

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ**

УДК 656.13.08:519.87

### **ФАКТОРЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ АВАРИЙНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**В.М. Курганов**

Тверской государственной университет, г. Тверь

Представлен анализ различий аварийности на автомобильных дорогах субъектов Российской Федерации. Проведено сравнение количества погибших в дорожно-транспортных происшествиях в расчете на 100 тыс. населения в России (с выделением Москвы и Санкт-Петербурга) и ряде европейских и азиатских стран. Отмечено, что показатели транспортного и социального рисков имеют между собой высокую степень корреляции. Установлено, что сильное влияние на количество погибших в ДТП оказывает большая численность имеющегося парка автомобилей.

***Ключевые слова:** безопасность дорожного движения, смертность в дорожно-транспортных происшествиях, социальный риск.*

Перенасыщение легковыми автомобилями приводит не только к повышению комфорта для населения, но и к появлению целого ряда острых проблем. Страны с высоким уровнем автомобилизации в большинстве своем уже пережили «болезни роста». Россия пока находится в поиске действенных методов разрешения возникающих вопросов [1, с. 213].

В ходе реализации Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах» планировалось сократить к 2012 г. количество погибших в результате дорожно-транспортных происшествий в 1,5 раза по сравнению с 2004 г. [2, с. 4]. Фактически количество погибших уменьшилось с 34,5 тыс. человек в 2004 г. до 28 тыс. в 2012 г. Таким образом, смертность заметно снизилась, но контрольный показатель по сокращению смертности от ДТП, намеченный федеральной программой, был выполнен наполовину.

В настоящее время действует Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах», целью которой является сокращение смертности от дорожно-транспортных происшествий к 2020 г. на 8 тыс. человек (на 28,82 %) по сравнению с 2012 г. [3, с. 4].

Одним из общепринятых показателей уровня безопасности является социальный риск, оцениваемый количеством погибших в дорожно-транспортных происшествиях в расчете на 100 тыс. жителей. В 2015 г. его величина в среднем по России составила 15,8 погибших на 100 тыс. человек против 18,4 в предыдущем году, что, по данным отчета ВОЗ [4, с. 251–254], примерно в 1,5 – 2 раза больше, чем в постсоветской Прибалтике и странах Восточной Европы.

В Москве и Санкт-Петербурге социальный риск значительно ниже, чем в среднем по России: в 2015 г. он составил соответственно 5,4 и 6,7 против 7,2 и 7,8 в 2014 г. В ходе реализации целевых программ происходит снижение

социального риска, например, в 2012 г. в Санкт-Петербурге этот показатель был равен 9. Однако эти относительно благополучные по российским меркам показатели двух крупнейших городов страны заметно превышают аналогичные данные в ряде стран Западной Европы, где величина социального риска составила, по данным отчета ВОЗ [4, с. 251–254], от 3 до 5 погибших на 100 тыс. чел.

Вместе с тем показатели социального риска в Москве и Санкт-Петербурге ниже, чем, например, в Китае (20,5), Республике Корея (14,1), Турции (12,0), США (11,4), Италии (7,2), и примерно соответствуют показателям таких стран, как Франция (6,4), Испания (5,4), Япония (5,2), Сингапур и Финляндия (5,1) [4, с. 251–254].

Если обратиться к официальному информационно-аналитическому обзору ФКУ НИЦ БДД МВД России за первое полугодие 2016 г., то выясняется, что после 10 лет реализации государственных программ повышения безопасности дорожного движения необъяснимым образом в 16 субъектах Российской Федерации увеличилась численность погибших в ДТП по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, причем в некоторых на 15–20 и более процентов, а еще в 12 субъектах Российской Федерации произошел рост совершенных ДТП, и увеличилось количество пострадавших в них [5, с. 3].

Исходя из резких различий показателей аварийности и количества пострадавших в регионах России, математико-статистический анализ целесообразно проводить таким образом, чтобы выявить факторы, обуславливающие имеющиеся региональные различия. Результаты позволят дифференцировать мероприятия по реализации федеральных целевых программ снижения смертности на дорогах с учетом особенностей каждого субъекта (или групп субъектов) Российской Федерации [6, с. 88].

