

ЧОВЕШКИЯТ ФАКТОР ПРИ ОЦЕНКА ЕФЕКТИВНОСТТА НА СЛОЖНИ ЧОВЕКОМАШИНИ СИСТЕМИ В ТРАНСПОРТА

Зоя Хубенова¹, Владимир Гергов²
zhubenova@space.bas.bg, vladigergov@abv.bg

¹ *Институт за космически изследвания и технологии – БАН,
ул. "Академик Георги Бончев", бл. 1, София 1113,*

² *ВТУ „Т. Каблешков”- София, ул. „Гео Милев” 158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: човешки фактор, ефективност, безопасност, риск, транспорт

Резюме: Разглежда се ролята на ЧФ в транспортната безопасност. Направен е обзор на различните нива на безопасност, автоматизацията и професионалната подготовка на участниците в движението. При разработването на сложни човекомашинни системи проблемът е свързан с необходимостта за оценка на ефективността на системата, т.е. със степента на изпълнение на възложените ѝ задачи.

В статията се дискутират проблемите, свързани с оценка достоверността на данните, определящи ефективността на функциониране на човекомашина автоматизирана система за осигуряване транспортната безопасност, в която данните за изпълнение на съвкупността от изисквания, определящи ефективността на системата се формират от персонала и не могат да бъдат получени в автоматизиран режим. При оценка на ефективността на такава сложна автоматизирана система, в работата на която взема участие човек и в която е невъзможно да се осъществи автоматично определяне на правилно изпълнение на задължителните процедури и изисквания, характеризирайки нейната ефективност, възниква проблема за достоверността на пресметната оценка за ефективност. Неопределеността, свързана с дейността на персонала в такива системи, пораждаат проблеми, относно степента (доколко добре) са изпълнени изискванията за безопасност за всеки конкретен обект от транспортната инфраструктура, т.е. достоверността на оценката за защитеност (уязвимост) на обекта.

1. УВОД

Основните изследвания в областта на транспортната безопасност водят до еднозначния извод, че основна причина за големите аварии и катастрофи в транспорта е човешкият фактор и преди всичко, грешките на водачите и диспечерите. За автотранспорта грешките на хората водят до 90% от всички нещастни случаи. При това при 57% от произшествията човешката грешка практически е единственият фактор, който може да е доведе до авария. Само 2,4% от нещастните случаи могат да се обяснят с техническа неизправност или неблагоприятна обкръжаваща среда [1].

За другите видове транспорт дела на човешкия фактор при аварии е донякъде сравним: в авиационния и воден транспорт, където човешките грешки при управление пораждат 70-80% от нещастните случаи, а в железопътния транспорт те са около 50%. Налице е съществено различие в структурата на причините за аварии на различните видове транспорт – в автомобилните превози човешкия фактор има почти тотално влияние, във въздушния и водния – решаващо, а в железопътния – умерено.

Две са основните направления, водещи до снижаване броя на транспортните произшествия и съответно, до намаляване на последствията от тях. Към първото се отнася разработката на техническите средства и макар това направление непрекъснато да се развива и усъвършенства, все още на тази база се допускат нещастни случаи. Към второто стратегическо направление се отнасят усъвършенстването на подбора и подготовката на операторите в транспортните средства, а също подобряването на условията за тяхната работа. Това направление от своя страна може да се анализира в две посоки, свързани със задачите, които трябва да се решат. Едната – да се изключат условията, способстващи за «опасно поведение» на оператора на техническото средство (шофьори, машинисти и др.). Това са, както т.н. вътрешни фактори (болест, умора, различни зависимости), така и външни фактори, способни да провокират грешки и грешни действия (препятствия, стрес и пр.). Другата – необходимостта да се отчитат закономерностите на психиката на операторите, работещи в нормални условия и в аварийни ситуации.

