

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО ВЪРХУ ИНДИВИДУАЛНИЯ РИСК НА СРАВНЯВАЩО-ИЗБИРАЩОТО УСТРОЙСТВО ПРИ МАЖОРИТАРНИТЕ СИСТЕМИ

Цветелина Симеонова
ts.b.simeonova@abv.bg

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

Ключови думи: индивидуален риск, структура с вътрешноструктурна квазибезопасност и макроструктурна отказоустойчивост, осигурителна система

Резюме: Цел на предложената работа е изследване на влиянието на съвкупността от надеждностни и безопасностни параметрите на примерна осигурителна система (ОС) върху индивидуалния риск (ИР). Съгласно изискванията в EN 50126 е проведено изследване на влиянието на надеждностните и безопасностни параметри на структура с вътрешноструктурна квазибезопасност и макроструктурна отказоустойчивост върху ИР за участниците в превозния процес.

Тъй като вариант на реализация на ОС може да бъде структура с вътрешноструктурна квазибезопасност и макроструктурна отказоустойчивост (и нейните параметри), то целта на изследването се свежда до определяне на влиянието на такава структура върху индивидуалния риск, като това се илюстрира чрез формално съотношение.

По такъв начин се изследва връзката между параметрите на структурата (интензивност на отказ и интензивност на възстановяване) и индивидуалния риск породен от структура с вътрешноструктурна квазибезопасност и макроструктурна отказоустойчивост (при направени допускания).

Получените резултати показват зависимостта на ИР от интензивностите на отказите и интензивностите на възстановяванията на мажоритарната система.

Разработката допринася за изпълнението на изискванията посочени в европейските норми чрез калибриране на параметри на мажоритарна система спрямо ИР при променящи се условия.

1. Увод

Съществуващите рискови фактори (вътрешни и външни) налагат непрекъснато активно противодействие, което може да се постигне с използването на гъвкава структура на осигурителните системи (ОС) [1, 2]. По такъв начин се дава възможност за преструктуриране в процеса на функциониране и адекватно управление с цел достигане от системата в реално време на приемливо ниво на резултативния индивидуален риск (ИР).

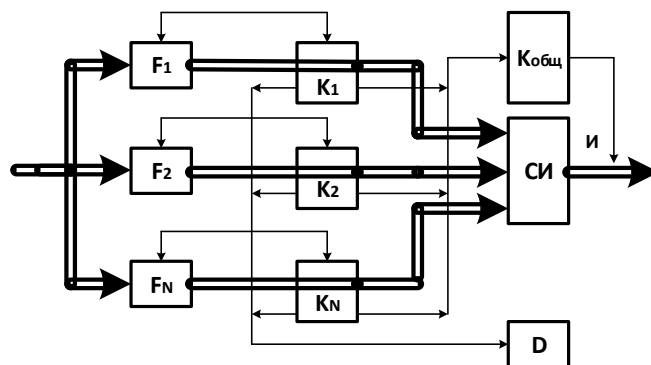
Приемливостта на ОС в процеса на функциониране и модернизация може да се оцени с риска за участниците в ж.п. превозен процес породен от тези системи съобразно изискванията на европейските норми EN 50126 [3]. Този риск зависи основно от безопасностните и надеждностни параметри на системата, но също така и от параметрите на превозния процес [4, 5, 6].

Определянето на връзките между основните характеристики (качествени и количествени) на системата и тяхното формализиране и описване по подходящ начин с помощта на математически и логически формули и правила е основа за анализ на ИР (произтичащ от работата на ОС), което може да се извърши чрез моделиране. При съставяне на модела водещо място заемат опасните откази, следователно общият подход изисква въпросът за безопасността да се решава чрез използването на критерия за опасен отказ [7, 8, 9].

Цел на предложената работа е изследване на влиянието на съвкупността от надеждностни и безопасностни параметрите на примерна ОС върху ИР.

2. Модел, отчитащ влиянието на сравняващо-избиращото устройство върху надеждностно-безопасностните параметри на мажоритарните системи и отчитане влиянието на модела върху индивидуалния риск

Съгласно целта на изследването е необходимо да бъдат разширени съществуващите начини за аналитично определяне на ИР, като се свържат с функционирането и параметрите на конкретна примерна ОС [10], изградена като структура с вътрешноструктурна квазибезопасност и макроструктурна отказоустойчивост - фиг. 1.



Фиг. 1. Структурна схема на примерна ОС, изградена като структура с вътрешноструктурна квазибезопасност и макроструктурна отказоустойчивост [10].