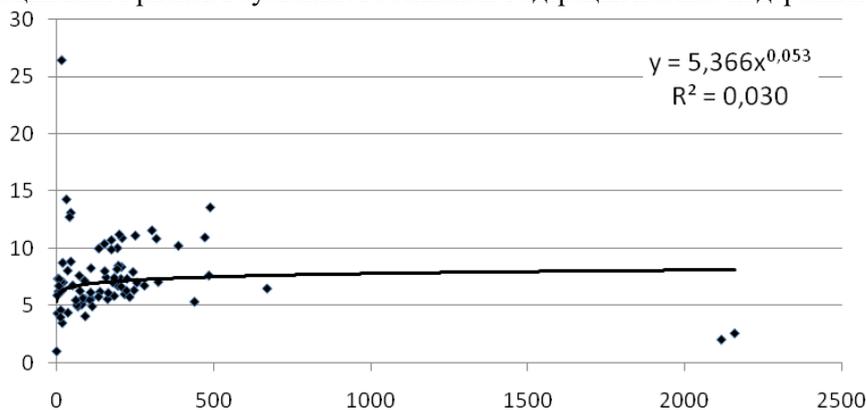
В настоящей статье сделана попытка математико-статистического анализа аварийности по субъектам (регионам) России за 2012 г. Результаты анализа в некоторой степени позволяют прогнозировать эффективность принятых мер в будущем.

В России неоднократно проводились обстоятельные исследования этой проблемы [7, с. 9–10; 8, с. 30–31; 9, с. 3–4; 10, с. 56–68], причем имеются публикации, где приведены не только результаты расчетов и выводы по ним, но также приложены исходные статистические данные [10, с. 72–78]. Опубликованная статистическая информация наряду с другими данными, находящимися в открытом доступе в сети Интернет, была использована и в настоящем исследовании, при проведении которого приняты следующие методические положения.

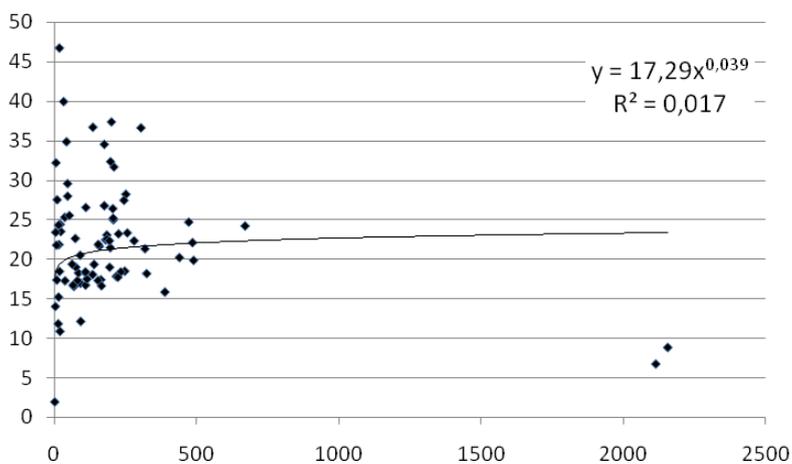
Выводы о наличии или отсутствии статистически значимой взаимосвязи параметров, выбранных в качестве аргумента и функции, делались на основании расчета коэффициентов корреляции  $R$  и детерминации  $R^2$ . Известно, что чем ближе значение коэффициента корреляции к единице, тем более тесная связь имеется между результативным и факторным признаками. Коэффициент достоверности аппроксимации  $R^2$  (или коэффициент детерминации), который равен квадрату коэффициента корреляции, показывает, какая доля дисперсии результирующего показателя обусловлена влиянием анализируемого фактора. Величина, равная  $(1 - R^2)$ , показывает долю вариации за счет неучтенных факторов.

Одним из факторов, определяющих различия регионов России между собой, является плотность автомобильных дорог с твердым покрытием, которая заметно варьируется по регионам России. Математико-статистический анализ влияния данного фактора выполнен на основе данных государственной отчетности, использованных автором в предыдущих работах при анализе транспортного потенциала России и ее регионов [11, с. 19–21].

