



ТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ И СИСТЕМЕН ПОДХОД КЪМ ЕКСПЛОАТАЦИОННАТА БЕЗОПАСНОСТ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ ВОЗИЛА

Венелин Павлов, Венцислав Славков, Чавдар Трендафилов
vpavlov@vtu.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
София, ул. Гео Милев №158,
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** Железопътен транспорт, жп произшествия, безопасност на транспорта, качество.*

***Резюме:** През историята железницата измина път на разцвет и упадък. Съвременното ѝ възраждане се обуславя и от едно относително системно предимство пред другите видове транспорт по-високата безопасност. Запазването и развитието на това сравнително предимство е от съществено значение за повишаване конкурентоспособността на железницата. Проблемите, свързани с безопасността на железопътния транспорт у нас, макар и винаги под обществения прицел и приоритет на железниците, в повечето случаи се разглеждат и решават частично, чисто "технически", предимно със собствените ресурси на железниците. Но преди определянето на конкретните изисквания и решения е необходимо да се изяснят стратегическите рамкови условия на системата от елементи и взаимозависимости. Безопасността може да бъде определена като системно състояние на приемлив риск.*

Свободата на придвижване и правото на избор на начина на осъществяването му са фундаментална логика за развитие на транспортната система. И макар тази теза да изглежда твърде обща, то всъщност тя е правилния подход за анализ и синтез на изводи за развитието на транспорта и безопасността му. Свободен избор на начина на придвижване означава и свободен избор и приемане или неприемане на свързания с това риск. В този смисъл безопасността е едно от системата качества на даден транспорт, свободно избран от клиента и признат от обществото.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Развитието на транспортната индустрия винаги е свързано с аварии, преодолявани с технически решения водещи до експлоатационната на железопътните возила. Причините за произшествия са много, включително повреди или счупвания на части, физическо и морално остаряване на оборудването, човешкия фактор, некачествено състояние на релсовия път, неблагоприятни метеорологични условия.

При проектиране на железопътни возила и тяхното сертифициране е необходимо провеждането на статични, динамични и ударни изпитвания [1, 2, 3], но при

създаването на средства за безопасност, изпитването за аварийно сблъскване на железопътния подвижен състав с препятствия практически не се използват поради високата цена на такива тестове.

Аварийната ситуация на железницата може да бъде резултат от много причини, включително човешкия фактор, които не могат да бъдат напълно елиминирани. Най-опасните катастрофи са при надлъжните сблъсъци на пътнически влакове с железопътен подвижен състав и препятствия на прелези. Тези ситуации отразяват 99,2% от регистрираните случаи на случайни сблъсъци на железниците в Европа.

Решението на този проблем се реализира чрез използване на комплекс от средства, условно подразделени на две групи: активни, насочени към предотвратяване на аварийни ситуации и пасивни, предназначени да намалят възможните негативни последици от произшествия. В ранните етапи от развитието на железопътния транспорт основният акцент е върху системите за активна безопасност. Въпреки това, вътрешният и международният опит в развитието на железниците показва, че използването на пълна гама съвременни съоръжения за активна безопасност не позволява да се избегнат произшествия, придружени от нараняване и смърт на пътници, следователно, развитието на пасивни (структурни) системи за безопасност за вагони е приоритетна политика в областта на осигуряването на безопасност на движението на пътнически влакове.

Съвременното възраждане на железопътния транспорт се обуславя и от едно относително системно предимство пред другите видове транспорт - по-високата безопасност. Запазването и развитието на това сравнително предимство е от съществено значение за повишаване конкурентоспособността на железницата. Проблемите, свързани с безопасността на железопътния транспорт у нас, макар и винаги под обществения прицел и приоритет на железниците, в повечето случаи се разглеждат и решават частично, чисто "технически", предимно със собствените ресурси на железниците. Но преди определянето на конкретните изисквания и решения е необходимо да се изяснят стратегическите рамкови условия на системата от елементи и взаимозависимости. Безопасността може да бъде определена като системно състояние на приемлив риск. Този подход позволява безопасността на транспорта:

- да се разглежда като динамична, обвързана с други фактори характеристика, а не като самоцел;
- да не се абсолютизира, защото това в крайна сметка е опасно за самата безопасност;
- да отрази по-пълно мотивите на свободния индивид и обществото;
- да се представи като диалектическо единство в икономическата категория "предлагана/търсена транспортна услуга с приемливо за клиента, железницата и обществото ниво на риск".

