез създаване на функционална схема на симулационен модел. Разработката разглежда и уточнява условията на функциониране на симулационен модел на прелез с автоматично прелезно устройство (АПУ). Функционирането на модела се основава на факта, че едно събитие не може да предизвика опасност самостоятелно, а е необходима комбинация от няколко събития.

Даден индивид е изложен на въздействието на опасностите, възникващи при пресичане на прелез, когато е пешеходец или пътуващ в ШПС.

Осигурителните системи (ОС), спрямо опасните откази и защитните откази, са многократно преоразмерени по отношение на риска, който могат да породят. От друга страна, за някои фактори на прелез, които могат да доведат до по-високи стойности на риска, се приема, че са действащи извън ОС (например неправилно преминаване през прелез). В съответствие с това, един от възможните подходи за изследване на риска предполага намиране на условията за получаване на неговите гранични стойности, като се задават области на изменение на реални стойности на влияещите параметри.

Разработката разглежда прелез, като част от осигурителната система (ОС) на участъка, снабден с АПУ, при което са отчетени връзките предпрелезен светофор – бариера (полубариера в основния случай, както и цяла бариера като вариант). В модела са предвидени: влакове, шосейни превозни средства (ШПС), пешеходци, АПУ на прелеза, опасности, реализирани опасности (инциденти), последствия от инцидентите. Взети са под внимание както съществуващите на прелез ограничено множество опасности в процеса на функциониране, така и опасности възникващи в резултат на възможно неправилно преминаване (заобикаляне на полубариерата) на прелеза от ШПС (в модела се разглежда и възможността за неправилно преминаване и на пешеходци като вариант). Отчетено е наличието на опасни откази и на комбинация от защитни откази и човешки грешки при функционирането на ОС. Разработката дава възможност за изследване на зависимости на влияещите параметри върху индивидуалния риск (ИР).

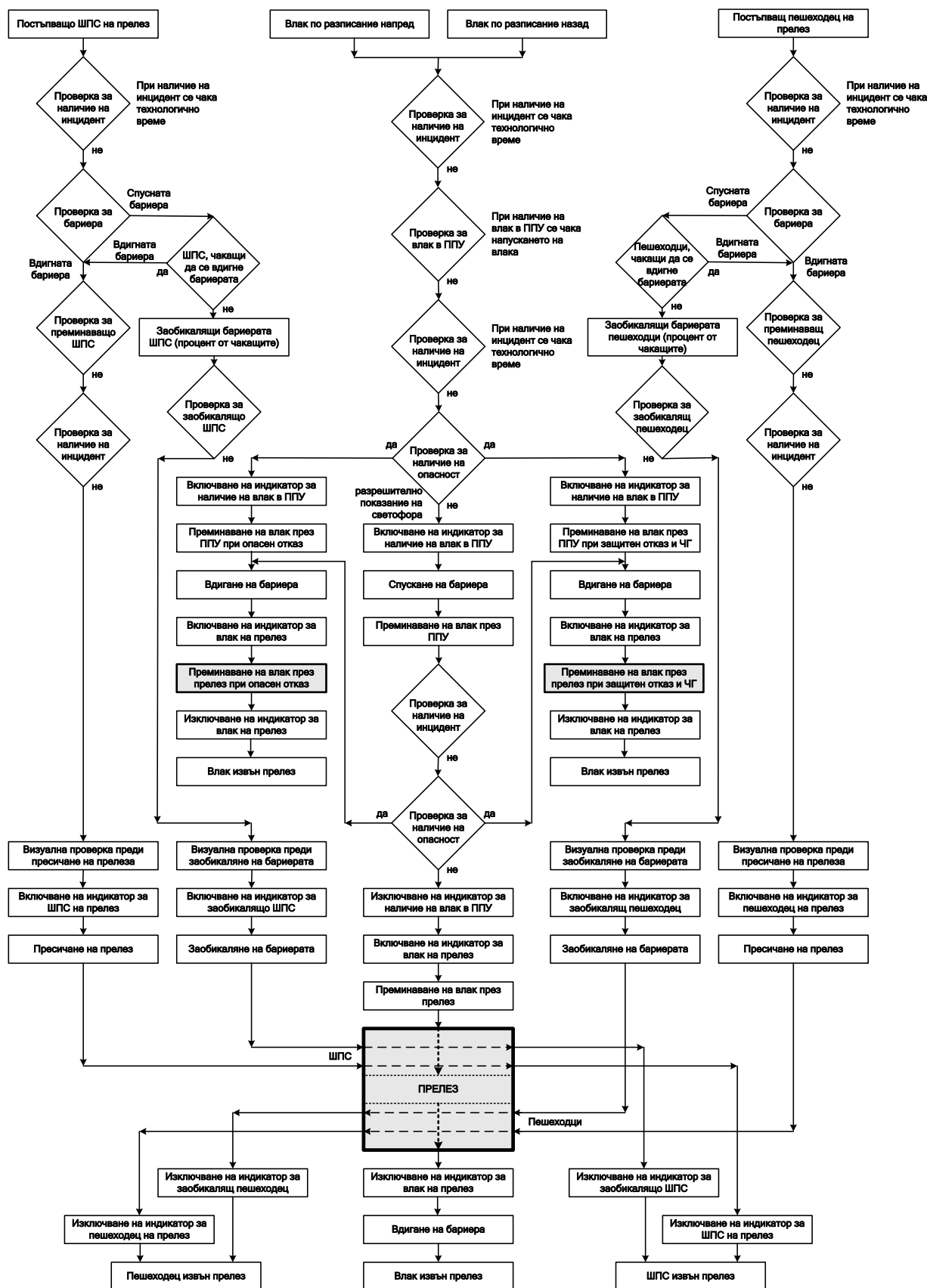
Статията е продължение на «Работка на симулационен моде за оценка на риска, отчитащ влиянието на осигурителните системи на прелез» и представя функционирането на самия модел.

