

АНАЛИЗ НА РИСКА ЗА УЧАСТНИЦИТЕ В ДВИЖЕНИЕТО ПРИ ПРЕМИНАВАНЕ ПРЕЗ ЖП ПРЕЛЕЗ

Емил Иванов, Цветелина Симеонова, Калоян Иванов

eivanov@vtu.bg, ts.b.simeonova@abv.bg, k_n_ivanov_89@abv.bg

*Доцент д-р инж., инж., студент, ВТУ „Т. Каблешков”, 1574 София, ул. Гео Милев 158
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: Прелези; автоматични прелезни устройства; сигнализации и комуникации в жп транспорт; анализ на риска.

Резюме: Допускането в експлоатация на системите за сигнализация в жп транспорт е възможно след доказване, че рискът за участниците в транспортния процес не надвишава една приемлива за обществото граница. В настоящата работа се предлага един алгоритъм за провеждане анализ на риска за преминаващите през жп прелез, резултат от нарушения в работата на автоматичните прелезни устройства (АПУ). Приложен е за анализ на една обобщена конфигурация на АПУ. На базата на получените резултати е направена преоценка на безопасностните изисквания поставяни към АПУ. Състои се поставяне на безопасно изискване към АПУ да се контролират грешките, както на машиниста, така и на водачите на шосейните превозни средства, като участници в управлявания процес. Сега водачът на ШПС има пълна свобода. Технически изпълнението на това изискване може да се реализира чрез **обективен контрол свободността на прелеза от ШПС.**

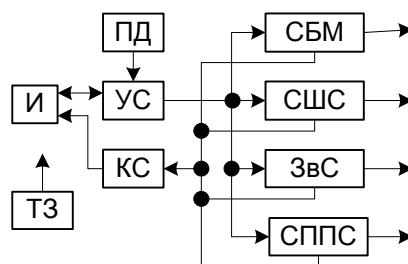
1. ВЪВЕДЕНИЕ

Допускането в експлоатация изисква анализ на риска за всеки конкретен прелез. Известни са различни методи за анализ на риска, но у нас няма опит по отношение анализа на риска за участниците в жп превозен процес, породен от осигурителните системи. В настоящата работа се предлага един алгоритъм подходящ за въпросния анализ. За да докажем практическата приложимост, е проведен анализ на една реална система – автоматично прелезно устройство (АПУ).

1. Дефиниране на системата.

Разглеждаме едно АПУ, чийто принцип на действие се онагледява на фигура 1. Структурата е достатъчно обща, за да отразява функционирането на различните модификации и изпълнения. Управляващата схема УС осъществява управлението и реализацията на функционалния алгоритъм на прелезното устройство.

Пътните датчици подават информация за навлизането на влака в предпрелезния участък и го проследяват до излизането му. Схемата на бариерния механизъм СБМ управлява двигателя, задвижващ гредата. Схемата на шосейния светофор подава сигнал към шосейните превозни средства за наличието на влак в предпрелезния участък.



ПД - пътни датчици
 УС – управляваща схема
 КС – контролна схема
 И - информация
 СБМ – схема на бариерния механизъм
 СШС – схема на шосейните
 светофори
 ЗвС – схема на звуковата
 сигнализация
 СППС – схема на предпрелезните
 светофори

Фиг.1. Обща структура на анализираната система

Схемата на предпрелезния сигнал подава информация към машиниста за състоянието на прелеза, към който приближава. Ако прелеза не е сигнализиран, машинистът трябва да премине през него с безопасна скорост.

Тук ще бъдат уточнени само функциите, имащи отношение към безопасността:

- Спускане на бариерата.

Сигнал за спускане се подава от пътният датчик, когато влакът навлезе в предпрелезния участък. Този сигнал е причина за задействане на шосейния сигнал и спускане на бариерата. На предпрелезния сигнал се включва разрешително показание с проверка задействането на шосейния сигнал. Това е указание, че към водачите е подадена информация за приближаване на влак и той може да премине през прелеза с максимална скорост. Ако предпрелезният сигнал не свети с разрешително показание, това означава, че прелезът не е обезопасен и машинистът намалява скоростта до безопасна.

- Вдигане на бариерата.

Вдигане на бариерата става след освобождаване на прелеза от влака, Проследява се фактическото преминаване на влака през прелеза.

3. Идентификация на опасностите.

