

УДК 629.067:656.11(575.2)

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Шатманов О.Т., Дуйшебаев С.С., Исаков К.

*Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры
им. Н. Исанова, Бишкек, e-mail: intranscom@gmail.com, sultanss@mail.ru, kuttubek.isakov.59@mail.ru*

В настоящее время вопросы обеспечения безопасности дорожного движения при планировании и осуществлении перевозки требуют повышенного внимания, так как дорожно-транспортные происшествия, помимо значительного материального ущерба могут сопровождаться более серьезными последствиями (человеческие жизни, инвалидность, полученная в результате дорожно-транспортных происшествий). Расчеты показывают, что ущерб от дорожно-транспортных происшествий в несколько раз превышает эффект, полученный от перевозочного процесса, если же дорожно-транспортное происшествие сопровождается смертельным исходом для его участников, то величину ущерба рассчитать весьма сложно. Анализы показали, что одним из путей повышения безопасности дорожного движения является ликвидация так называемых стихийных процессов, которые с точки зрения дорожно-транспортных происшествий представляют собой предаварийное состояние сложной системы ВАДС – водитель, автомобиль, дорога и среда, то есть возникновение дорожно-транспортных происшествий характеризуется нарушениями этой системы. В данной статье даны методики обоснования факторов, влияющие на возникновение дорожно-транспортных происшествий с использованием теории вероятностей. Приведены примеры получения эмпирических зависимостей и оценка значимости факторов. В результате можно сказать, что эффективность разных перевозочных процессов зависит от безопасности дорожного движения по правильно принятым мерам по уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, полиномы, аппроксимация, метод наименьших квадратов, автомобили

THE CONDITION AND PERSPECTIVES OF IMPROVED SAFETY OF ROAD TRAFFIC IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Shatmanov O.T., Duyshebaev S.S., Isakov K.

*Kyrgyz State University of Construction, Transportation and Architecture n.a. N. Isanov, Bishkek,
e-mail: intranscom@gmail.com, sultanss@mail.ru, kuttubek.isakov.59@mail.ru*

Currently, issues of road safety in the planning and implementation of transportation require increased attention, since the process of traffic accidents, in addition to significant material damage may be accompanied by more serious consequences (human life, disability resulting from road traffic accidents). Calculations show that the damage from road accidents is several times greater than the effect obtained from the transportation process, but if a road accident is accompanied by the death of its participants, then the amount of damage is very difficult to calculate. Analyses have shown that one of the ways to improve road safety is the elimination of the so-called spontaneous processes, which from the point of view of road accidents represent a pre-emergency condition of a complex system of VATS – driver, car, road and environment, that is, violations of this system. This article provides methods for the justification of factors affecting the occurrence of road accidents using probability theory. Examples of obtaining empirical dependencies and assessment of the significance of factors are given. As a result, it can be said that the efficiency of different transportation processes depends on road safety in properly taken measures to reduce the number of traffic accidents.

Keywords: freight transport, road transport, forecasting, trucks, transit

В перевозочном процессе, где используются автомобильные транспортные средства, своевременная и безопасная доставка пассажиров к месту пребывания или грузов к месту назначения является одним из главных показателей деятельности автотранспортных предприятий и организаций.

Вопросы обеспечения безопасности движения при планировании и осуществлении перевозки требуют повышенного внимания, так как процесс ДТП, помимо значительного материального ущерба, может сопровождаться более серьезными последствиями, такими как человеческие жизни, либо инвалидность, полученная в результате ранений. Расчеты показывают, что ущерб

от ДТП в несколько раз превышает эффект, полученный от перевозочного процесса, если же ДТП сопровождается смертельным исходом для его участников, то величину ущерба рассчитать весьма сложно.

Одним из путей повышения безопасности дорожного движения является ликвидация так называемых стихийных процессов, которые с точки зрения ДТП представляют собой предаварийное состояние системы ВАДС – водитель, автомобиль, дорога и среда, то есть возникновение ДТП характеризуется нарушениями этой системы [1].

Практика показывает, что нарушения указанной системы происходят на различных участках дороги в зависимости от из-

менения дорожных и погодно-климатических условий, от технического состояния транспортных средств и состояния водителя. При этом, как известно, каждый из указанных факторов состоит из нескольких составляющих. Например, влияние дорожных условий на безопасность движения транспортных средств характеризуется эпорой коэффициентом безопасности $K_{без}$, физический смысл которой заключается в величине и количестве перепадов скорости движения на рассматриваемом участке из-за степени сложности дорожных условий, к которым относятся:

- резкое изменение элементов дороги;
- наличие кривых с малыми радиусами;
- резкое уменьшение ширины проезжей части дороги;
- наличие крутых подъемов и спусков;
- наличие пересечений в одном уровне, переходо-скоростных полос движения;
- наличие необорудованных участков дорог, где возможно неожиданное появление пешеходов, велосипедистов, животных и т.п.;
- низкая видимость, когда обзорность дороги ограничена неподвижными препятствиями, и другие.

