



РОЛЯ НА СУБЕКТИВНИЯ ФАКТОР ЗА ПОВИШАВАНЕ НИВОТО НА ПЪТНАТА БЕЗОПАСНОСТ

Николай Георгиев, Цветослава Пенева
ngeorgiev@vtu.bg, tvetoslava_peneva@abv.bg

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

***Ключови думи:** пътна безопасност; субективен фактор; пътнотранспортно произшествие*

***Резюме:** Управлението на автотранспортните средства се извършва в един много сложен комплекс, състоящ се от четири елемента: водач, път, автомобил и околна среда. Опасност за движението може да възникне поради: човешки грешки, недостатъци при проектирането, изработването и поддържането на техническите средства и атмосферни влияния – тези нежелани въздействия се наричат влияещи фактори. Те могат да се обобщят в три основни групи: технически, субективни и на околната въздействаща среда. Техническите фактори обхващат: конструктивното и технологично съвършенство на техническите средства, надеждност на различните съоръжения и устройства. Субективните фактори се определят от нарушенията, грешките и действията на водача. Влиянието на околната среда се определя от въздействието на другите /преки или непреки/ участници в движението и атмосферните влияния. По-голямата част от пътнотранспортните произшествия се дължат на поведението на водача и се определят от неговите психофизиологически качества и професионална подготовка. Разпределението на ПТП, участващи в статистиката, показва че на поведението на човека се дължат над 90% от пътнотранспортните произшествия. Безаварийното управление на автотранспортно средство представлява сложен процес, състоящ се от взаимодействието на основните елементи на превозния процес, намиращи се в неразривна връзка помежду си. Водачът е лицето, което обработва информацията получена от другите три елемента и въздейства на управляемия обект – ППС, като целта на това въздействие е неговото безаварийно предвижване. Този процес е изключително динамичен и до този момент единствен универсален регулатор в процеса се явява човешкият мозък. Затова към водача се проявяват високи изисквания, свързани с психофизиологичните и професионалните му качества.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Транспортът се заражда още в дълбока древност и отбелязва сложен път на развитие. Преодоляването на разстояния, били те по земя, въздух или вода, са привличали към себе си човека, предлагайки сериозни предизвикателства пред него. Транспортът днес е жизненоважна необходимост за съществуването на човека, а там

където е човекът, възникват социално-психологически явления. За разкриването на тези явления в транспорта е необходимо внимателно да се разглеждат и изучават въпросите, свързани с техническата експлоатация и безопасността на превозните процеси.

Осигуряването на безопасност в транспорта е от изключителна важност. Транспортните средства са скъпоструващи инженерни съоръжения, пълната или частична загуба на товари води към сериозни материални разходи, а при пътнотранспортни произшествия загиват немалко хора. Според статистиката, за 2021г. у нас са настъпили 6080 пътнотранспортни произшествия, с 561 загинали и 7609 ранени. Неоспорим факт е, че „главен виновник“ за произшествията е човекът – над 90% от тях са по негова вина.

РОЛЯ НА СУБЕКТИВНИЯ ФАКТОР

Субективният фактор се определя от нарушенията, грешките и действията на водача. Основните качества, оказващи влияние на човека при управление на ППС са мислене, памет, усещане, възприятие, внимание, воля, съсредоточеност. Въз основа на всички тези качества, влияещи на субективния фактор, се разглеждат различни времена за реакция: Времето за реакция на водача представлява интервалът от време от момента на възприемането от водача на сигнал за опасност до момента на началото на въздействието му върху органите за управление на МПС – спирачен педал, волан и др. Сигналът за опасност най-често представлява зрително възприятие – в ползрението на водача се появява обект, създаващ опасност за движението. Сигналът за опасност може да бъде също слухово възприятие – например спукване на гума. Времето за реакция включва два основни компонента:

- Време за възприемане на ситуацията – това е времето, за което водачът възприема сигнала за опасност и решава какви действия да предприеме за предотвратяване на произшествието. От своя страна времето за възприятие също зависи от следните три времена:
 - Сетивно време – времето, за което водачът усеща чрез сетивата си сигнала за опасност. За това време той забелязва обекта, създаващ опасност, или чува сигнал за опасност. За слуховото усещане е необходимо по-малко сетивно време, отколкото за зрителното.
 - Време за възприемане – времето, необходимо на водача да разпознае обекта, и време да оцени ситуацията като опасна.
 - Време на отговор – време, за което водачът решава какви действия да предприеме и да избере последователността им.
- Време за движение – това е времето за движение на водача до достигане на органите за управление на МПС. Например общото време за движение на десния крак при отпускането на педала на газта до контакта му със спирачния педал.

