

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПРИНЦИПИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ТРАНСПОРТНИТЕ ПРОИЗШЕСТВИЯ

Николай ГЕОРГИЕВ
safetyniky@mail.com

доцент, доктор, ВТУ „Т. Каблешков“, 1574 София, ул. „Г. Милев“ 158, София,
БЪЛГАРИЯ

Резюме: Транспортните произшествия са случайни събития, възникващи в процеса на експлоатация и за всяко едно от тях са характерни специфични особености – място на възникване, причина, последствия, загуби и т.н. Качествено проведените изследване и анализ на тези характеристики имат съществено значение за управлението на надеждността и безопасността на транспортния процес. В настоящата статия въз основа на общометодологичните постановки на управлението на риска се предлага метод за оценка характеристиките на транспортните произшествия.

Ключови думи: Транспортно произшествие, управление на риска, характеристика на произшествието

1. ВЪВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМА

Нормалното съществуване на съвременния човек и на обществото като цяло е немислимо

Загинали при транспортни произшествия общо		
По пътищата и улиците	42500	
Пътници на железопътния транспорт	108	
Пътници на въздушния транспорт	190	
Пътници на водния транспорт	100	
Вид транспорт (превозно средство)	Загинали при транспортни произшествия на:	
	100 млн. пътници километра	100 млн. пътничко часа
Автобус	0,08	2
Лек автомобил	0,8	30
Пешеходец	7,5	30
Велосипед	6,3	90
Мотоциклет	16	500
Железопътен транспорт	0,04	2
Воден транспорт	0,33	10,5
Въздушен транспорт	0,08	36,5

Табл. 1

без адекватното поведение на различните транспортни системи - надеждно

транспортиране на хора и товари. Няма никакво съмнение, че бурно развиващият се процес на размяна на стоки, услуги, знания и опит между отделните географски региони и слоеве на обществото доведе до значим технологичен и културен прогрес на човешкото общество в световен мащаб. В същото време обаче, възникват ред значими транспортни проблеми. Вероятно най-важен от тях е този, свързан с риска за възникване на произшествия. Големият брой трагични (с убити и ранени хора) транспортни произшествия предполага идеята за глобализация на този проблем. В таблица 1 са представени данни относно жертвите при транспортни произшествия в рамките на Европейския съюз за 1999 година [1].

Важно е да се отбележи, че по изискване всички тежки транспортни произшествия се разследват (и причините довели до тях анализират), но само малка част от тях водят до провеждането на значими мероприятия за подобряване на безопасността в областта на съответния вид транспорт. Основната цел (но и сериозен недостатък) на много разследвания

е преди всичко определянето на „виновника”, които да поеме отговорността за допуснатото произшествие.

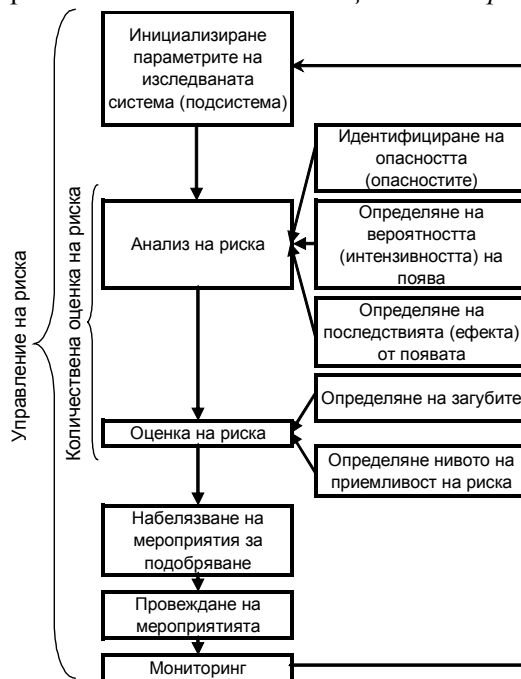
Когато се коментират въпросите, свързани с експлоатационната безопасност в транспорта трябва да се има предвид факта, че транспортните произшествия не са резултат от едно единствено случайно събитие. Най-често те са резултат от възникването на принципно независими събития, които поради една или друга причина влизат във взаимодействие помежду си. В повечето видове транспорт човекът е ключов елемент в причинно-следствената верига на дадено транспортно произшествие. Натрупаният опит показва, че субективните грешки рядко имат преднамерен характер, но независимо от това в повечето случаи те имат значителни последици. Независимо от това обаче, дали дадено транспортно произшествие е следствие на човешка грешка, технологични недостатъци, технически откази или въздействието на други неблагоприятно влияещи фактори, трябва да се провежда качествен анализ на причините. Съвременното разследване и анализ на дадено транспортно произшествие трябва да се базира на усъвършенствани и адаптирани методи и модели, и трябва възможно най-пълно да отговаря на въпросите: „Как и защо е допуснато нежеланото експлоатационно събитие?”, „Какво трябва да се направи за да не се допусне отново?”, „Ако все пак се допусне, какво трябва да се направи за намаляване на последициите?”. Тези въпроси кореспондират с трите основни направления на управлението на риска. В тази връзка и въз основа на методологичните особености и принципите на управлението на риска, настоящата статия предлага подход за анализ на характеристиките на транспортните произшествия, а именно: причини за поява, структура на причинно-следствената верига, вероятност за поява, последици и т.н.

2. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ И ЕТАПИ В УПРАВЛЕНИЕТО НА РИСКА И ПРИЛОЖЕНИЕТО ИМ ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ТРАНСПОРТНИ ПРОИЗШЕСТВИЯ

Всяка човешка дейност предполага наличието на множество от „потенциални опасности” относно нормалното ѝ реализиране. Възникването дори и на най-

незначителната опасност поражда риск и може сериозно да разстрои функционирането на съответната система, което би довело до сериозни финансови и социални последици. В пълна сила това важи и за транспорта (всички видове), от адекватното функциониране на когото зависи нормалното ежедневие на обществото като цяло. За постигането на последното е необходим непрекъснат процес на „взимане на решения с цел недопускане на нежелани събития (произшествия)”, което с други думи формулирано означава управление на риска (безопасността). В по-широк смисъл управлението на риска може да бъде дефинирано като процес на идентифициране, оценка и провеждане на мероприятия за недопускане или намаляване влиянието на потенциално възможните опасности за движението. Естествено, не е възможно абсолютното елиминиране на риска от транспортни произшествия, но той трябва да бъде редуциран до приемливо ниво въз основа на практически възможни средства.

Двата най-важни и фундаментални моменти в общата схема на процеса на управление на безопасността са *анализа* и *оценката* на риска (Фиг. 1). В своята цялост и взаимносвързаност те характеризират така наречената *количествена оценка на риска*.



Фиг. 1

Количествената оценка на риска позволява (въз основа на адаптирани методи и избран критерий) да се определи приемливостта (или неприемливостта) на новото на риска по

отношение на предварително дефинирани опасности.

За всеки сценарий (вид) на транспортно произшествие са характерни следните три специфични особености: *вероятност (интензивност) на поява, последствия (ефект) след появата и влияние върху нивото на безопасността (загуби)*. Изследването и анализът на тези особености с помощта на известни методи по своята същност представлява количествена оценка на риска относно изследвания вид произшествие, и в съответствие с принципите на управлението на риска предполага следната последователност.