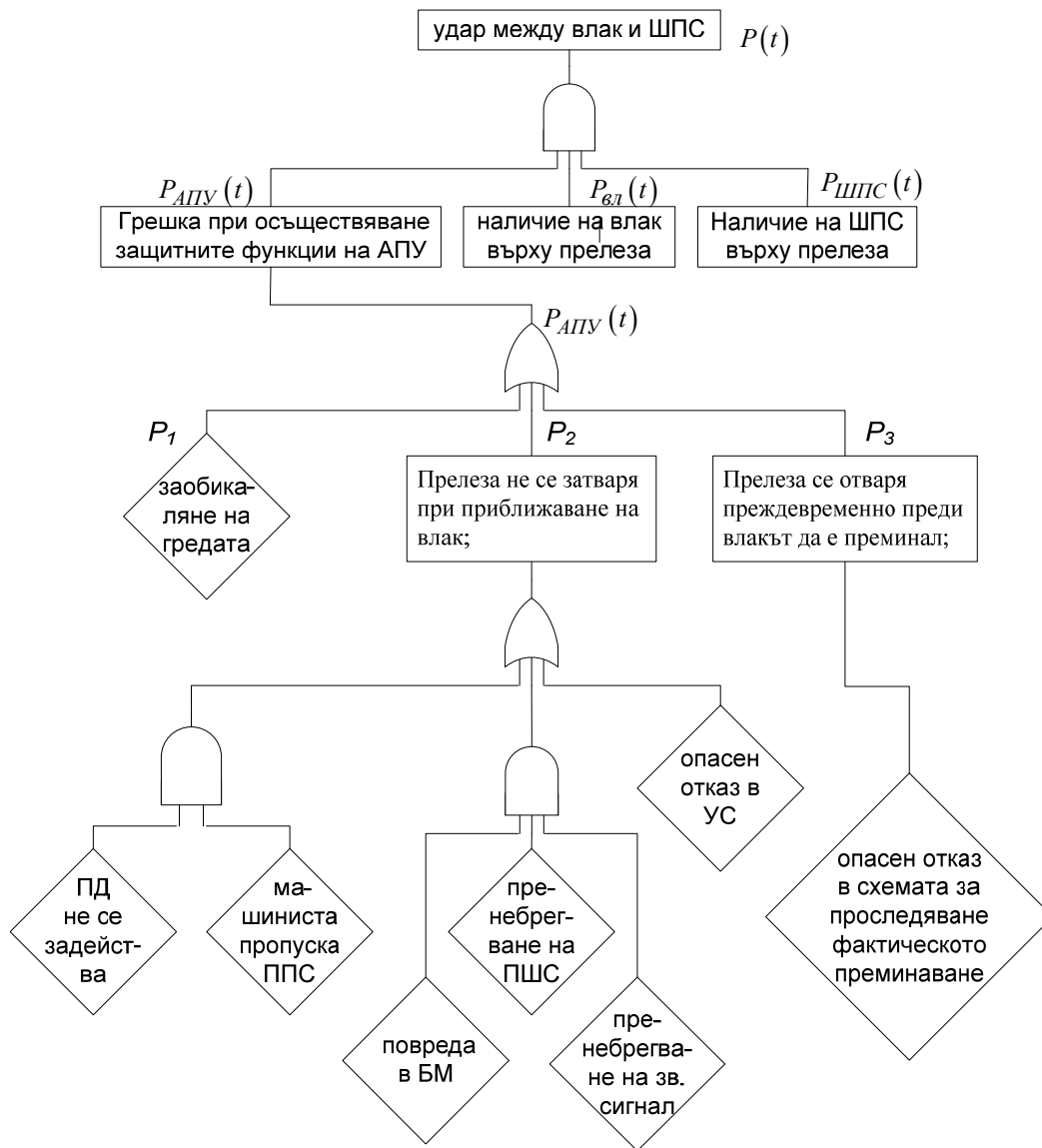
Опасност е обективно съществуваща възможност за негативно развитие на технологическия процес, в резултат на което може да последват значими материални или морални щети. Опасностите носят потенциален, т.е. скрит характер. Под идентификация се разбира процесът на откриване на опасностите.

При разглежданата система опасността е една. Това е удар между влак и шосейно превозно средство.

Формите на нежелателните последствия, или загубите са разнообразни: смърт, травми с различна тежест, увреждане на околната среда, пожар, материални щети. Тук ще отчетем само риска за летален изход.

4. Качественна оценка на риска.

Цел на качествената оценка е да се определят събитията, които биха могли да предизвикат реализиране на опасностите. Обикновено едно събитие не може да предизвика опасност самостоятелно.