Свободата на придвижване и правото на избор и начина на осъществяването му са фундаментална логика за развитие на транспортната система. И макар тази теза да изглежда твърде обща, то всъщност тя е правилния подход за анализ и синтез на изводи за развитието на транспорта и безопасността му. Свободен избор на начина на придвижване означава и свободен избор и приемане или неприемане на свързания с това риск. В този смисъл безопасността е едно от системата качества на даден транспорт, свободно избран от клиента и признат от обществото. Затова и подходът при оценка на нивото на безопасност на предлаганата транспортна услуга следва да отчита този свободен избор при икономическия анализ на риска.

Системният подход при анализа на произшествията в железопътния транспорт показва, че основен фактор за безопасността е бил, и ще си остане човека. Това обаче не означава, че след като дадено произшествие е причинено от опасен отказ на

техниката, а последната е създадена от човека, то той винаги е основния "виновник". Като относително отделна система железопътният транспорт може да се разглежда с условно разделени вътрешни и външни фактори. Създаваните и/или действащите в железницата технически, организационно-технологични и процедурно-нормативни фактори са системата за икономическа оценка на безопасността. Управлението на безопасността трябва да осигури баланса между техника, технология /организационни процедури, нормативи/ и развитие на персонала с цел постигане приемливо ниво на риска. Проблемът с повишаване на безопасността е в основата си икономически и не се свежда само до издигане на отделен фактор, а до балансиране и "изравняване" на всички фактори. Новата техника изисква нови технологии, процедури, нормативи и развитие на персонала. Безопасността ще бъде подобрена действително устойчиво не само посредством "ограничаване на субективния фактор чрез нова техника", а при взаимно-съответстващото им развитие.

Ако през миналия век произшествията са били причинени предимно от непосредствена железничарска грешка, то с развитието на пазарите и техниката този относителен дял е намалял, но остава висок. Така нареченият субективен фактор има обективно значение за безопасността.

През 2022 година регистрираните Железопътни събития по вид събития са [4]:

1. ПРОИЗШЕСТВИЯ

- Сблъсък на влак с жп возило – 6 бр., Сблъсък на влак в препятствие – 210 бр., Дерайлиране на ПЖПС -38 бр., Произшествие на прелез 22 бр., Произшествие с хора-32бр., Пожар в ПЖПС-21бр., Други – 8бр., Самоубийства- 14 бр.

2. ИНЦИДЕНТИ

- Повреда на железен път 14 бр., Деформиран железен път 35 бр., Подминат забранителен сигнал 24 бр., Счупване колело на ПЖПС 1 бр..

3. СИТУАЦИИ, БЛИЗКИ ДО ИНЦИДЕНТИ

- Повреда ПЖПС на ЖИ, причинила закъснение 9 бр., Повреда на железен път 136 бр., Повреда на ОТ 70 бр. , Повреда на контактна мрежа 49 бр., Неправилни или несъгласувани действия на ЕП от ЖИ 11 бр.

4. ДРУГИ СЪБИТИЯ БРОЙ

- Изпратен влак без съгласие 1 бр., Изпратен влак на заето междугарие 2 бр., Не спуснати ръчни бариери за влак 3 бр., Движение по неподготвен маршрут 3 бр., Прекъсване на движението 40.бр.

На фигура 1 е дадено графика на жп събитията.



Фиг.1 Графика на железопътните събития [4].

Въпреки, че относителният дял на пострадалите по вина на жп превозвача/инфраструктурния оператор е неголям, е естествено усилията за подобряване на безопасността да се насочват в това направление, защото там са и големите материални щети. Значителните човешки загуби не по вина на железниците изискват отделен "обществен" анализ и мерки за намаляването им, на първо време чрез по-ясното разграничаване и поемане на отговорности, промени в институционалната рамка, нормативната база и финансирането. При почти непроменените максимални или средни скорости на движение трафикът е обективен критерий за оценка на интензивността и безопасността. Ако промяната на експлоатационния процес, управлението му и формирането пазар на труда могат да се разглеждат като необходими условия за подобряване на безопасността, то достатъчните условия са планирането и реализирането на инвестиционни проекти в техниката. рисково и икономически обосновани.

Системния подход от технически решения в железопътната безопасност е свързана със защитата на живота и имуществото чрез регулиране, управление и технологично развитие на всички форми на железопътен транспорт. Към въпросите за поддържане на безопасността на движението в железопътния транспорт се отделя голямо внимание особено постоянно. Подобряване системите за управление на влаковете, като сигнализационни, централизация, повишаване качеството на обслужване и ремонт на подвижния състав, ревизиране произтичащи от регламенти за безопасност при експлоатация са основните въпроси при работа в жп сектора. Въпреки това, прилагането на целия комплекс на иновативни начини да се осигури безопасност не позволява пълното елиминиране възможността от инциденти и произшествия.