Легенда:

Означението И е "изключвач", каквито има и в елементите K_1 , K_2 и K_N .	Устройствата F_1 , F_2 , F_N са устройства за обработка на информацията.
Устройствата K_1 , K_2 и K_N са контролни устройства, които при наличие на отказ изключват процеса. $K_{общ}$ е общо контролно устройство.	СИ е сравняващо-избиращо устройство. D е система за диагностика.

Анализът на ОС, съдържащи устройства с недетерминирано следотказово поведение, позволява да се класифицират принципите и методите за обработка на информация с висока отговорност в микроелектронните системи, като въз основа на това могат да се очертаят няколко основни направления за обработка на информация с висока отговорност [10].

Системите могат да бъдат квазибезопасни или отказоустойчиви според начина на извеждане на резултатите, а не по начина на обработка.

В квазибезопасните структури резултатът не се избира, а се извежда (по един от каналите, ако е многоканална) след безопасен контрол на изправността, който (постоянен и периодичен) се постига по възприети критерии.

Задължително при отказоустойчивите структури е получаването и извеждането (най-често чрез избор) на верния (съгласно възприет критерий) резултат, без при това да е необходимо откриване и регистриране на отказите. В отказоустойчивите структури отказът може и да не се контролира и открива, но той непременно се толерира (маскира). Изборът в отказоустойчивите системи съобразно възприетия критерий за вярност може да бъде мажоритарен или конюнктивен.

В зависимост от съчетанието на признаци, в практиката се срещат различни структури (вкл. хибридни), по-значими от които са: квазизебезопасна F-K структура; квазизебезопасна структура с динамична вътрешно-структурна отказоустойчивост; вътрешноструктурна квазизебезопасност и макроструктурна отказоустойчивост и др. [10]

Структурата с вътрешноструктурна квазизебезопасност и макроструктурна отказоустойчивост се състои от две или повече квазизебезопасни F-K структури, характеризиращи се с това, че информацията от тях се извежда паралелно след контрол на изправността им (фиг. 1). Системата е отказоустойчива по критерия за мажоритарен избор.

Възможни са различни разновидности (структурите могат да бъдат както софтуерни, така и хардуерни), които се получават след опростяване на общата схема (фиг. 1) [10].

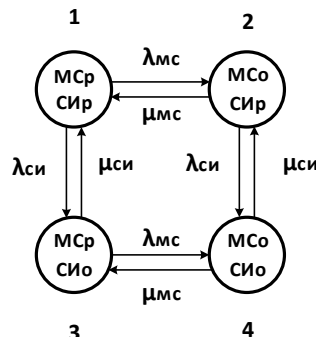
При разглеждане на системи с макроструктурна отказоустойчивост, освен отчитане на стойностите на надеждностните величини, както на устройствата за обработка на информацията (компютрите), така и на контролните устройства (отразяващи физическия модел на F-K структура), е необходимо да се отчетат и надеждностно-безопасностните характеристики на сравняващо-избиращото устройство.

Разглеждаме модел на двукомпонентна структура с приети параметри (табл. 1), която се състои от два агрегата (диаграмата на състоянията е дадена на фиг.2) [10]:

- МС - многоканална система;
- СИ – сравняващо избиращо устройство.

Докато излишъка на многоканалната система толерира, отказите са скрити. Откритите откази и на двата компонента могат да доведат до опасен отказ. Практически те не отказват никога едновременно. Графът има четири състояния, които са свързани със стрелки, съответстващи на интензивностите на открити откази $\lambda_{мс}$ и $\lambda_{си}$ и интензивностите на възстановяване на двата компонента - $\mu_{мс}$ и $\mu_{си}$. Математическото описание е дадено в [10].

Използваме едно от съотношенията за определяне на ИР (1) и съотношенията, описващи мажоритарна система. Вероятността за опасен отказ на мажоритарна система (при условие, че $t \rightarrow \infty$) - с реално СИ е дадена в (2), а ако СИ е идеално, вероятността за опасен отказ ще бъде (3) [10, 11, 12].



Фиг. 2. Диаграма на състоянията.

Формула (1) [11] се отнася за определяне на ИР в зависимост от броя преминавания на i -тия индивид през една опасност:

$$(1) \text{IRF}_i^h = \sum_{\text{опасност} H_j} N_j \cdot \left(P_j \cdot \sum_{\text{инцидент} k} C_{jk} \cdot F_{ik} \right).$$

Значение на участващите величини:

IRF_i^h - вероятност за риск за индивид, намиращ се в обсега на действие на опасността, въздействаща за определено време;	N_j - брой пъти на преминаване през опасността (стрелка, бариера от даден тип и др.) на индивид за разглеждания период (например за една година и т.н.);
h - период от време;	P_j - вероятност за настъпване на определена опасност;
i - индивид;	C_{jk} - вероятност за това, че опасността j води до инцидент k ;
H_j - опасност;	F_{ik} - вероятност за това, че при инцидент k , индивидът i ще пострада;
j - поредна опасност;	k - вид инцидент.