Однако предположение о связи плотности дорожной сети и показателей аварийности было опровергнуто, что иллюстрируется графиками (рис. 1, 2), показывающими отсутствие влияния на уровни транспортного и социального рисков в субъектах Российской Федерации плотности дорожной сети.



Р и с . 1. Отсутствие статистически значимой взаимосвязи транспортного риска (погибших на 10 тыс. ТС) (по вертикальной оси) и плотности автомобильных дорог с твердым покрытием в регионах России (км/1000 км<sup>2</sup>) (по горизонтальной оси)



Р и с . 2. Отсутствие статистически значимой взаимосвязи социального риска (погибших на 100 тыс. населения) (по вертикальной оси) и плотности автомобильных дорог в регионах России (км/км<sup>2</sup>) (по горизонтальной оси)

Одной из причин, как можно предположить, является корреляция обоих видов рисков [12, с. 95]. Связь социальных и транспортных рисков в

регионах России оценивается коэффициентом корреляции 0,866, а уравнение парной регрессии имеет вид:

$$RH = 4,223 RT^{0,824}, \quad (1)$$

где  $RT$  – уровень транспортного риска в регионе (погибших на 10 тыс. ТС),

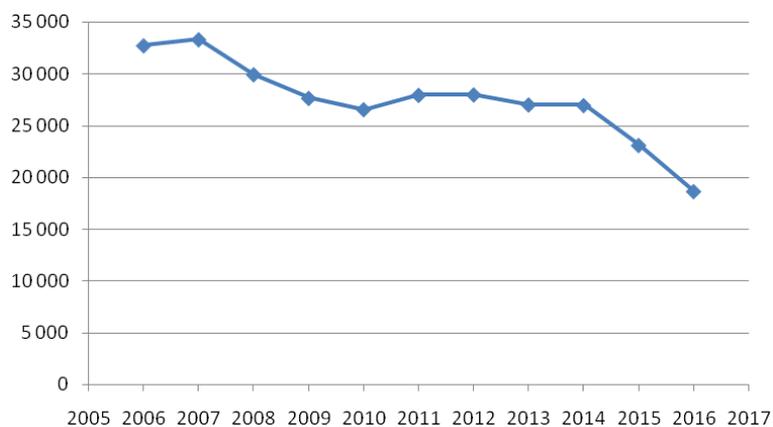
$RH$  – уровень социального риска в регионе (погибших на 100 тыс. населения).

Исходя из этого, можно сделать вывод, что для условий нашей страны нецелесообразно использовать эти два показателя одновременно, поскольку они имеют высокую степень взаимной корреляции.

Приведенные ранее исследования с использованием математико-статистического анализа позволили сделать ряд важных выводов. В частности, показано отсутствие значимого влияния на негативные следствия ДТП, характеризуемые транспортными и социальными рисками, исключительно дорожно-транспортных факторов: уровня автомобилизации [12, с. 96], численности парка автомобилей в регионах России [13, с. 100], количества выписанных штрафов и видеоконтроля нарушений Правил дорожного движения [14, с. 102].

В настоящей статье показано отсутствие значимого влияния на смертность в результате ДТП, характеризуемую транспортными и социальными рисками плотности автомобильных дорог с твердым покрытием (рис. 1, 2).

Проведенный анализ позволил сформулировать еще один вывод: показатели социального и транспортного рисков предпочтительно использовать в большинстве случаев только для сравнения регионов или стран между собой. Попытки выявить на основе анализа социального и транспортного рисков факторы, предопределяющие высокую смертность в результате аварий, не во всех случаях могут дать результаты и помочь определить наиболее эффективные мероприятия. Для выбора направлений действий, которые могут заметно повлиять на снижение смертности на дорогах, необходимо исследовать факторы, связанные с численностью погибших в ДТП в абсолютном измерении по отдельным регионам или группам регионов. Такой подход позволит выдвинуть гипотезу о наличии факторов, характерных для регионов России и оказывающих наиболее сильное влияние на аварийность и ее последствия.