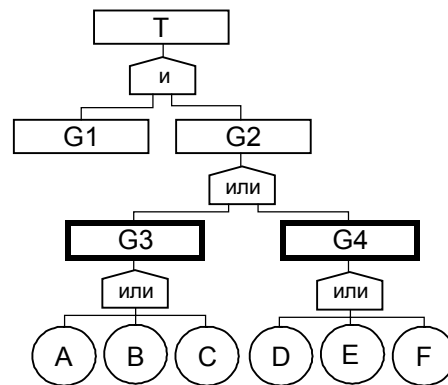
Идентифициране на опасностите

Това е първата и много важна за провеждане на качествен анализ стъпка. В областта на транспорта опасност е всяко нежелано състояние на съответния транспортен комплекс, вследствие на субективни грешки, технически откази или други неблагоприятни въздействия. Всеки вид транспортно произшествие (развиващо се по определен сценарий) е следствие (действителна реализация) от характерни опасности. Ако за целите на предлаганата методика бъде разгледано събитието *произшествие на пътно кръстовище*, биха могли да се дефинират ред примерни опасности, например: водачът на автомобил без предимство не спира (отнема предимство) и удря този с предимство, удар на пешеходец с предимство, водач на автомобил с предимство удря спрял (даващ му предимство) автомобил (поради други причини), автомобил спира за даване на предимство, но движещ се след него автомобил го удря отзад и т.н. Важно е да се има предвид факта, че недефинираната (пропусната) опасност не може да бъде оценена, което в голяма степен вреди на количествения анализ на риска. Най-често използваните методи за идентифициране на опасностите са *FMECA (Failure Mode, Effect and Consequence Analysis) – Анализ на вида и последствията от опасните откази* и *HAZOP (Hazard and Operability Studies) – Анализ на опасностите*.

Определяне на вероятността за поява

Основна цел на този етап от общата схема на процеса на управление на риска е

разкриването на логическата връзка между отделните събития, водещи към възникването на конкретна опасност (в разглеждания случай насочена към движението). Най-важен момент тук е определянето на вероятността за поява на опасността, като за тази цел с успех би могъл да се приложи метода *FTA (Fault Tree Analysis) – Дърво (граф) на отказите*. FTA е дедуктивен подход за качествен и количествен анализ, целящ идентифициране на причините, водещи към изследвано основно събитие. Като такова събитие могат да се разглеждат технически откази, субективни грешки или в най-общия случай опасни събития (например транспортни произшествия). Този метод позволява определянето на вероятността за поява на разглеждан вид произшествие. На фигура 2 е представено дърво на отказите по отношение на една от дефинираните по-горе опасности за



Фиг. 2

движението – удар между два автомобила на пътно кръстовище поради отнемане на предимство.

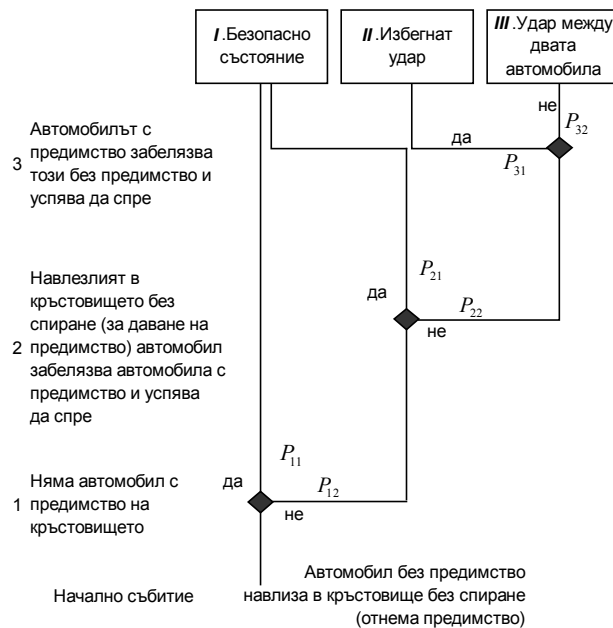
Означенията на отделните елементи на дървото са както следва: Т – липса на условия за безопасно движение на кръстовището поради навлизане без спиране (недаване на предимство) на автомобил без предимство; G1 – наличие в зоната на кръстовището на автомобил, движещ се по второстепенното (без предимство) направление; G2 – автомобилът, движещ се по условията G1 не спира за даване предимство на автомобил движещ се по главното направление (с предимство); G3 – водачът на автомобила по условията G1 не спира за даване на предимство; G4 – водачът на автомобила по условията G1 не е в състояние да спре за даване на предимство; А - водачът на автомобила без предимство подхожда към кръстовището с голяма скорост; В - водачът

на автомобиля без предимство е употребил алкохол, упойващи вещества, болен или прекалено уморен; С – липса на видимост към кръстовището; D – хлъзгав път на кръстовището; E – повреда в спирачната система на автомобиля без предимство; F – износени гуми (също и спукване на гума) на автомобиля без предимство.