3. ПРОБЛЕМИ НА ДЕЙНОСТТА НА ЧОВЕКА В УСЛОВИЯ НА НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ

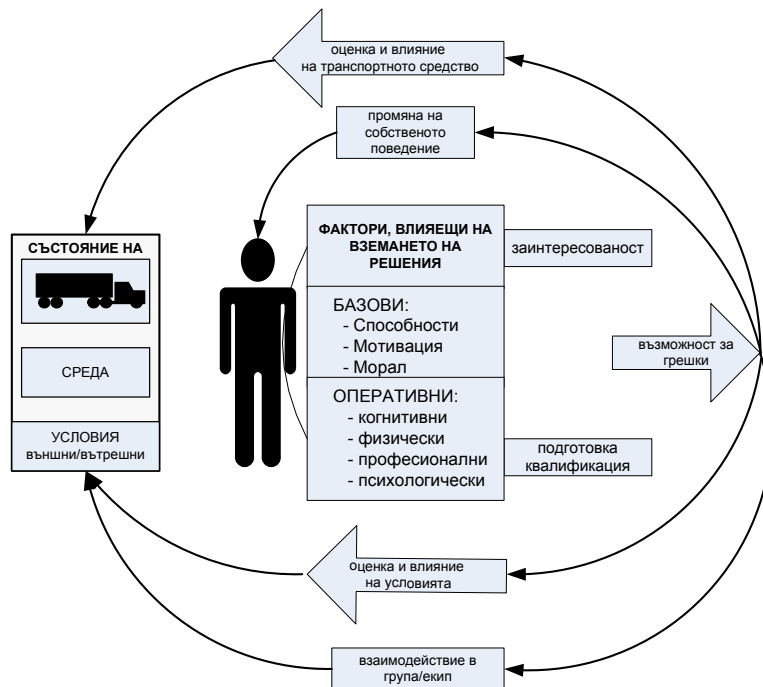
Ефективността на системата, осигуряваща транспортната безопасност се оценява по нивото (степената) на изпълнение на възложените задачи за защита на обектите от транспортната инфраструктура и в съответствие с технически и нормативни изисквания. На практика тези изисквания никога не могат да бъдат изпълнени в пълен обем, като главната причина е влиянието на човешкия фактор. Принципно човекът е ключовият елемент и слабото звено в системите за безопасност. Неопределеността, свързана с дейността на персонала в тези звена се основава на това, до каква степен са изпълнени и изпълняват изискванията за безопасност за всеки конкретен обект от транспортната инфраструктура, т.е. достоверността на оценката, защитен ли е обектът.

Очевидно, че поради определена субективност при оценката на човека, в зависимост от нивото на изпълнение на дадено изчисване, възниква неопределеност и е възможна недостоверност на крайната оценка за ефективността на системата.

Сред най-важните цели осигуряващи транспортната безопасност могат да се назоват: предотвратяване на заплахи, охрана на живота и здравето на персонала и пътниците, осигуряване на устойчиво функциониране на инфраструктурата (летища, гари, метрополитен и др.) [2]. Основни задачи на безопасността са: прогнозиране, показване и отстраняване на заплахите, оперативно реагиране на тях, ефективно прилагане на съответните методи и средства за осигуряване на транспортната безопасност. Функционалните елементи на инфраструктурата, персонала и пътниците са обектите за защита. Автоматизацията на процеса за осигуряване на транспортната безопасност се основава най-вече на информационната поддръжка на мониторинга и контрола на дейностите по организиране на зададения режим на безопасност, а също и подготовка за предложения за вземане на управленски решения при функционирането на обектите, влизащи в понятието «транспортна безопасност».

Чрез моделиране е установено, че човек не трябва да се счита за единствен източник на грешки и нарушения. Но именно човекът е този елемент в системата, който със своите решения обединява ефективността на предходните действия с възникващите неопределености. Човекът-оператор става определящ фактор в създаващата се

критична ситуация. Проектирането, производството, експлоатацията на транспортното средство, компетентността на ръководството, операторския и редови състав, оценката на условията на транспортната дейност и цялостното ѝ функциониране – всичко зависи от състоянието на т.н. човешки фактор (ЧФ). Пряко зависят от състоянието и работата на ЧФ и четирите най-важни функции за осигуряване на безопасността: прогнозирането, мониторинга, анализа и действията. В тази връзка е необходим и нов подход за оптимизация на безопасността в транспортната дейност, по пътя на създаване на среда на безопасност, или антикризисна среда (фиг.1).