Все вышеперечисленные подфакторы, влияющие на возникновение ДТП на дорогах, являются составляющими одного основного фактора «дорожные условия».

Таким же образом каждый из вышеперечисленных основных факторов, входящих в систему ВАДС, имеет свои составляющие.

Анализ характера возникновения ДТП – задача актуальная, потому что рассматриваемый процесс относится к причинно-следственным явлениям и носит стохастический характер.

Цель исследования: повышение эффективности мероприятий по снижению количества ДТП с усилением работы по определению причин ДТП, с выявлением конкретных виновников ДТП.

Материалы и методы исследования

Практика показывает, что установление причин ДТП весьма сложная задача, кроме тех случаев, когда причина возникновения ДТП носит явный характер, такой как отказ тормозных систем, рулевых механизмов, скользкая дорога и другие [2]. Для установления причины ДТП существует множество методов, причем эти методы различны для каждого из вышеперечисленных факторов по отдельности, например такие, как использование статистических данных по ДТП за определенные периоды времени с последующим получением эмпирических зависимостей, или ДТП рассматриваются как случайные явления, происходящие под влиянием нескольких факторов, конечные результаты в этом случае выводятся с применением методов теории вероятности и математической статистики. В некоторых частных случаях используют детерминированный метод. Например, для установления

влияния дорожных условий на возникновение ДТП применяют специальный показатель – коэффициент происшествий U , который в свою очередь получен по результатам вероятностного метода.

$$U = \frac{Z \times 10^6}{NL \times 365}, \quad (1)$$

где z – количество ДТП за год; $N \times 365$ – среднегодовая интенсивность движения в одном направлении, принимается по данным учета движения; авт/год; L – длина участка дороги, км; N – среднесуточная интенсивность движения в обоих направлениях, авт/сут.

Коэффициент происшествий U устанавливается по результатам обработки статистических данных на рассматриваемом участке. Физический смысл установления величины коэффициента происшествий U заключается в определении степени опасности определенных участков дороги, на которых часто происходят ДТП, из-за влияния дорожных условий в течение определенного времени, например одного года, при определенной интенсивности в обоих направлениях движения. Например, через отдельный участок с конкретными дорожными условиями, проезжает фиксированное количество транспортных средств (ТС), при этом происходит определенное количество ДТП. Полученные в результате наблюдений и расчетов данные подставляют в уравнение (1) и вычисляют значение U . Или же эти данные используются для сопоставления с другими результатами, полученными на других участках дороги или с другими причинами ДТП.

Обычно коэффициент происшествий U вычисляется на 1 млн авт/км. Например, если на участке дороги длиной $L = 100$ км объем движения в течение одного года по результатам расчета составил 5 млн авт/км пробега, то интенсивность движения N на рассматриваемом участке дороги составляет 135–150 авт/сут. Или при вышеназванных данных через определенный отмеченный участок проезжает 135–150 авт/сутки.

Соответственно, при известных статистических данных, используя уравнение (1), можно определить влияние не только дорожных условий на количество ДТП, но и других факторов, достаточно в указанной формуле вместо количества ДТП $= z$ указать конкретные причины ДТП (дорожные условия, нарушение скоростного режима, состояние транспортных средств и другие).

Ниже приведены статистические данные ДТП, зарегистрированных в Кыргызской Республике в 2010–2017 гг. (табл. 1) [3]. Но нигде не отражены научно обоснованные причины произошедших ДТП, что не дает возможности в полной мере предпринимать меры по их ликвидации.

Как выше отмечено, одним из основных показателей, необходимых для принятия мер по сокращению количества ДТП, является точное установление причин ДТП [4], а также проведение объективного расследования данного события с определением виновника и подтверждения ранее установленных причин.

Для установления причин ДТП в основном, как нам известно, существуют два метода: вероятностный (стохастический) и детерминированный [5]. С помощью первого метода определяют возможности оценки совокупности всех причин ДТП, условия их возникновения и их последствия. Вероятностный (стохастический) метод позволяет предсказать число и характер ДТП, которые, возможно, произойдут в предстоящий период на определенном участке.

Тем самым у сотрудников безопасности дорожного движения и других ответственных лиц появится возможность уменьшить количество ДТП посредством проведения рейдов различного рода, реконструкции опасных участков дорог, путем ведения строгого контроля движения ТС (обеспечением видеонаблюдения и других ограничительных мер).