Вероятността за опасен отказ на мажоритарна система (при условие, че $t \rightarrow \infty$) с реално СИ е:

$$(2) P_j = \frac{1}{\lambda_{\text{СИ}} + \mu_{\text{СИ}}} \cdot \left(\lambda_{\text{СИ}} + \frac{\lambda_{\text{МС}} + \mu_{\text{СИ}}}{\lambda_{\text{МС}} + \mu_{\text{МС}}} \right) [10]$$

Вероятността за опасен отказ на мажоритарна система (при условие, че $t \rightarrow \infty$) с идеално СИ е:

$$(3) P_j = K_{\text{п}} = \frac{\lambda_{\text{МС}}}{\lambda_{\text{МС}} + \mu_{\text{МС}}} [10],$$

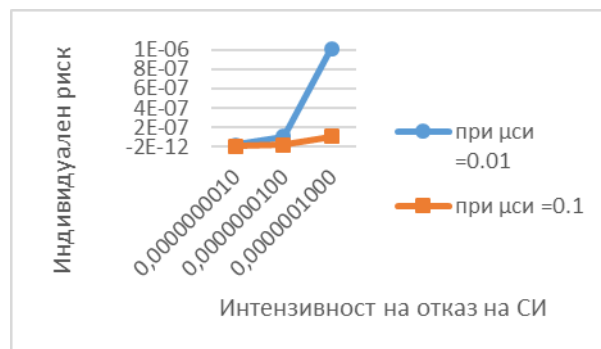
където $K_{\text{п}}$ - коефициент на престой, неготовност на системата.

3. Резултати от изследването

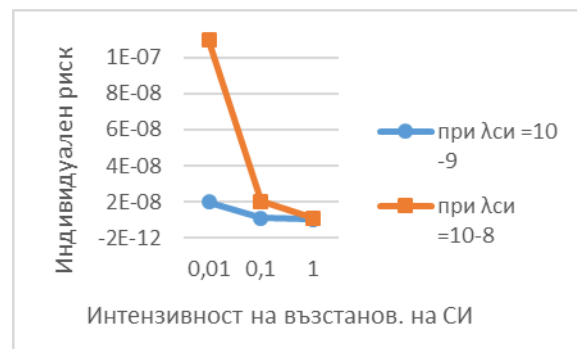
За целите на изследването, съобразно направения анализ в т. 2, в табл. 1 са показани изследваните величини, техният диапазон на изменение и изследваните варианти, в съответствие с приети стойности [10, 11, 12].

Таблица 1. Входни стойности, групи величини (техния диапазон на изменение) и влияещи параметри на индивидуалния риск.

Величини	Диапазон на изменение		Варианти			
$\lambda_{\text{СИ}}, 1/h$	10^{-9}	10^{-7}	фиг. 3			
$\mu_{\text{СИ}}, 1/h$	10^{-2}	1		фиг. 4		
$\lambda_{\text{МС}}, 1/h$	10^{-9}	10^{-7}			фиг. 5	
$\mu_{\text{МС}}, 1/h$	10^{-2}	1				фиг. 6
N_i		10^4				
C_{jk}		10^{-4}				
F_{ik}		10^{-1}				



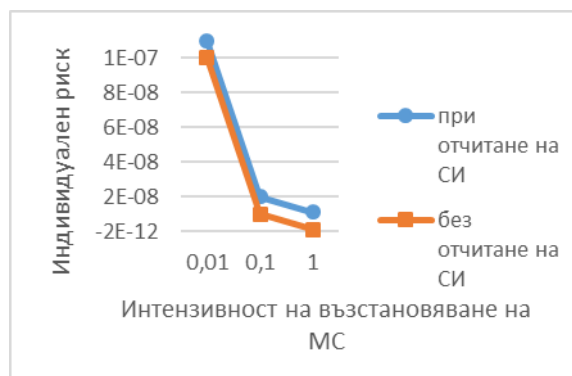
Фиг. 3. Зависимост на ИР от интензивността на отказ на СИ.



Фиг. 4. Зависимост на ИР от интензивността на възстановяване на СИ.



Фиг. 5. Зависимост на ИР от интензивността на отказ на МС.



Фиг. 6. Зависимост на ИР от интензивността на възстановяване на МС.

5. Заключение

Изследването показва, че с увеличаване на $\lambda_{СИ}$ и $\lambda_{МС}$, вероятността за опасен отказ на мажоритарната система расте, което води и до увеличаване на ИР.

Също така изследването показва, че с увеличаване на $\mu_{СИ}$ и $\mu_{МС}$, вероятността за опасен отказ на мажоритарната система намалява, което води до намаляване на ИР.

