

---

# Инфраструктура

## АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ДЕТЕРМИНАНТ КОЛИЧЕСТВА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ И СМЕРТНОСТИ НА ДОРОГАХ В РОССИИ: СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

К. А. БОРЗЫХ  
Ю. Ю. ПОНОМАРЕВ

Благодаря системной работе по повышению безопасности на автомобильных дорогах России как в рамках реализации мероприятий национальных проектов, так и иных стратегических и программных документов удалось достичь существенного снижения числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) со смертельным исходом. В статье проанализированы детерминанты ДТП и смертности в ДТП в России. Результаты моделирования подтверждают важность задач по приведению российских автодорог в нормативное состояние, повышению их оборудованности освещением, своевременной обработке и контролю состояния дорожного покрытия, внедрению предупредительных мер в случае сложных погодных условий.

Особую значимость для снижения смертности в ДТП также имеют обеспечение контроля за использованием средств безопасности и качества управления транспортной системой в границах муниципальных образований и развитие интеллектуальных транспортных систем. Учет пространственных эффектов, обусловленных географическими особенностями и индивидуальными характеристиками регионов (например, специфика культуры вождения), также необходим для формирования политики, направленной на снижение числа ДТП и смертности в ДТП.

Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС при Президенте Российской Федерации.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортные происшествия, смертность, детерминанты.  
**JEL:** R41, C54.

### Текущее состояние проблемы смертности в дорожно-транспортных происшествиях

В последние годы показатели смертности от ДТП в России постепенно уменьшались до уровня ниже среднемирового. Тем не менее смертность от ДТП в России выше, чем в развитых странах и странах с сопоставимым уровнем экономического развития, что указывает на неоднородность пространственного распределения показателя в мире. Развитые страны достигли существенного снижения числа погибших в ДТП (с 1993 по 2011 гг. – в среднем в 2–2,5 раза) и пострадавших, прежде всего, за счет активного внедрения программ повышения безопасности, в том числе интеллекту-

альных транспортных систем, а также инновационных технологий автомобилестроения. Качественно иная динамика наблюдается в России, где с 1993 г. число пострадавших в ДТП увеличилось на 21,7%. (См. табл. 1.)

По данным Министерства внутренних дел Российской Федерации, в 2018 г. на территории страны было зафиксировано 168,1 тыс. ДТП, при этом погибли и получили ранения 18,6 и 214,9 тыс. человек соответственно. В расчете на 100 тыс. населения смертность в ДТП составила 12,4 человек, что ниже уровня предшествующего года (13 человек). В дальнейшем снижение продолжилось: в 2021 г. количество погибших в ДТП сократилось по сравнению с 2020 г. на 6,8%; в итоге в 2021 г., по данным

---

Борzych Ксения Аркадьевна, научный сотрудник РАНХиГС при Президенте Российской Федерации; e-mail: borzykh-ka@ranepa.ru; Пономарев Юрий Юрьевич, заведующий лабораторией инфраструктурных и пространственных исследований РАНХиГС при Президенте Российской Федерации; старший научный сотрудник Института экономической политики имени Е.Т. Гайдара, канд. экон. наук (Москва), e-mail: ponomarev@ranepa.ru

Всемирной организации здравоохранения, Россия заняла 79-ю позицию по количеству погибших в ДТП в расчете на 100 тыс. человек населения. И основным фактором риска при ДТП на автомобильных дорогах со смертельным исходом является превышение скоростного режима (более 60% всех ДТП со смертельным исходом в Москве [2]).

Снижение показателя смертности в результате дорожно-транспортных происшествий — одна из национальных целей, зафиксированных в Указе Президента РФ № 204 от 7 мая 2018 г. В соответствии с указом к 2024 г. необходимо снизить смертность от ДТП в 3,5 раза, а перспективной целью к 2030 г. является снижение смертности до уровня, близкого к нулевому. Позднее этот показатель стал одним из ключевых целевых показателей национального проекта «Безопасные качественные дороги» в рамках федерального проекта «Безопасность дорожного движения». Согласно национальному проекту к 2024 г. предполагается уменьшить количество погибших в ДТП (в расчете на 100 тыс. человек) до 8,4 человек, а к 2030 г. — до 4-х.