Р и с . 3. Динамика количества погибших в ДТП в России с начала реализации федеральных целевых программ

Согласно официальной статистике (рис. 3), размещенной на сайте ГИБДД [15], в ходе реализации федеральных целевых программ повышения безопасности дорожного движения достигнуто заметное снижение количества погибших в авариях на дорогах. Однако по отдельным регионам картина может резко различаться. Поэтому необходим анализ региональных различий.

По имеющимся в открытом доступе на сайте ГИБДД данным, в 2013 г количество погибших по сравнению с предыдущим годом снизилось на 3,5 %. В 2014 г. аналогичный показатель составил 0,2 %, в 2015 г. – 14,7 %. В 2015 г. количество погибших составило 23 тыс. человек, т. е. по сравнению с 2004 г. (годом начала активных мероприятий в России в данном направлении) снижение составило 11,5 тыс. человек, а в сравнении с 2012 г., за последующие три года, (перед началом реализации второй целевой программы), – 5 тыс. человек. С января по ноябрь 2016 г. снижение количества погибших к аналогичному периоду прошлого года составило 12,5 %.

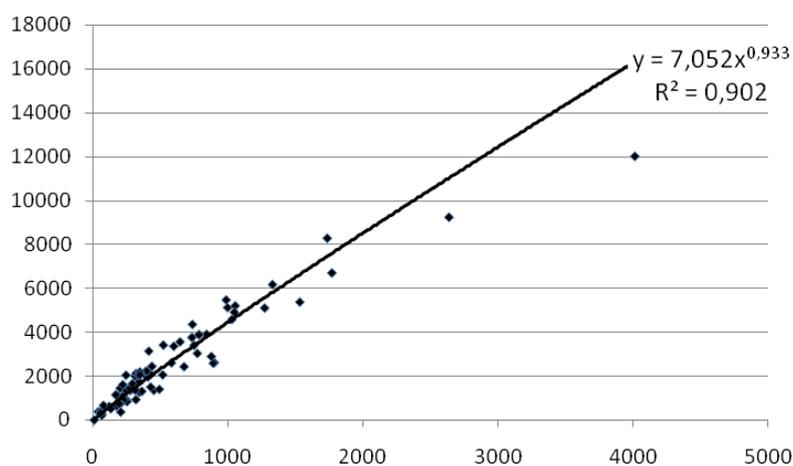
Уменьшение количества погибших в ДТП за годы реализации обеих федеральных целевых программ происходило наряду с постоянным ростом численности автопарка. В 2016 г. в стране было зарегистрировано 51,4 млн автотранспортных средств (грузовых и легковых автомобилей, а также автобусов). В 2006 г. имелось 34 млн автомобилей. Таким образом, снижение количества погибших в 2015 г. по сравнению с 2006 г. составило 33 % на фоне более чем 65 %-го роста парка автотранспортных средств.

Вместе с тем установлена тесная связь между количеством транспортных средств в регионах России в абсолютном выражении и количеством дорожно-транспортных происшествий (рис. 4). Коэффициент корреляции этих величин очень высокий и составил 0,95. С высоким уровнем адекватности зависимость описывается уравнением степенной функции

$$C = 1,630 N^{0,969}, \quad (2)$$

где  $C$  – количество дорожно-транспортных происшествий в течение года, ед.;

$N$  – количество транспортных средств в регионе в абсолютном выражении, ед.



Р и с . 4. Математико-статистическая связь количества дорожно-транспортных происшествий в субъектах Российской Федерации за 2012 г. (по вертикальной оси) с общей численностью транспортных средств (тыс. ед.) (по горизонтальной оси)