2. МОДЕЛИ НА ТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ

Системният анализ разглежда причинно-следствените връзки в три взаимосвързани етапа:

2.1. Първоначален /формален/ етап - определяне на непосредствената причина /повода/ за произшествието. Това всъщност е технически отказ или грешка от страна на субективния фактор. Надеждността на техниката подлежи на по-нататъшни анализи. а грешката на субективния фактор трябва да се прецизира. В повечето случаи грешното действие или бездействие се отъждествява с нарушението на определени нормативни разпоредби. Но самият факт. че са нарушени едни или други правила не може да бъде обяснение за причините за грешката. Извод от типа, че "причината за произшествието е неспазване на едни-кои си правила" от психологическа гледна точка въобще не обяснява поведението на "виновника". Нещо повече - така се "спира" по-нататъшния анализ и главно не се позволява да се разработят ефективни превантивни мерки. Конкретността и еднозначността на определената в нормативните документи отговорност са важни не само в правен аспект, но са и в тясна връзка с по-нататъшния инженерно-психологически анализ. Не бива да се забравя, че необходимото условие за извършване на качествен професионален анализ е, че грешката е непреднамерена. В противен случай събитието вече би имало характер на углавно престъпление. Пример - първопричината за произшествието е непреднамерено преминаване на затворен сигнал. Съгласно правилниците това действие или бездействие е нарушение. Често обаче се констатира и други съпътстващи или последващи грешки, които също се отчитат като нарушения. Системният анализ означава и широко обхватност, но при последователна целенасоченост. Затова и експлоатационните правила трябва да имат необходимата максимална конкретизираност и еднозначност на отговорностите. Спазването на тези принципи е прозрачната демократична основа при решаването на юридическия казус, а от друга страна ще позволи усъвършенстването на самите правила.

Определянето на меродавната грешка-нарушение означава установяване на началните причинно - следствени връзки за по-нататъшния анализ. От тук още веднъж произтича глобалното изискване за ясни експлоатационни процедури и конкретизирани отговорности в нормативните документи.

2.2. Същностен етап - след като се установи, че "нормативната" първопричина /нарушение или технически отказ/ е например неправомерното преминаване на затворен сигнал, следва инженерно-психологичния анализ - защо е подминат? Поради незнание, преумора, объркване, забравяне или разконцентриране на вниманието ли?

Този втори етап на анализа е ядрото на системния анализ и има за цел да изясни състоянието на елементите и връзките помежду им, като във фокуса е човека. Защо човекът е сбъркал? Кои са основните фактори, породили грешката му? Тези фактори не се свеждат само до липса на техническа съоръженост, а до организация на работа, мотивация, знания, опит, реакция, и пр. След като не става въпрос за технически отказ, явно машинистът е "сгрешил" в системната си преценка за спиращото разстояние. А това може да се дължи на незнание, недостатъчен опит, моментно невнимание. Анализирането на повдиганите хипотези е сложна, но не и невъзможна работа. Професионалният опит и знанията на анализиращия екип следва да дадат достатъчно ясен приоритет на факторите, довели до грешката - напр. моментно невнимание. Но то може да се дължи на индивидуални психо-физически качества, на преумора или на външна системна характеристика. За примера решаващо е било не толкова умората на физически и психически здравия машинист, а че в критичния за системата момент машинистът е гледал към ръководителя по движението. Това го е изисквал правилника. Естествено е, че в този момент машинистът е трябвало да прецени и се концентрира върху спиращия процес, но още по-очевидно е, че е трябвало да му се даде максимална възможност за това, напр. като отпадне като първо приоритетно "нормативното" му задължение при пристигане или преминаване през гара да "контролира" наличието на ръководител движение.

Така освен традиционните технически причини и решения, се набелязват и такива, ориентирани към персонала, организацията на работа и усъвършенстване на правилниците. Така се гарантира, че усилията се насочват към по-широка гама от мерки, от които ще бъдат избрани оптималните в рисково и икономическо отношение. Нещо повече - мерките ще бъдат системни и насочени не само към последствията от грешките, а и към предотвратяването им.