Детерминированным методом изучают не аварийность по республике или по регионам в целом, а каждое ДТП в отдельности, путем решения научно-технических задач с исследованием всех аспектов каждого происшествия. Каждое ДТП, хотя имеет общие черты, характерные для определенного вида, является следствием конкретных совершенно определенных факторов. Эти факторы могут быть как общими для целой группы ДТП, так и сугубо индивидуальными.

Следует учесть, что существующие методы взаимодополняют друг друга. В связи с этим предлагается методика решения вероятностных задач по предотвращению или уменьшению количества ДТП, суть которой заключается в использовании результатов решенных задач детерминированным способом, в которых при выводе четко будет указан фактор, под влиянием которого произошло данное ДТП.

Например, ДТП в основном могут произойти под влиянием следующих основных факторов [6]:

- состояние водителя;
- нарушения скоростного режима;
- влияние дорожных условий;
- техническое состояние и др.

Для принятия мер по уменьшению количества ДТП необходимо выявить значимость определяющих факторов, используя результаты работ экспертов-автотехников. Предлагаемый метод экспертной оценки можно использовать в ситуациях, когда достоверность исходной информации невелика. Данный метод является вероятностным. Незвестная количественная характеристика, определяющая процессы возникновения ДТП, рассматривается как случайная

величина, отражение закона распределения, которая является индивидуальной оценкой достоверности или зависимости того или иного события. Когда такие оценки получены от группы экспертов, предполагается, что «истинное» значение факторов находится внутри диапазона оценок.

Предлагаемая методика по выявлению значимых факторов приводится на простом примере, на котором использованы некоторые данные, полученные в результате решений детерминированных задач по ДТП, с несколькими экспертами. Они получены при расследовании множеств ДТП, произошедших, допустим, на извилистых горных дорогах, на рассматриваемом участке за определенные промежутки времени [7].

При этом каждое ДТП расследуется опытными экспертами. Наименование факторов и их значения, с точки зрения экспертов, приведены в табл. 2. По оценке экспертов, каждый фактор может иметь значения от 0 до 10 единиц. Для установления закономерности влияния отдельных факторов на возникновение ДТП построим статический ряд двух величин, т.е. представить зависимость

$$y = f(x), \quad (2)$$

где y – дорожные условия; x – скорость автомобиля.

На основе полученных эмпирических данных экспертов можно подобрать алгебраические выражения, то есть установить закономерность влияния дорожных условий на скоростные режимы движения автомобилей или закономерность влияния скоростных режимов на количество роста ДТП в целом на рассматриваемом участке.

После обработки статистических данных полученное математическое выражение называют эмпирической формулой, оно является приближенными выражениями аналитических формул. Процесс замены аналитических выражений эмпирическим выражением называют аппроксимацией [8].

Таблица 1

Дорожно-транспортные происшествия в КР с 2010 по 2017 г.

Год	Всего ДТП	%	Всего погубло	%	Всего ранено	%	числ. населения	Кол. трансп. средств
2010	4402	+3,6	985	-2,0	6192	+9,0	5,448 млн	444 094 ед.
2011	4813	+9,3	1018	+3,4	6697	+8,2	5,515 млн	762 218 ед.
2012	5803	+20,6	1069	+5,0	8509	+27,1	5,607 млн	888 572 ед.
2013	7497	+29,2	1220	+14,1	10728	+26,1	5,720 млн	991 888 ед.
2014	7119	-5,0	1022	-16,2	10510	-2,0	5,836 млн	1 105 606 ед.
2015	7066	-0,7	1060	+3,7	10402	-1,0	5,957 млн	1 015 352 ед.
2016	5868	-17,0	938	-11,5	8892	-14,5	6,019 млн	1 146 780 ед.
2017	6346	+8,1	907	-3,3	9568	+7,6	6,128 млн	1 156 804 ед.

Таблица 2

Факторы, влияющие на возникновение ДТП

Фактор	Эксперты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скорость автомобиля	6,4	7,0	5,5	7,2	4,4	6,0	4,0	8,0	5,0	6,5
Дорожные условия	2,0	4,2	6,0	8,0	5,2	3,0	3,6	7,4	4,2	8,4