2. ФУНКЦИОНИРАНЕ НА МОДЕЛА

Функционирането на модела се основава на постановката, във връзка със събитията, които биха могли да предизвикат реализиране на опасностите, че обикновено едно събитие не може да предизвика опасност самостоятелно, а е необходима комбинация от няколко събития.

Опасност може да възникне в резултат на едновременно възникване на трите случайни събития:

- прелезната автоматика (АПУ) не изпълнява защитните си функции поради опасен отказ или комбинация от защитен отказ и грешка на експлоатационния или поддържащ персонал.
- наличие на влак върху прелеза,
- наличие на ШПС върху прелеза,



Фиг. 1. Опростена функционална схема на симулационния модел.

Функционирането на модела е илюстрирано чрез опростена функционална схема – фиг. 1, на базата на която се изготвя практическа реализация във вид на програмен продукт.

На прелеза постъпват **влак** (по разписание, приема се, че няма закъснения в разписанието), **ШПС** и **пешеходци** (по случаен закон). При спусната бариера е възможно нейното заобикаляне от ШПС и пешеходци. В произволен момент от времето, по случаен закон, възникват дефинирани независими **опасности**.

В модела е предвидено да възникват **опасности** водещи до **инциденти** – табл. 1.

Табл. 1. Приети опасности, свързани с прелезното устройство.

№	Опасности:
	1. От страна на бариерния механизъм.
O ₁₁	Опасни откази, предизвикващи преждевременно нормализиране на АПУ
O ₁₂	Опасни откази, предизвикващи непадане на бариерата - не спускане
O ₁₃	Опасен отказ - грешна манипулация по далечно отваряне - преждевременно нормализиране или вдигане
	2. От страна на светлинна сигнализация за машиниста.
O ₂₁	Опасен отказ на светлинна сигнализация за машиниста
O ₂₂	Защитен отказ на светлинна сигнализация за машиниста
O ₂₃	Грешна манипулация при защитен отказ на светлинната сигнализация за машиниста (грешна манипулация на машиниста при преминаване покрай предпрелезен светофор)

Тези събития могат да се разгледат последователно като алгоритъм за преминаване на прелеза.