Показани са зависимости на ИР от $\lambda_{МС}$ и $\mu_{МС}$ за двата случая - с и без отчитане на СИ устройство. Когато СИ устройство се отчита, ИР е по-голям.

Получените резултати не са изненадващи и тяхната стойност е в получените аналитични резултати и конкретни зависимости.

Разработката допринася за изпълнението на изискванията посочени в европейските норми чрез калибриране на параметри на мажоритарна система спрямо ИР при променящи се условия.

Използвана литература

[1] Ветошкин А. Г. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Пенза, 2003.

[2] Хенли Э. Дж., Х. Кумамото Надежность технических систем и оценка риска. М., Машиностроение, 1984.

[3] EN 50126. Railway Applications – The specification and demonstration of dependability – reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). CENELEC. September 1999.

[4] Димитрова Е., П. Атанасов, Разработване на концепция за намаляване на риска при охрана на обекти с висока степен на защита, IX научна конференция "ЕФ 2017", Варна, 11-14.09.2017, Годишник на Технически Университет – София, ISSN 1311-0829, т. 68, кн. 1, 2018, стр. 351-358

[5] Димитрова Е., Синтез на система за мониторинг и управление на влаково движение част I: избор на устройства за връзка с обекта, International Conference „Automatics and Informatics’2014“, October 1-3, 2014, Sofia, Proceedings, ISSN 1313-1850, pp. I-119 – I-122

[6] Димитрова Е., Синтез на система за мониторинг и управление на влаково движение част II: избор на управляващи устройства, International Conference „Automatics and Informatics’2014“, October 1-3, 2014, Sofia, Proceedings, ISSN 1313-1850, pp. I-123 – I-126

[7] Димитрова Е., Синтез на системи за мониторинг и управление на сложни технически обекти с цел осигуряване на максимална ефективност, Международен

научен семинар „Комуникации, електроенергетика и информатика в транспорта – КЕИТ 2014“, Научно списание „Механика, Транспорт, Комуникации“, ISSN 1312-3823, том 12, бр.3/2, 2014, статия № 1030, стр. XI-75 – XI-80

[8] Dimitrova E., V. Dimitrov, Contemporary Trends for Increasing the Reliability of the SCADA systems Communication Level, 51-st International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2016, Ohrid, Macedonia, June 28 - 30 2016, Proceedings, ISBN 978-9989-786-78-5, pp. 115-118

[9] Димитрова Е., В. Димитров, Системи за дистанционен мониторинг и управление на обекти в железопътния транспорт, International Conference „Automatics and Informatics 2016“, 4-6.X.2016, Sofia, SAI-John Atanasoff Society of Automatics and Informatics, Proceedings, ISBN 1313-1850, pp.45-48

[10] Христов Х. Основи на осигурителната техника, Техника, С., 1990.

[11] Mokkapatil C. A practical risk and safety assessment methodology for safety critical systems. Ansaldo Signal Union Switch & Signal Inc., 1000 Technology Drive Pittsburgh, PA 15219.

[12]. Иванов Е., Ц. Симеонова Изследване влиянието на отказите върху индивидуалния риск при F-K структури. В сб. на 20-та международна научна конференция на ВТУ „Т. Каблешков“, „Механика, транспорт, комуникации“, ч. 3, стр. VIII-32, София, 2011.

STUDY IMPACT ON THE INDIVIDUAL RISK OF THE COMPARE- SELECT DEVICE WITH THE MAJORITY SYSTEMS

Tsvetelina Simeonova
ts.b.simeonova@abv.bg

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

Key words: *individual risk, structure with internal structural quasi-safety and macro-structural fault-tolerance, security system*

Abstract: *The aim of the proposed work is to study the impact of the set of reliability and safety parameters of an exemplary ensure system on individual risk (IR). In accordance with the requirements of EN 50126, a study has been carried out on the impact of reliable and safe parameters of structure with intra-structural quasi-safety and macro-structural fault-tolerance on the IR for the participants in the transport process.*

Since the ensure system implementation can be a structure with intra-structural quasi-safety and macro-structural fault-tolerance (and its parameters), the purpose of the study is to determine the impact of such a structure on individual risk, as illustrated by a formal ratio.

In this way the relationship between structural parameters (failure intensity and recovery intensity) and the individual risk generated by a structure with intra-structural quasi-safety and macro-structural fault-tolerance (assumed assumptions) are examined.

The results obtained show the dependence of the IR on the intensities of the failures and the intensity of the restoration of the majority system.

The development contributes to the fulfillment of the requirements set out in the European norms by calibrating the parameters of the majority system against the IR under changing conditions.