2.3. Етап на последствията. Често икономически ефективните решения за повишаване на безопасността се намират в посока на намаляване на последствията от грешката, респективно произшествието. Традиционно, железопътните специалисти насочват усилията си в тази плоскост на мислене и действие, и то предимно в техническия аспект.

В човеко-машинните системи надеждността се лимитира по-скоро от човека, отколкото от техниката. Но обикновено грешката на човека не води веднага и безусловно до произшествие, затова решения могат да се търсят и към "отдалечаване във времето или пространството на грешката от произшествието". По аналогия с техническата надеждност това означава да се намали вероятността "отказът" на човека да води до опасен отказ на системата. Като цяло възможности за това съществуват в три посоки:

- Човекът да коригира грешката си. За това е необходимо време и комплекс от индивидуални и системни качества като мотивация, инициативност, реакция, знания, опит и пр.

- Грешката да бъде коригирана от друг човек. Затова са необходими аналогични индивидуални и системни характеристики и ясни процедури на

взаимоотношения. Отговорностите на отделните участници в експлоатационния процес не трябва да се смесват. Все пак всеки отговаря преди всичко за собствената си работа.

- Непосредствена техническа защита на човека от грешките му. Това е т.нар. ограничаване на субективния фактор - една традиционна практика в железниците за подобряване на безопасността.

След приключване на етапите за определяне на грешките, възможностите за избягването им и начините за коригирането им, резултатите се **ОБОБЩАВАТ** и на набелязаните сценарии се прави рискова и икономическа обосновка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Недостатъчната трудова мотивация компрометира трудовата дисциплина, а недостатъчно ясни процедури за работа компрометират технологичната дисциплина. Изводите от анализите на надеждността на ергатичните системи, каквато е и железопътната експлоатация, често са в “конфликт” с хуманното разбиране, че е човешко да се греша. Позитивният подход при оценката на персонала и при създаването на процедури за неговата работа, и най-вече мотивацията, повишаване на квалификацията и на възможностите за развитие на хората, ще имат основно значение за подобряване на безопасността.

Повишаването на експлоатационната безопасност в българските железници представлява фирмена и национална политика за развитието на системните предимства на железопътната транспортна услуга:

1. маркетингово-икономическо обосноваване на проектите /мероприятията/, насочени към намаляване на безопасностния риск.

2. равнопоставен с другите видове транспорт, процеси включващи напълните разходи от произшествията в стойността /разходите, цената/ на транспортната услуга.

3. балансирано развитие на системните фактори с решаващо значение за безопасността.

В краткосрочен план подобрието на експлоатационната безопасност е свързана с паралелното развитие на критичните фактори в системна последователност: персонал, технология и организация /вкл.нормативи/ и техника.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] D. Petrovic, “Stability of waggon carrying structure at impact”, Ph. D. thesis, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Kraljevo, (2000)

[2] D. Petrovic, “Dynamic of impact of waggons”, Zaduzbina Andrejevic, Belgrade, (2001)

[3] Atmadzhova D., The Bulgarian State Railways experience in determining fatigue strength of rolling stock structures, XVI Conference RAILCON'14 Niš, Serbia, pp.69-72 , 2014

[4] <https://www.mtc.government.bg/sites/default/files/documents/2023-09/GodDoklad-2022-BG.pdf> .

TECHNICAL SOLUTIONS AND SYSTEM APPROACH TO OPERATIONAL SAFETY OF RAILWAY VEHICLES

Venelin Pavlov, Ventsislav Slavkov, Chavdar Trendafilov

vpavlov@vtu.bg

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

Key words: *Railway transport, railway accidents, transport safety, quality system.*

Abstract: *Railway transport has gone through periods of prosperity and decline in its history. Its modern revival is due to a relative systemic advantage to other types of transport – higher safety. To preserve and develop this comparative advantage is essential for increasing the competitiveness of railways. The problems related to safety of the railway transport in our country, although always being under the public aim and priority, in most cases are considered and solved partially, only "technically", mainly with the own resources of railways. However, before determining the specific requirements and decisions it is necessary to clarify the strategic framework conditions of the system of elements and interdependencies. Safety can be defined as a systemic state of acceptable risk.*

The freedom of mobility and the right to choose the way of its implementation are the fundamental logics of transport system development. Although this thesis seems too general, it is actually the right approach to analysis and synthesis of conclusions for transport development and safety. Free choice of the way of movement also means free choice and acceptance or non-acceptance of the related risk. In this sense safety is one of the system qualities of a given transport mode freely chosen by the customer and recognized by society.