Движението на влакове, ШПС и пешеходци през прелеза (заедно с непрекъснатата проверка за възникване на инциденти при движението) се реализира в модела от отделен сегмент, описващ динамиката и реда на следване на събитията [2].

Ще разгледаме движението първо от гледна точка на **машиниста**, а след това от гледна точка на **водачите на ШПС и на пешеходците**. Те виждат различна сигнализация, която е синхронизирана (вдигната или спусната бариера и различна светлинна сигнализация).

Най-напред **влаковете** постъпват на предпрелезния участък (ППУ). В процеса на симулиране, във връзка с движението на влака през ППУ и прелеза, в програмата се извършват логически проверки. Програмата извършва логическа проверка за наличие на настъпил инцидент в момента на постъпването в ППУ на поредния влак (извършва се само за целите на моделирането).

Ако има вече регистриран инцидент на прелеза (предвиденият индикатор за наличие на инцидент е включен), влакът не постъпва в ППУ (програмата го поставя на изчакване).

Приема се, че влаковете, движейки се последователно, могат да навлизат в ППУ само когато предишният влак е напуснал прелеза и ако индикаторът за инцидент не е включен (т.е. на прелеза няма инцидент), програмата извършва следваща проверка - за евентуално наличие на предишен влак (проверява се друг индикатор, предназначен специално за това).

В началото на ППУ се намира светлинна сигнализация (предпрелезен светофор) за машиниста. Показанията на светофора могат да бъдат неосветено и осветено (бяла, мигаща светлина – показание „затворен прелез“).

Нормално прелезът е „отворен” (барьерата е вдигната). Тогава предпрелезният сигнал е неосветен (тъмен). При постъпване на влака в ППУ се задейства АПУ, в резултат на което прелезът се „затваря” (барьерата се спуска, а предпрелезният сигнал започва да свети с бяла, мигаща светлина). Влакът преминава през прелеза с максималната за участъка скорост. В този нормален случай (не е възникнал опасен отказ) е възможен инцидент единствено вследствие на заобикаляне на барьерата от ШПС или пешеходец.

Ако след постъпване на влака в ППУ, прелезът не се е „затворил”, предпрелезният сигнал остава неосветен, което задължава машиниста да премине с повишено внимание и скорост, която ще позволи да спре своевременно при наличие на ШПС на прелеза. Времето за преминаване на влака през ППУ и прелеза в този случай е по-голямо.

В този случай има възникнал **защитен отказ**, а до инцидент този отказ може да доведе само в комбинация с човешка грешка (грешка на машиниста – например намалено внимание, разсейване, умора, грешна преценка, машиниста не реагира правилно на сигнала и др.)¹. Ако не възникнат едновременно защитния отказ и човешката грешка, до инцидент не се стига.

Показанието на светофора „затворен прелез” може да е на базата и на възникнала опасност (табл. 1 – O_{11} , O_{12} , O_{13} и O_{21}), представляваща **опасен отказ** - тогава влакът ще продължи с висока скорост, а барьерата няма да е спусната.

Въз основа на гореказаното, в модела приемаме, че влакът може да пресече прелеза по някой от следните начини:

- с максимална скорост;
- с безопасна скорост (тъй като този случай на преминаване на влака не води до инцидент, в модела той не е разгледан).

В характерните моменти на навлизането и напускането от влака на ППУ и прелеза (съответно спускането и вдигането на барьерата), се активират и деактивират съответни индикатори. Въз основа на състоянието на тези индикатори (както и на други съответни индикатори, в различните случаи: за движението на ШПС и пешеходци, за възникнала опасност, за възникнал инцидент) се извършва непрекъсната проверка за истинността на условията за настъпване на инцидент.

Постъпващите за преминаване на прелеза **ШПС** реагират в зависимост от положението на барьерата – вдигната или спусната².