Фиг.1. Цикъл за вземане на решения при транспортна дейност

Подходът за създаване на антикризисна среда предполага оптимизация на човешкото поведение (на субекта) във всички елементи на професионалната структура и на тази основа качествено изменение на състоянието на транспортната система (транспортно средство, компания, институция), вътрешни и външни условия на работа във всички аспекти на транспортната дейност в цяло.

Като се отчита ключовата роля на човека във всички етапи на организацията на трудовия процес, процесът на оптимизация на субекта трябва да оказва решаващо влияние на оптимизацията на функционирането на другите елементи на професионалната система (обекта и условията) и оптимизацията на различните аспекти на професионалната дейност. Процесът на оптимизация на субекта трябва да се основава на оптимизацията на базовите и оперативни фактори на безопасност на човешкото поведение и целия психо-динамичен цикъл за вземане на решения. При това професионалната подготовка е една от фундаменталните предпоставки за успешна дейност на човека-оператор [9].

Процесът на оптимизация на обекта (транспортното предприятие, транспортния обект) е процес на реструктуриране на отделните елементи и различните аспекти на обслужване в професионалната сфера, така че да осигурява на човека необходимите условия за работа в съответствие с приетите норми и критерии.

В областта на изследване на човешкия фактор се провеждат много изследвания, относно реакциите на човека в различни трудни ситуации [4, 9]. Конфликтната, екстремална ситуация или ситуацията на риска и прочие всекидневни обстоятелства винаги носят определена част неопределеност. Автоматизацията и компютъризацията

на съвременните дейности, както и увеличението на скоростта и обема на производствените, информационни и социални взаимодействия в съвременния свят изведеха нов фактор – неопределеност на оперативната ситуация. В общ вид това може да се определи като дефицит на информация за времевите, пространствени и смислови характеристики на оперативните събития. Същественото тук е, че този фактор от една страна е външно обективно условие за дейността на човека, обусловено от нарушената репрезентацията на събитията в пространството и времето, а от друга – като вътрешно субективно условие, основано на степента на осведоменост на работещия човек за различните параметри на оперативното събитие в момента на неговата поява [3].

Нивото на неопределеност при вземане на решения в условия на риск се определя от пълнотата и правилността на описание на ситуациите, адекватността на моделите и точността на получаваните по тези модели характеристики на процесите. Изследването на рискови ситуации изисква обемен апарат, обхващащ многомерността, нееднозначността и слабата предсказуемост на процесите, различната информираност на участващите обекти и тяхната рефлексност, координираща сензорна и техническа информация на базата на чувствителни методи на квалиметрията, отчитаща слабата предсказуемост на ситуациите. Формализацията на неопределеността в условия на риск изисква установяването на единна енергийна мярка на биопсихическите и физически явления. Когато такава мярка бъде установена ще е възможно на базата на квалиметрията да се структурира и количествено да се оцени неопределеността, да се ограничи и определи най-главното – принципите и тенденциите на системното развитие. Ролята на човека при определяне и анализ на такива задачи е изключително голяма. Вземането на решение при дефицит от време е съпроводено с риск и в тази връзка се осъществява на базата на навици, знание, опит, интуиция.