Посочените времена зависят от много фактори. Сетивното време, което е най-често време за забелязване на обекта, създаващ опасност, зависи от вниманието на водача, неговата съсредоточеност и следенето на пътната обстановка, както и от осветеността на самия обект, размерите му и др. Времето за възприемане зависи от опита на водача, неговото психическо състояние, чувството му за предпазливост и др. Времето за отговор също зависи от посочените фактори, като при дадена ситуация различните водачи предприемат различни действия. Времето за движение обикновено е кратко. За определяне времето на реакция са проведени множество експерименти и резултатите не са еднозначни предвид различните условия за провеждане на експериментите. Според повечето източници, 85% от водачите реагират с време за реакция не по-голямо от $t_p = 1,5s$.

МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ НА ЧОВЕШКАТА ГРЕШКА

Съществуват много методи за моделиране на човешката грешка, но два са основните подхода за определяне вероятността за допускане на грешка. Първият се основава на събрани, обработени и анализирани статистически данни за допуснати субективни грешки при изпълнението на специфични задачи. Вторият е свързан със субективните оценки на експерти, получени на базата на наблюдения, анкети и т.н. Вероятността за допускане на грешка се изчислява посредством отношението:

$$(1.1) \quad P_{gp} = \frac{n}{N},$$

където:

- N – общ брой изпълнения на дадена дейност за определен период от време;
- n – брой допуснати грешки за същия период от време.

След като се намери вероятността за допускане на грешка, може да се пресметне съответно и каква е вероятността да не се допусне същата грешка. Тази вероятност може да се изчисли чрез формулата:

$$(1.2) \quad \text{Вероятност да не се допусне грешка} = 1 - \text{вероятността за грешка}$$
$$Q_{gp} = 1 - P_{gp}$$

В този случай вероятностите се отнасят за грешки от един вид.

❖ Анализ чрез дървото (граф) на отказите (Fault Tree Analysis - FTA)

Анализът чрез дървото на отказите е дедуктивен подход, при ползването на който даден системен отказ може да се изрази посредством вида на „взаимодействието“ между отказите на отделните, изграждащи системата, компоненти. Разглежданият системен отказ се нарича „главно събитие“ и от него започва развитието на дърво на отделните събития, които го причиняват. Процесът на развитие на дървото спира, когато се разгледат всички компонентни събития.

❖ Анализ чрез дървото на събитията (Event Tree Analysis)

Алтернативен подход за моделиране на събития е чрез дървото на събитията. Дървото на събитията е по-съкратено представяне, отколкото дървото на отказите, но има следните предимства при моделиране на човешките грешки:

- показва по-ясно различните пътища за неуспех, което може да бъде полезно за по-лесно разбиране как възникват човешките грешки.
- може да представи по-добре последователност от събития във времето, включвайки човешките грешки, които могат да възникнат по време на събитието.

Анализът чрез дървото на събитията включва четири основни стъпки:

- Дефиниране на началното събитие – началното събитие може да бъде технически отказ, нарушаване закономерностите на даден процес, субективна грешка и др.

- Идентифициране на събитията, които могат да възникнат след началното събитие, както и логическите връзки между тях – от правилното решаване на тази стъпка зависи качеството на анализа и достоверността на получените резултати.

- Конструиране на дървото на събития – дървото на събитията представлява граф, водещ началото си от дефинираното начално събитие и постепенно разклоняващ се надясно в зависимост от логическите взаимни връзки между следващите събития.

❖ Оценка на човешкото поведение при аварийна ситуация

Нека предположим, че за времето (t) на изпълнение на зададени функции в дадена човеко-машинна система възниква аварийна ситуация (предпоставка за пътнотранспортно произшествие). Предполагаме също така, че за отстраняването ѝ е

необходимо изпълнението на определени действия, фактическото реализиране на които изисква време T_L . Нека с T_S означим пределно допустимо време, в рамките на което трябва да се извършат корективните действия. Тогава за успешното предотвратяване на аварийна ситуация (пътнотранспортно произшествие) на разглежданата човеко-машинна система най-общо може да се запише:

$$(1.3) \quad P[(T_S - T_L \geq 0)] = P(t)$$

където:

$P(t)$ – вероятност за безопасна работа на системата при възникване на аварийна ситуация (предпоставка за ПТП).