При известни вероятности за поява на отделните, включени в структурата на дървото, събития е възможно да се определи вероятността за поява на основното събитие. В случая това е събитието T, вследствие на което възниква потенциална опасност за движението и при наличие на други условия (изследвани по-нататък) е възможен удар между автотранспортни средства. Нека приемем, че за период от 20 часа в денонощието (преднамерено се изключва интервала с относително слабо движение от 1 до 5 часа), кръстовището по второстепенното направление се преминава от 700 автомобиля. Предполагаме, че всеки автомобил в рамките на 10 секунди се намира в зоната с

конфликтни точки на кръстовището (време необходимо на водача на автомобиля да извърши всички операции, свързани с даването на предимство – спиране, приемане на информация за движението по главното направление, потегляне с ниска скорост и т.н.). Въз основа на така направените предположения вероятността на събитието G_1 може да се изчисли по следния начин:
 $P_{G_1} = (10.700)/(3600.20) = 0,097$

Вероятностите на отделните събития могат да се определят въз основа на статистически данни относно допуснати в миналото произшествия (обикновено определяни за едногодишен период) и нека за конкретния случай да са както следва: $P_A = 0,2$; $P_B = 0,015$; $P_C = 0,02$; $P_D = 0,01$; $P_E = 0,0013$; $P_F = 0,0012$. При тези примерни данни могат да се изчислят вероятностите на отделните клонове на дървото и на изследваното основно събитие, т.е.:



Фиг. 3

$$P_{G_3} = P_A + P_B + P_C = 0,235$$

$$P_{G_4} = P_D + P_E + P_F = 0,0125$$

$$P_{G_2} = P_{G_3} + P_{G_4} = 0,25$$

$$P_T = P_{G_1} \cdot P_{G_2} = 0,097 \cdot 0,25 = 0,024$$

Резултатите показват, че на пътно кръстовище с описаните по-горе характеристики с вероятност 0,024 за движението може да възникне опасност от изследвания тип.

Определяне на последствията

За да се оценят последствията от основното събитие е необходим детайлен анализ на възможните резултатни ситуации. Това, че даден автомобил без предимство създава опасност (условия за произшествие), навлизайки без спиране в зоната на кръстовището, не означава автоматично, че произшествие неминуемо ще се реализира. Налице е многовариантност на ефекта (последствията) от разглежданото събитие. За анализ и оценка на тези последствия може да се използва метода *ETA (Event Tree Analysis)* – Дърво (граф) на събитията. ЕТА е индуктивен подход за диаграмно представяне на последователността от събития, които представляват резултат от предварително дефинирано начално събитие. ЕТА дава възможност за определяне на вероятностите (интензивностите) на крайните събития. На фигура 3 е показано дърво на събитията, конструирано в съответствие с характерните особености на разглежданото по-горе транспортно произшествие. Ако се предположи, че в рамките на 20 часов денонощен период 1200 автомобила преминават през зоната на кръстовището по главното направление (с предимство) за 5 секунди, вероятността да има автомобил с

предимство на кръстовището може да се определи по следния начин:

$$P_{12} = (1200.5)/(3600.20) = 0,08$$

Тогава в съответствие с логическите зависимости при построяване на дървото на събитията ще имаме:

$$P_{11} = 1 - P_{12} = 1 - 0,08 = 0,92$$

Да предположим, че въз основа на предварителен анализ и при ползване на статистически данни относно безопасността в автомобилния транспорт са определени и другите вероятности, както следва: $P_{21} = 0,85$; $P_{22} = 0,15$; $P_{31} = 0,6$; $P_{32} = 0,4$. При тези допускания вероятностите за реализиране на крайните събития (последствия *I*, *II* и *III*) ще имат следните стойности:

$$P_I = 0,988;$$

$$P_{II} = 0,0072;$$

$$P_{III} = 0,0048.$$

Произшествие (изход)	Вероятност	Загуби на инцидент (ПЕС)		Загуби за година	
		Водач	Пътник	Водач	Пътник
Предотвратен удар	0,00017	0,005		0,00000085	
Удар между двата автомобила	0,00012	1	0,1	0,00012	0,000012
		Общо		0,00012085	0,000012