3. ОЦЕНКА НА ЧОВЕШКИЯ ФАКТОР

Важен инструмент за оценка на риска може да се приеме недоверието или степента на доверие в надеждността на персонала. Това се свежда до регулярни проверки по изпълнение изискванията за безопасност и съответната отчетност за състоянието на защита на обекта. (оценка за уязвимост на обекта) В хода на тази оценки на транспортната инфраструктура се определя ефективността на действията на персонала по различните сценарии за развитие на опасни ситуации. Тези оценки трябва да отразяват степента на професионализма на ръководството и персонала, отговорен за безопасността – изпълнение на функциите в извънредни ситуации, степен на единство и ефективност при колективни и индивидуални действия на служителите, недостатъци в подбора и подготовката на кадрите и пр. [5].

Всичко това определя степента на доверие към персонала, като за количествената оценка на степента на доверие е необходимо още да се проведат индивидуални беседи с работниците, запознаване с вече допуснатите нарушения и грешки в работата на всеки от тях. Резултатите от проверката могат да станат основа за определяне степента на доверие за надеждността на колектива при изпълнение на възложените функции.

Съществуват множество трактовки за понятието „доверие”, като при това всяка научна дисциплина слага свой акцент в определението [6, 7]. В случая разглеждаме доверието като увереност в обекта/субекта и в неговите действия и резултатите от тези действия. Така доверието може да се представи на ниво субективна вероятност, с която субектът оценява, ще се осъществи ли или не очакваното действие от партньора му или организацията. Тази оценка характеризира как действието може бъде проконтролирано от обекта, като всичко това е в контекста на неговите собствени действия.

Нормативната база за оценка степента на доверие към качеството на изпълнение на функциите на персонала по безопасност в транспортната инфраструктура могат да се

реализират във вид на стандартни таблици, отразяващи зависимостта на степента на доверие от количеството различни нарушения при изпълнение на служебните задачи и в резултат инспекционни проверки [1,8].

За получаване и анализиране на тази информация е необходима научно-изследователска работа и провличане на експерти, като данните за нарушенията на персонала трябва да съдържат стандартен набор, примерно показани в таблица 1.

Таблица1. Определяне степен на доверие.

№	Нарушения при инспекция	Брой нарушения (за даден период)	Степен на доверие D_i
1.	Нарушения на трудовата дисциплина	1	0,95
		2	0,9
		3	0,85
		повече от 3	0,8
2.	Нарушения на пропускателния режим	1, 2 , повече от 2	...
3.	Нарушения в отчетността	1, 2 , повече от 2	
4.	Професионална подготовка на персонала	5, 4,3, по-ниско от 3	
5.	Оценка на персонала в извънредни ситуации	5, 4, 3, по-ниско от 3	
6.	Оценка действията на ръководството	5, 4, 3, по-ниско от 3	
..	

Степента на доверие се определя при сравнение на количеството нарушения за даден период от време и стандартните експертно определени оценки за степента на доверие от таблиците. Така може да се определи големината на риска P_i за всяко i -то нарушение, като се определя по формулата:

$$(1) \quad P_i = (1 - D_i) b_i ,$$

където D_i е степента на доверие по i - тото нарушение, b_i – тегловен коефициент, определящ степента на влияние на i -то нарушение върху общата оценка на доверие към системата за безопасност. Например, за нарушение №1: $D_i=0,95$; $b_i=1$; $P_i=0,1$

Сумарният риск от нарушенията на безопасността на обекта на транспортната инфраструктура в резултат на нарушенията в работата на персонала се пресмята по формулата:

$$(2) \quad P_{\Sigma} = 1 - \prod_{i=1}^I [1 - P_i]$$

В някои случаи може да се натрупат две и повече нарушения, при което по оценка на експертите, това да доведе до увеличение на сумарния риск. Това може да се отрази със въвеждането на коригиращ коефициент R .

$$(3) \quad P_{\Sigma} = \left\{ 1 - \prod_{i=1}^I [1 - P_i] \right\} R, \quad \text{при } P_{I\Sigma} \leq 1$$

Степента на доверие тогава ще бъде $D = 1 - P_{\Sigma}$. Ако тази степен на доверие на системата за безопасност на дадения обект се окаже по-малка от допустимата, то в тази структура са необходими промени – организационни, кадрови, финансови и пр. мерки за предотвратяване на опасни ситуации.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контролът за безопасността на транспортния процес се свежда до избора на методи и средства за осигуряване на зададените (нормативни) показатели при

минимален обем необходим ресурс за достигане на целите. Приоритетните направления за осигуряване транспортната безопасност са: надеждност на техническите средства; човешки фактор; нормативни актове и законодателство.