При вдигната барьера, ШПС пресичат прелеза (като активират съответните индикатори) и напускат модела. Предвидена е възможност за пресичане на прелеза от ШПС само последователно (едно след друго), а не и паралелно. Преди пресичането се предвижда визуална проверка от водача на ШПС за наличие на приближаващ прелеза влак.

При спусната барьера част от чакащите на прелеза ШПС (с определена вероятност) преминават неправилно прелеза (заобикалят барьерата).

Постъпващите за преминаване на прелеза **пешеходци** също реагират в зависимост от положението на барьерата – вдигната или спусната. При тях също е предвидено време за визуален контрол за приближаващ влак. При вдигната барьера пешеходците пресичат прелеза и напускат модела, а при спусната, част от тях (също с определена вероятност) заобикалят барьерата и също напускат модела. За пешеходците също са предвидени индикатори, регистриращи тяхното преминаване на прелеза.

¹ Когато барьерата не е паднала и сигналът е неосветен, инцидент може да възникне в резултат на грешка на машиниста.

² При спусната барьера (в основния модел е предвидено използване на полубарьери) съществува възможност за заобикаляне.

За ШПС и пешеходци са предвидени съответни времена, освен за визуален контрол, също и за пресичане (или заобикаляне) през които времена индикаторите са активирани.

Проверки за настъпване на инцидент се извършват непрекъснато, в зависимост от състоянието на индикаторите за влак, ШПС, пешеходци и опасности, които са обединени в комбинации (формули в програмата) за различните типове инциденти (табл. 1). При настъпил инцидент, програмата предава управлението в модела към сегмента за изчисляване на резултати и обработка на статистика (обобщаване и усредняване на резултати), след което симулирането на процеса продължава. Резултатите в модела се получават усреднени на годишна база.

3. ИЗВОДИ

В симулационния модел за оценка на риска на прелез се отчита влиянието на ОС, като в модела са предвидени: влакове, ШПС, пешеходци, АПУ на прелеза, опасности, реализирани опасности (инциденти), последствия от инцидентите. Прелезът е снабден с бариера (полубариера в основния случай, както и с цяла бариера, като вариант), като се отчитат съществуващите връзки на предприелезен светофор с бариера, както и съществуващите на прелеза ограничено множество опасности, също така и възможно неправилно преминаване (заобикаляне на полубариерата) на прелеза от ШПС и пешеходци. Отчетено е наличието на опасни откази и на комбинация от защитни откази и човешки грешки при функционирането на ОС. Приложението на получената оценка е свързано с изпълнение на изискванията посочени в европейските норми [5].

Въз основа на разгледаните условия на функциониране и функционална схема на симулационен модел на прелез, може да се получават зависимости за оценка на индивидуалния риск чрез симулационно моделиране с използване на подходяща програмна платформа, например GPSS [6].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Симеонова Ц. Подход за разработка на симулационен модел за оценка на риска, отчитащ влиянието на осигурителните системи в примерен участък. В сб. на „IX национална младежка научно-практическа сесия 2011”, 02-03.05.2011, ФНТС, ISSN 1314-0698, стр. 1-6, София, 2011.
- [2]. Иванов Е., Ц. Симеонова, К. Иванов Анализ на риска за участниците в движението при преминаване през ж.п. прелез. В сб. на 20-та международна научна конференция на ВТУ „Т. Каблешков”, „Механика, транспорт, комуникации”, ч. 3, стр. VIII-64, София, 2011.
- [3]. Ветошкин А. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, 2003.
- [4]. Христов Х, М.Христова, Н.Георгиев „Аналитичен подход и модел за анализ и оценка на безопасността на човекомашинни системи за управление на експлоатационния процес в транспорта” Mechanics Transport Communications, ISSN 1312-3823, issue 2, 2010.
- [5]. EN 50126. Railway Applications – The specification and demonstration of dependability – reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). CENELEC. September 1999.
- [6]. Шрайбер Т. Моделирование на GPSS: Пер. с англ. под ред. М.А.Файнберга. - М., Машиностроение, 1980.