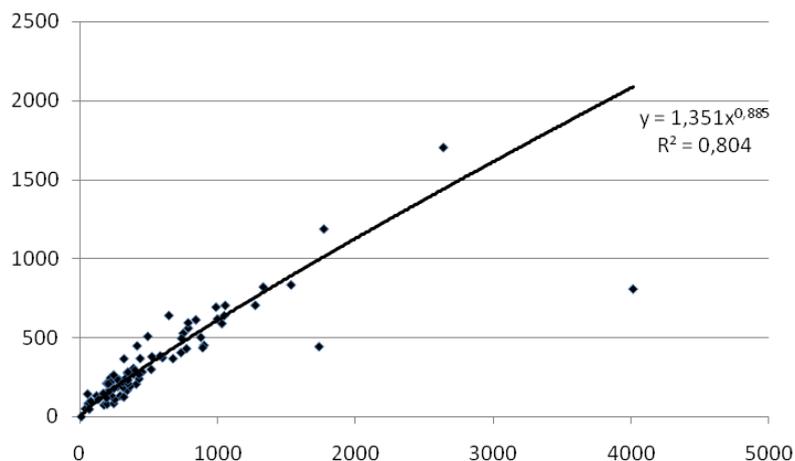
Поскольку количество погибших почти пропорционально количеству ДТП в течение года, то, исходя из уравнения (3), уместно предположить связь между количеством транспортных средств в регионе в абсолютном выражении и численностью погибших в ДТП [13, с. 101]. Математико-статистический анализ (рис. 5) подтверждает это предположение:

$$D = 1,351 N^{0,804}, \quad (3)$$

где  $D$  – количество погибших в дорожно-транспортных происшествиях в течение года, чел.;

$N$  – количество транспортных средств в регионе в абсолютном выражении, тыс. ед.

Коэффициент корреляции этих показателей составил 0,897.



Р и с . 5. Математико-статистическая связь количества погибших в дорожно-транспортных происшествиях в субъектах Российской Федерации за 2012 г. (по вертикальной оси) с общей численностью транспортных средств (тыс. ед.) (по горизонтальной оси)

Вместе с тем ранее проведенные исследования [13, с. 100–102] показали, что связь смертности на дорогах с численностью парка в регионах Российской Федерации носит довольно сложный и неоднозначный характер.

Установлено, например, что при численности парка автомобилей в регионе менее 500 тыс. показатели транспортного риска могут быть как очень высокими (соответствовать максимальным значениям в целом по России), так и значительно меньше (в 3–6 раз). В то же время в регионах с высокой численностью парка величина транспортного риска может быть значительно меньше, чем в регионах с количеством автомобилей. При количестве автомобилей миллион единиц и более в регионе величина транспортного риска стабилизируется до уровня 7 погибших в расчете на 10 тыс. ТС.

Поскольку показатели транспортного и социального рисков тесно коррелируют между собой (формула 1), то аналогичные явления наблюдаются и при анализе зависимости социального риска от численности парка. Количество погибших в расчете на 100 тыс. населения в регионах с небольшим размером парка транспортных средств может быть как экстремально высоким, так и относительно низким. При высокой численности автомобилей в регионе социальный риск значительно ниже средних значений

по России и тем более ниже, чем в «неблагополучных» регионах. Наглядным примером этого явления выступают такие субъекты Российской Федерации, как Москва, Санкт-Петербург, Московская область, Краснодарский край [13, с. 102].

Проведенное исследование позволило сделать ряд выводов.

1. Показатели транспортного и социального рисков нецелесообразно использовать одновременно, так как в условиях нашей страны оба показателя имеют высокую степень взаимной корреляции. Поскольку в докладе ВОЗ предпочтение отдано показателю социального риска, то этот показатель имеет смысл использовать для сравнения ситуации в России и в других странах, а также для сравнения регионов России между собой.

2. Для обоснования мероприятий по повышению безопасности дорожного движения по отдельным регионам Российской Федерации необходимо наряду с показателем социального риска использовать показатель количества погибших в дорожно-транспортных происшествиях, что будет способствовать выявлению факторов, влияющих на снижение смертности в ДТП в отдельных регионах (или группах регионов).

3. Установлен высокий уровень корреляции количества погибших в регионах Российской Федерации с численностью автомобильного парка. Успешность мероприятий в повышении безопасности дорожного движения визуально будет проявляться в сближении аппроксимирующей линии и горизонтальной координатной оси, что соответствует уменьшению показателя степени в уравнении парной регрессии.

4. Принимая во внимание высокий уровень корреляции количества погибших в дорожно-транспортных происшествиях в регионах Российской Федерации с численностью автомобильного парка, надо иметь в виду, что эта связь имеет сложный и неоднозначный характер. Относительно небольшой численности парка в регионе (500 тыс. ед. и менее) могут соответствовать как экстремально высокие показатели смертности на дорогах, так и довольно низкие. В то же время в субъектах Российской Федерации с количеством автомобилей более миллиона единиц наступает некоторая стабилизация количества погибших на относительно невысоком уровне.