Проблемите на ЧФ в транспортните системи се свързани с слаб професионален подбор, некачествено обучение, ниско ниво на технологичната дисциплина, влошено физическо и психическо състояние, в това число и под въздействие на външната среда. За това е необходимо да се прилагат и усъвършенстват методите за контрол на психическото и физиологично състояние на персонала, свързан с управлението на средствата за безопасност на транспортния процес; рационално разпределение на функциите между човека и автоматизираните устройства в човеко-машините системи; създаване на нови специалности и преквалификация свързана с внедряването на нови компютърно-интегрирани системи в транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кононов А., Стиславский А., Цыгичко В., Управление рисками нарушения транспортной безопасности, АС-Траст , 2008
- [2]. Наредба за реда, начина и компетентните органи за установяване на критичните инфраструктури и обектите им и оценка на риска за тях, приета с ПМС № 256/2012
- [3]. Хубенова З., Аспекти на неопределеността и тяхната оценка в условия на рискови ситуации, Сборник "50 години от полета на Гагарин", 2012, Том 3, стр. 43-48.
- [4]. Шибанов Г.П., Количественная оценка деятельности человека в системах человек - техника. М.,1983.
- [5]. Dohery N. Integrated Risk Management, NJ:M/c Graw – H-ll, 2000
- [6]. Chang, E., Dillion, T., Hussain, F. K. (2006) Trust and Reputation for Service-Oriented Environments: Technologies for Building Business Intelligence and Consumer Confidence. John Wiley & Sons, Ltd.
- [7]. Kelton, Kari; Fleischmann, Kenneth R. & Wallace, William A. (2008). Trust in Digital Information. JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 59(3):363–374.
- [8]. Kini, A., & Choobineh, J. (1998, January). Trust in electronic commerce: Definition and theoretical considerations. Paper presented at the Thirty-First Hawaii International Conference on System Sciences, Kohala Coast, HI.
- [9]. Salvendy G., Handbook of Human Factors and Ergonomics, Hebouenq New Jersey, 2006.

THE HUMAN FACTOR IN ASSESSING THE EFFICIENCY OF COMPLEX MAN-MACHINE SYSTEMS IN TRANSPORT

Zoya Hubenova¹, Vladimir Gergov²
zhubenova@space.bas.bg, vladigergov@abv.bg

¹*Institut Space Research and Technology - BAS Street
"Academician Georgi Bonchev" bl. 1, 1113 Sofia,*

²*Todor Kableshkov University of Transport, Street, "Geo Milev "158, Sofia 1574,
BULGARIA*

Key words: *human factor, efficiency, vehicles, safety, motor system*

Abstract: *The roles of HF in transport safety. A review of the different levels of safety, automation and training of road users. In the development of complex man-machine systems the problem is the need to assess the effectiveness of the system, ie the degree of implementation of the tasks entrusted to it.*

The article discusses issues related to the evaluation accuracy of the data defining the efficiency of operation of the man-machine automated system for ensuring the safety of transport, in which data for performance of the set of requirements determining the efficiency of the system is formed by personnel and can be prepared in automated mode. In assessing the effectiveness of such complex automated system in the work of taking part man and in which there can be automatically determine the correct implementation of mandatory procedures and requirements that characterize its performance, a problem arises for the accuracy of the calculated efficiency score. Uncertainty related to the activities of the staff in such systems give rise to problems concerning the extent (how well) met the safety requirements for each particular object of transport infrastructure, ie its relevance for defensibility (vulnerability) of the site.

An analysis of modern motor transport system as complex integrated object - a set of transport infrastructure, automobile transport companies and system management.