Табл. 2

Анализ на загубите

Основна цел на този етап е посредством подходящ показател да се определят загубите, свързани с определена опасност (в случая транспортно произшествие с определен сценарий на развитие). За разглежданото примерно транспортно произшествие са възможни следните три крайни резултата (изходи): *безопасно състояние, избегнат удар и удар между двата автомобила*. Без съмнение първият изход не е свързан с материални и нематериални загуби. Вторият изход може да резултира преди всичко в материални разходи. Например, при опита за предотвратяване на произшествието на един

от двата автомобила са нанесени щети от удар в пътен елемент. Най-съществени са загубите, свързани с третия изход: удар между двата автомобила. Те биха могли да бъдат както материални щети, така и човешки жертви (убити и ранени пътници и водачи). По обясними причини най-съществено внимание заслужават човешките жертви. Анализът на загубите изисква статистически данни относно убитите и ранените при реализирани за изминал период подобни произшествия. За представянето на предлаганата методика нека предположим, че:

- при транспортно произшествие *удар между два автомобила поради отнемане на*

предимство загива 1 водач на транспортно средство и един пътник е тежко ранен;

-при избегнат удар леко е ранен 1 водач на транспортно средство.

С цел универсалност на подхода в ред трудове [2], [3] се предлага показателя *Потенциална еквивалентна смъртност (ПЕС)*, при който: 1 загинал = 10 тежко ранени; 1 тежко ранен = 20 леко ранени. Всеки един от трите изхода (I, II, III) се характеризира с определена вероятност на поява, която всъщност представлява комбинация (произведение) на вероятността за поява на съответната опасност (определена посредством ФТА) и вероятностите за реализиране на отделните последиствия (определени чрез ЕТА). За изследваното транспортно произшествие резултатите са показани в таблица 2. Годишните загуби представляват произведение между вероятностите на отделните изходи и потенциалната еквивалентна смъртност за единично произшествие.

3.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ефективното изучаване и анализ на естеството и особеностите на произшествия и инциденти има позитивен и дълготраен принос към усилията за подобряване на транспортната безопасност. В настоящата

статия въз основа на основните принципи и етапи на управлението на риска се предлага опростен вероятностен подход за анализ характеристиките на транспортни произшествия. Този подход дава възможност за оценка не само на моментното състояние на безопасността, но и на ефективността на различни мероприятия за подобряването ѝ. Всяко мероприятие ще окаже влияние върху вероятността за поява на съответното произшествие, а оттам и на загубите. Посредством сравняването на тези загуби е възможна градация на отделните мероприятия. При наличие на съответна нормативна уредба по отношение нивата на приемливост (или неприемливост) на риска, предложеният подход дава възможност за оценката му за даден вид произшествие.

ЛИТЕРАТУРА:

[1].Transport Safety Visions, Targets and Strategies: Beyond 2000, European Transport Safety Council, 1999, Brussels.

[2].Carter, R .L., Crockford, G. N. Handbook of Risk Management, Kluwer Publishing, 1980.

[3].Engineering Safety Management (Yellow book), Issue 3, Railtrack PLC, 2003.

[4].Kececioglu, D. Reliability Engineering Handbook, Destech Publications, Pennsylvania, 2002.

APPLICATION OF RISK MANAGEMENT PRINCIPLES IN ANALYSIS OF TRANSPORT ACCIDENTS CHARACTERISTICS

Nikolay Georgiev

Associate professor, Transport University "T. Kableshkov", Geo Milev street, No 158, Sofia, BULGARIA

Abstract: *Being a casual event each transport accident is marked by some characteristics such as: location, cause, consequence, loss and so on. The qualitatively fulfilled investigation and analysis of these characteristics are of great importance with respect to the management of operational reliability and safety in the transport industry. On the basis of the methodological principles regarding the risk management the present paper discusses a method for accidents characteristics assessment.*

Key words: *transport accident, risk management, accident analysis*