### **Список литературы**

1. Курганов В.М. Ограничения моделей оптимизации поведения участников дорожного движения // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Экономика и управление. 2016. № 1. С. 213–221.
2. О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 20 февраля 2006 г. № 100. Доступ из СПС «Гарант».
3. О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 3 октября 2013 г. № 864. Доступ из СПС «Гарант».
4. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2013. Женева: Всемир. орган. здравоохранения, Департамент по вопросам предупреждения насилия и травматизма и по инвалидности, 2013. 282 с.
5. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за I полугодие 2016 года [Электронный ресурс]: оперативный информ.-аналит. обзор. М.: ФКУ НИЦ БДД МВД России, 2016. 17 с. URL [https://ницбдд.мвд.пф/upload/site1097/document\\_file/Operativnyy\\_obzor\\_dorozhno-transportnoy\\_aviarnosti\\_za\\_I\\_polugodie\\_2016\\_g.\\_.pdf](https://ницбдд.мвд.пф/upload/site1097/document_file/Operativnyy_obzor_dorozhno-transportnoy_aviarnosti_za_I_polugodie_2016_g._.pdf) (дата обращения: 17.10.2016).

6. Курганов В.М. Статистический анализ роли «человеческого фактора» в аварийности транспортных потоков // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 21-22 окт. 2016. Хабаровск, 2016. Вып. 16. С. 87–90.
7. Чубуков А.Б., Капитанов В.Т., Моница О.Ю. Меры административного воздействия на участников дорожного движения // Наука и техника в дорожной отрасли. 2013. № 2. С. 8–11.
8. Качественный и количественный анализ аварийности в Российской Федерации / А.Б. Чубуков [и др.] // Наука и техника в дорожной отрасли. 2012. № 4. С. 29–32.
9. Расчет числа погибших в ДТП на основе социально-экономических показателей / А.Б. Чубуков [и др.] // Наука и техника в дорожной отрасли. 2014. № 3. С. 3–5.
10. Чубуков А.Б., Капитанов В.Т., Моница О.Ю. Применение математических методов для анализа аварийности в регионах : метод. пособие. М. : МАДИ (ГТУ), 2013. 80 с.
11. Курганов В.М. Макроэкономическая оценка транспортного потенциала. Законы логистики и статистические закономерности: моногр. Тверь, Тверской государственный университет, 2013. 69 с.
12. Курганов В.М. Математико-статистический анализ транспортного и социального рисков автомобилизации // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 7–9 декабря 2016 г. Омск, 2016. С. 90–97.
13. Курганов В.М. Риски аварийности транспортных потоков и численность автомобилей в регионах России // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 7–9 дек. 2016 г. Омск, 2016. С. 97–102.
14. Курганов В.М. Институциональные факторы повышения безопасности дорожного движения // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Экономика и управление. 2016. № 4. С. 99–104.
15. Сведения о состоянии безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. URL <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения: 22.03.2017).

## **FACTORS OF REGIONAL DISPARITIES IN ROAD TRAFFIC ACCIDENTS**

**V.M. Kurganov**

Tver State University, Tver

The aim of the study is to analyze the differences in the accident rate on the roads of different regions in the Russian Federation. The author compares the number of deaths in road accidents per 100 thousand of population in Russia (without Moscow and St. Petersburg) and several European and Asian countries. It is shown that the characteristics of transport and social risks have a high degree of correlation. The author highlights that a large number of the existing vehicles has a strong influence on the number of fatalities in the Russian regions. It is concluded that this relationship is complex and ambiguous.