Таблица 3

Вспомогательные величины

№ п/п	y	x	x ²	xy	lgy	xlgy	x ² y	x ³	x ⁴
1	2,0	6,4	40,36	12,8	0,301	1,9264	81,92	162,144	1677,7216
2	4,2	7,0	49,0	29,4	0,623	4,361	205,8	343,0	2401,0
3	6,0	5,5	30,25	33	0,778	4,279	181,5	166,375	915,0625
4	8,0	7,2	51,84	57,6	0,903	6,5016	414,72	373,248	2687,3856
5	5,2	4,4	19,36	22,88	0,716	3,1504	100,672	85,184	374,3096
6	3,0	6,0	36	18,0	0,477	2,862	108	216	1296
7	3,6	4,0	16	14,4	0,556	2,224	57,6	64	256
8	7,4	8,0	64	59,2	0,869	6,952	473,6	512	4096
9	4,2	5,0	25	21,0	0,623	3,115	105	125	625
10	8,4	6,5	42,25	54,6	0,924	6,006	354,9	274,625	1785,0625
11	52	60	374,66	322,88	6,77	41,3774	2083,712	2421,576	16114,043

Как известно, эмпирические зависимости получают путем аппроксимации графических данных, методом выравнивания, то есть когда графическое изображение имеет определенный вид и способствует применению определенной формулы.

Результаты исследования и их обсуждение

Для двух факторных явлений (табл. 2) оценивается параметр полиномов по известной формуле

$$\left. \begin{aligned} an + b \sum x &= \sum y \\ a \sum x + b \sum x^2 &= \sum xy \end{aligned} \right\}$$

где n – количество экспертов, $n = 10$; a , b – параметры многочленов (полинома).

Для определения $\sum x$, $\sum y$, $\sum x^2$ и $\sum xy$ составляем дополнительную таблицу (табл. 3).

Значения из табл. 2 и табл. 3 подставляем в систему нормальных уравнений, имеем

$$\begin{cases} 10a + 60b = 52 \\ 60a + 374,66b = 322,8 \end{cases} \quad (3)$$

Решая системы уравнений, получим

$$\begin{cases} a = -0,74 \\ b = 0,99 \end{cases}$$

Тогда эмпирическая зависимость примет вид

$$y = -0,74 + 0,99x.$$

Метод средних квадратов может быть применен для различных кривых после их выравнивания:

$$\begin{cases} n \lg a + \sum x \lg b = \sum \lg y \\ \sum x \lg a + \sum x^2 \lg b = \sum x \lg y \end{cases}$$

$\lg y$, $x \lg y$ – данные относятся к табл. 3.

Подставляя значения из табл. 2 и табл. 3, имеем

$$\begin{cases} 10 \lg a + 60 \lg b = 6,77 \\ 60 \lg a + 374,66 \lg b = 41,3774 \end{cases} \quad (4)$$

Решая, имеем

$$\begin{cases} \lg a = 0,365 \\ \lg b = 0,052 \end{cases} \begin{cases} a = 10^{0,365} \\ b = 10^{0,052} \end{cases}$$

Эмпирическая зависимость:

$$y = 0,0365 + b^{0,052x}.$$

Выводы

Приведенные методики решения задач с использованием вероятностного метода, расширяют возможность установления истинной причины возникновения ДТП, тем самым является основой для принятия мер по обеспечению безопасности дорожного движения. Особенности данного подхода – это раскрытие влияние факторов на возникновение ДТП, которых можно условно разделить на основные и дополнительные. Как показывает практика, ДТП характеризуется непредсказуемостью и скрытостью в плане влияния факторов, т.е. при установлении основного, дополнительного факторов. Согласно методике, из полученных результатов можно определить основной фактор возникновения ДТП, исходя из значимости коэффициента, простым сравнением числовых значений.

Согласно вышеизложенному, эффективность перевозочных процессов (грузовые, пассажирские) зависит от безопасности дорожного движения, залогом которого являются правильно предпринятые меры по уменьшению количества ДТП.

Список литературы

1. Корчагин В.А., Кадасев Д.А. Повышение системной безопасности транспортных потоков. Липецк, 2010. 124 с.
2. Бурков В.Н., Кондратьев В.Д., Щепкин А.В. Механизмы повышения безопасности дорожного движения. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 208 с.
3. Официальный сайт Национального статистического комитета Кыргызской Республики [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.kg/kg/publications/sbornik-kyrgyzstan-v-cifrah/> (дата обращения: 24.10.2018).
4. Карева В.В., Володькин П.П., Карев В.Ф. Управление в сфере безопасности дорожного движения: учеб. пособие. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013. 102 с.
5. Крутов В.И., Грушко И.М. и др. Основы научных исследований: учеб. для техн. вузов. М.: Высш.шк., 1989. 400 с.
6. Алоян С.М., Карушев М.А. Организация и безопасность движения. Иваново: ИВГПУ, 2016. 134 с.
7. Пугачёв И.Н., Горев А.Э., Олещенко Е.М. Организация и безопасность дорожного движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 272 с.
8. Бордовский Г.А., Кондратьев А.С., Чоудери А.Д.Р. Физические основы математического моделирования: учеб. для вузов. М.: Академия, 2005. 320 с.