В реални условия, за времето за изпълнение на дадена операция, е възможна появата на няколко аварийни ситуации, изискващи корекционни действия от експлоатационния персонал (водача на автомобила). Така за експлоатационно време t на дадена човеко-машинна система са възможни следните състояния: период на нормална експлоатация, възникване на една аварийна ситуация, възникване на две аварийни ситуации и т.н.

Нека предположим, че при възникването на аварийна ситуация (с цел предотвратяването ѝ) е необходимо изпълнението на регламентирани корективни действия, които трябва да се извършат последователно (в определен ред), като за всяка една от тях е необходимо определено време за изпълнение τ_i , което е разпределено по експоненциален закон. Така установените предположения дават възможност за използване на Марковския случаен процес за моделиране на вероятността за своевременно изпълнение на корективните действия за зададено време t :

$$(1.4) \quad P(t) = P(T \leq t),$$

където:

$T = \sum_{i=1}^n \tau_i$ – общо време за изпълнение на n определени действия с цел предотвратяването на аварийна ситуация.

В съответствие с особеностите на Марковския случаен процес, последователното изпълнение на операциите в процеса на управление на дадена човеко-машинна система с цел предотвратяване на възникнала аварийна ситуация, може да се моделира посредством уравненията:

$$(1.5) \quad \begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda_0 P_0(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = -\lambda_1 P_1(t) + \lambda_0 P_0(t) \\ \frac{dP_n(t)}{dt} = -\lambda_n P_n(t) + \lambda_{n-1} P_{n-1}(t) \end{cases}$$

където:

λ_n - интензивност на прехода на системата от състояние n в състояние $n+1$

$P_n(t)$ – вероятност на системата да се намира в състояние n .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въпреки че човешкият фактор не може да бъде изцяло премахнат, то при подобряване на факторите, които влияят върху пътната безопасност, пътнотранспортните произшествия биха намалели значително. Съвкупността от качествено обучение на водачите, добра информираност относно пътните условия, сериозни наказания за нарушителите и поддържането на добро техническо състояние на превозното средство биха намалили значително броят на пътнотранспортните произшествия.

Показаните методи за моделиране на човешката грешка могат да се прилагат при пътнотранспортни произшествия с цел извличане на информация за най-честите допускани грешки на водачите и вероятността за тяхната проява, което би ги намалило значително.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Георгиев, Николай. Основи на теорията на надеждността. София, 2009г.
- [2] Райков, Райко, Георгиев, Николай, Стойков, Беров, Стоянов. Техническа експлоатация и безопасност на транспорта. ВТУ „Тодор Каблешков”. София, 2002г.
- [3] Castro, Candida. Human factors of visual and cognitive performance in driving.
- [4] Lin, Chen. A Stochastic Model for Highway Accident Predictions with Winter Data.
- [5] Elvik, Rune. The handbook of road safety measures.
- [6] Georgiev, Nikolay. Human performance assessment in the event of an emergency in a railway man-machine system.

THE ROLE OF THE SUBJECTIVE FACTOR IN INCREASING THE LEVEL OF ROAD SAFETY

Nikolay Georgiev, Tsvetoslava Peneva
ngeorgiev@vtu.bg, tsvetoslava_peneva@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport
158 Geo Milev Str., Sofia
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

Key words: road safety; subjective factor; road accident

Abstract: *The management of vehicles is carried out in a very complicated connection, between four elements: driver, road, car and environment. Several factors can lead to dangerous traffic situations: human errors, deficiencies in the design, manufacturing and maintenance process of the technical means as well as the atmospheric influences – all these side effects are called influencing factors. They can be summarized in three main groups: technical, subjective and environmental. The technical factors include: the constructive and technological perfection of the technical means, the reliability of the various facilities and devices. Subjective factors are determined by the driver's violations, mistakes and actions. The impact of the environment is determined by the impact of the other (direct or indirect) participants in traffic as well as the atmospheric influences. The majority of traffic accidents are caused by the driver's behavior and are determined by his psycho-physiological qualities and professional training. The statistical distribution of road the accidents shows that over 90% of the accidents are due to human behavior. Accident-free driving is a complex process consisting of the interaction of the main elements of the transport process, which are inextricably linked. The driver is the person who received and processes the information from the other three elements and controls the managed object - the vehicle, and the purpose of this impact is its trouble-free movement. This process is extremely dynamic and so far the only universal regulator in the process is the human brain. Therefore, the driver has to be able to meet the high requirements related to his psycho-physiological and professional qualities.*