**Keywords:** *road safety, the death rate in road accidents, social risk.*

*Об авторе:*

КУРГАНОВ Валерий Максимович – доктор технических наук, профессор, Тверской государственный университет, 170100, Тверь, Желябова, 33, e-mail: [glavreds@gmail.com](mailto:glavreds@gmail.com)

*About the author:*

KURGANOV Valeriy Maksimovich – doctor of technical sciences (Dr.Sci.Tech.), professor, Tver State University, 170100, Tver, Zhelyabova, 33, e-mail: [glavreds@gmail.com](mailto:glavreds@gmail.com)

**References**

1. Kurganov V. M. Ogranichenija modelej optimizacii povedenija uchastnikov dorozhnogo dvizhenija // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Jekonomika i upravlenie. 2016. № 1. S. 213–221.
2. O federal'noj celevoj programme «Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija v 2006–2012 godah» [Jelektronnyj resurs]: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 20 fevralja 2006 g. № 100. Dostup iz SPS «Garant».
3. O federal'noj celevoj programme «Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija v 2013–2020 godah» [Jelektronnyj resurs] : Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 3 oktjabrja 2013g. № 864. Dostup iz SPS «Garant».
4. Doklad o sostojanii bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija v mire 2013. Zheneva : Vsemir. organ. zdravoohranjenja, Departament po voprosam preduprezhdenija nasilija i travmatizma i po invalidnosti, 2013. 282 s.
5. Dorozhno-transportnaja avarijnost' v Rossijskoj Federacii za I polugodie 2016 goda [Jelektronnyj resurs] : operativnyj inform.-analit. obzor. M. : FKU NIC BDD MVD Rossii, 2016. 17 s. URL [https://ncbdd.mvd.rf/upload/site1097/document\\_file/Operativnyj\\_obzor\\_dorozhno-transportnoj\\_avariynosti\\_za\\_I\\_polugodie\\_2016\\_g.\\_.pdf](https://ncbdd.mvd.rf/upload/site1097/document_file/Operativnyj_obzor_dorozhno-transportnoj_avariynosti_za_I_polugodie_2016_g._.pdf) (data obrashhenija: 17.10.2016).
6. Kurganov V.M. Statisticheskij analiz roli «chelovecheskogo faktora» v avarijnosti transportnyh potokov // Dal'nij Vostok: problemy razvitija arhitekturno-stroitel'nogo i dorozhno-transportnogo kompleksa : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 21-22 okt. 2016. Habarovsk, 2016. Vyp. 16. S. 87–90.
7. Chubukov A.B., Kapitanov V.T., Monina O.Ju. Mery administrativnogo vozdejstvija na uchastnikov dorozhnogo dvizhenija // Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. 2013. № 2. S. 8–11.
8. Kachestvennyj i kolichestvennyj analiz avarijnosti v Rossijskoj Federacii / A.B. Chubukov [i dr.] // Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. 2012. № 4. S. 29–32.
9. Raschet chisla pogibshih v DTP na osnove social'no-jekonomicheskikh pokazatelej / A.B. Chubukov [i dr.] // Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. 2014. № 3. S. 3–5.
10. Chubukov A. B., Kapitanov V. T., Monina O. Ju. Primenenie matematicheskikh metodov dlja analiza avarijnosti v regionah : metod. posobie. M. : MADI (GTU), 2013. 80 s.
11. Kurganov V.M. Makrojekonomicheskaja ocenka transportnogo potenciala. Zakony logistiki i statisticheskie zakonomernosti: monogr. Tver', Tverskoj gosudarstvennyj universitet, 2013. 69 s.
12. Kurganov V.M. Matematiko-statisticheskij analiz transportnogo i social'nogo riskov avtomobilizacii // Arhitekturno-stroitel'nyj i dorozhno-transportnyj komplekсы: problemy, perspektivy, novacii : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 7-9 dekabrja 2016 g. Omsk, 2016. S. 90–97.
13. Kurganov V.M. Riski avarijnosti transportnyh potokov i chislennost' avtomobilej v regionah Rossii // Arhitekturno-stroitel'nyj i dorozhno-transportnyj komplekсы: problemy, perspektivy, novacii : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 7-9 dek. 2016 g. Omsk, 2016. S. 97–102.
14. Kurganov V.M. Institucional'nye faktory povyshenija bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Jekonomika i upravlenie. 2016. № 4. S. 99–104.
15. Svedenija o sostojanii bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija [Jelektronnyj resurs]. URL <http://www.gibdd.ru/stat/> (data obrashhenija: 22.03.2017).