Фиг. 2. Дърво на отказите

Необходима е комбинация от няколко събития. При техническите системи в тези комбинации участва някакъв отказ (или група откази) в системата и грешка на експлоатационния или поддържащ персонал.

Оценката в случая се провежда посредством дърво на отказите (фиг.2).

Посочената опасност може да възникне в резултат на едновременно възникване на трите случайни събития: наличие на влак върху прелеза, наличие на шосейно превозно средство (ШПС) върху прелеза, прелезната автоматика (АПУ) не изпълнява защитните си функции поради отказ или грешка на експлоатационния персонал.

Събитията, които могат да породят грешката при осъществяване защитните функции на прелезното устройство са:

1. Неправомерно преминаване на ШПС – заобикаляне или повдигане на гредата.

2. Прелеза не се затваря при приближаване на влак;
3. Прелеза се отваря преждевременно,

преди влакът да е преминал

Последните две събития може да се развият още. Второто може да се развие по три сценария:

- Отказ в пътния датчик (ПД) в резултат, на който не се регистрира навлизането на влака в предпрелезния участък и пропуск от машиниста на предпрелезния сигнал ППС.
- Опасен отказ в управляващата схема
- Отказ в самия бариерен механизъм (БМ) в резултат, на който гредата не може да падне.

Строго погледната този отказ може да е опасен, ако същевременно откажат и звуковата и светлинна сигнализация. Равно трябва да отчетем по-вероятната ситуация – съчетание на отказ в БМ и пренебрегване на светлинния и звуков сигнал.

Преждевременно освобождаване може да настъпи в резултат от събития, които имитират фактическото преминаване или откази в бариерния механизъм.

Възможно е по-нататъшно развитие на дървото, но това е извън целите на настоящата работа.

4. Качествена оценка на риска.

Вероятността за възникване удар в момент t в интервала от време (0 до T) е:

$$(1) \quad P(t) = P_{APY}(t) P_{вл}(t) P_{ШПС}(t)$$

Където:

$P_{APY}(t)$ е вероятността в момент t да възникне грешка при осъществяване защитните функции на АПУ. Зависи от вероятността за опасен отказ в АПУ;

$P_{вл}(t)$ е вероятността в момент t през прелеза да преминава влак. Зависи от интензивността на влаковото движение;

$P_{ШПС}(t)$ е вероятността в момент t през прелеза да преминава шосейно превозно средство. Зависи от интензивността на шосейното движение.

Рискът от летален изход е:

$$(2) \quad R(t) = P_{APY}(t) P_{вл}(t) P_{ШПС}(t) n$$

n е среден брой жертви при сблъсък на влак с ШПС.

Вероятността $P_{APY}(t)$ се определя от параметрите на пораждащите събития както следва:

$$(3) \quad P_{APY}(t) = 1 - [1 - P_1(t)][1 - P_2(t)][1 - P_3(t)]$$

P_1 е вероятността в определения интервал от време водач на ШПС да предприеме заобиколяне на бариерата

P_2 е вероятността в определения интервал от време прелезът да не се затвори при приближаване на влак поради опасен отказ в АПУ.

P_3 е вероятността в определения интервал от време прелезът да се отвори преждевременно поради опасен отказ в АПУ.

В резултат на проведения анализ на риска можем да направим предложение за преоценка на безопасностните изисквания към АПУ

Практиката показва, че $P_1 \gg P_2, P_3$. Следователно:

$$(4) \quad P_{APY}(t) \approx P_1(t)$$

5. Преоценка на безопасностните изисквания към АПУ

Преобладаващата част от причините за злополуки на прелезите е неспазването на правилата от водачите на шосейните превозни средства (ВШПС). Според специалистите по сигнализации и комуникации въпросът за безопасността е решен с автоматичните прелезни устройства (АПУ), а останалото е въпрос на дисциплина и не е наш проблем. Ние стигнахме да извода, че това е софизъм, породен от неправилно поставени безопасностни изисквания.

Основно безопасно изискване към системите за сигнализация е изключването на човешкия фактор, тъй като човекът обективно греши многократно по-често от машината. В това е смисълът на системите за сигнализация, а и на автоматиката въобще. Свикнали сме тук да включваме действията на есклоатационния и обслужващ жп персонал. Например грешките на дежурния ръководител се контролират от гаровата централизация (ГЦ). Дори да желае да предизвика катастрофа ГЦ няма да позволи. Грешките на машиниста се контролират от автоматичната локомотивна сигнализация (АЛС). Дори да иска да премине на червен сигнал АЛС няма да позволи.

При АПУ операторите, които имат отношение към безопасността са както машинистът, така и водачите на ШПС. Следователно към прелезната автоматика трябва да се постави изискването да елиминира грешките и на двамата. Сега водачът на ШПС има пълна свобода.

Технически изпълнението на това изискване може да се реализира чрез **обективен контрол свободността на прелеза от ШПС**. Възможно е използването на различни сензори, осъществяващи такъв контрол. В специализираната литература има информация за следните:

- Контрол на свободността на базата на видеокамери;

Тук не става въпрос за тривиалното видеонаблюдение, а за обработка на видеосигнала в резултат, на което да се фиксира наличието на ШПС върху прелеза. Посредством предпрелезния светофор към машиниста се подава информация за незатворан прелез, която го принуждава да се движи с намалена скорост и готовност да спре.

- Контрол на свободността на базата на лазерен скенер;

Лазерният лъч се отразява многократно така, че обхожда цялото пространство на прелеза. Времето за преминаване или фазата на един лазерен импулс са различни, ако се отрази от намиращо се на прелеза ШПС или преминава през целия прелез без да срещне препятствие.

- Контрол на свободността на базата на радарни сензори;

Принципът е аналогичен на този при лазерния скенер, но е прелеза се сканира от радиоимпулс.

Ако обективен контрол свободността на прелеза от ШПС, все пак изисква време и средства, то можем бързо и евтино да приложим един друг принцип при управление движението на влаковете. Той гласи, че когато няма технически средства се прилагат административни. Такова е преграждане на платната в двете направления на движение.

Сега у нас е прието да се прегражда само платното по посока на движението. Обосновава се с необходимостта ШПС да се изтегли, ако бариерата се спусне докато то е на прелеза. В действителност това не е необходимо. Гредата пада за време не по-малко от 6s. То е въведено именно за да даде възможност на влезлите в зоната на прелеза возила да се изтеглят. Освен това гредата се монтира на 5m от крайната релса. Разстояние достатъчно при необходимост там да застане едно ШПС. Ако това не е достатъчно гредата може да се окачи така, че при спусната положение да може да се завърта по посока на движението или в краен случай да се счупи. (Това и сега се случва често поради ненавременна реакция на водача и спиране при спускане на гредата.). Според нас преграждането на двете платна ще намали значително произшествията поради лоша дисциплина на водачите на ШПС. Препоръчваме това да стане задължителна норма.

5. Заключение

В настоящата работа е предложен алгоритъм и направен анализ на риска на АПУ. Направено е предложение, което може да понижи значително риска за участниците в движението през жп прелези. Състои се поставяне на безопасно изискване към АПУ да се контролират грешките на водачите на ШПС, като участници в управлението процес.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. A Practical Risk Assessment Methodology for Safety-Critical Train Control Systems. US Department of Transportation Federal Railroad Administration. RR 09-17 September 2009.
- [2]. Braband J. A Practical Guide to Safety Analysis Methods. Signal und Drahtq 9/2001
- [3]. Laumen H. Bahnübergangstechnik-Entwicklungsstand und Ausblick. Signal und Draht. 12/1994
- [4]. Mokkapati C. A practical risk and safety assessment methodology for safety critical systems. Ansaldo Signal Union Switch & Signal Inc., 1000 Technology Drive Pittsburgh, PA 15219.
- [5]. Stewart M. G., D. V. Rosowsky, D. V. Val. RELIABILITY-BASED STRUCTURAL SAFETY ASSESSMENT USING RISK-RANKING DECISION ANALYSIS. 8th ASCE Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability PMC2000-090.
- [6]. Хенли Э. Дж., Х. Кумамото Надежность технических систем и оценка риска. М., Машиностроение, 1984

RISK ANALYSIS FOR THE PARTICIPANTS IN THE TRAFFIC WHILE PASSING THROUGH THE LEVEL CROSSINGS

Emil Ivanov, Tsvetelina Simeonova, Kaloyan Ivanov

Assoc. prof., PhD, dipl. eng., student, VTU „T. Kableshev”, 1574 Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA

Abstract: *The risk to participants in the transport process should not exceed an acceptable limit for the public. Only when this condition is proved is possible to permit operation of signaling systems in railway transport. In this work provides an algorithm for conducting risk analysis for passing through the railway crossing, as a result of disruption of the automatic crossing devices (ACD). Attached is the analysis of a generalized configuration of ACD. Is possible revaluation of safety requirements for ACD based on the obtained results.*