В то же время необходимо подчеркнуть, что смертность в ДТП в России характеризуется зна-

чительной пространственной гетерогенностью. Например, по данным за 2022 г., регионом, достигшим целевого показателя по снижению аварийности и смертности на дорогах, который ранее планировался к достижению в 2023 г., стала Москва (сохранено практически 2,3 тыс. жизней на дорогах) [1]. Наибольшее число погибших 1 на тыс. пострадавших в ДТП в 2019 г. фиксировалось преимущественно в регионах Северо-Кавказского федерального округа: в Чечне (251), Ингушетии (160), Кабардино-Балкарии (136), Дагестане (135) и в Забайкальском крае (130). В последующие годы распределение изменилось незначительно [3].

Актуальной задачей является исследование детерминант за 2022 г. пространственного распределения ДТП и смертности в ДТП в России, а также разработка соответствующего дифференцированного подхода при формировании мер по снижению количества дорожно-транспортных происшествий, а также числа погибших в них.

### **Систематизация основных детерминант ДТП и смертности от ДТП**

Проблема безопасности дорожно-транспортного движения, безусловно, является важной

**Таблица 1**  
**Страновое сравнение числа погибших и пострадавших в ДТП**

	Погибло в ДТП на 1 млн человек населения			Травмировано в ДТП на 1 млн человек населения		
	1993 г.	2000 г.	2011 г.	1993 г.	2000 г.	2011 г.
Бельгия	165	143	78	7537	6633	5721
Финляндия	96	77	54	1541	1644	1472
Франция	145	137	68	3136	2737	1755
Германия	123	91	49	6228	6133	4540
Италия	117	124	64	3802	6322	4809
Россия	250	202	164	1299	1224	1581
Испания	140	143	35	3007	3720	1217
Швеция	72	67	34	2264	2483	2366
Швейцария	103	82	41	4036	4170	2953
Турция	111	86	55	1801	2128	2897
Великобритания	66	61	31	5236	5628	3391
США	154	149	104	12 006	11 293	7105

*Источник:* URL: [https://w3.unece.org/PXWeb2015/pjweb/en/STAT/STAT\\_40-TRTRANS\\_01-TRACCIDENTS](https://w3.unece.org/PXWeb2015/pjweb/en/STAT/STAT_40-TRTRANS_01-TRACCIDENTS)

в вопросе сохранения жизни и здоровья граждан. Мировым сообществом накоплен обширный опыт анализа причин совершения ДТП и детерминант, прямо или косвенно влияющих на показатели смертности, через повышение риска столкновения, усугубление последствий столкновений и тяжести травм. ДТП происходят в результате сочетания нескольких групп факторов, связанных с компонентами всей дорожно-транспортной системы, включающими дорожную инфраструктуру, окружающую среду, транспортные средства, поведение и способ взаимодействия участников дорожного движения.

На основе данных по авариям на городских перекрестках Швеции Бруде и Ларсон [9] выявили, что с ростом автомобильного трафика увеличивается количество ДТП с участием незащищенных участников движения: пешеходов и велосипедистов. Для велосипедистов вероятность ДТП в среднем в два раза выше при различных плотностях движения. При повышении количества велосипедистов и пешеходов на перекрестке, напротив, число ДТП снижается, в связи с чем авторы рекомендуют объединять потоки незащищенных участников движения на тех перекрестках, где они сравнительно низки. Включение социально-экономических показателей муниципалитетов штата Индиана (США) в качестве независимых переменных позволило Карлафтису и Тарко [6] определить детерминанты, влияющие на вероятность аварийной ситуации с участием пожилых водителей. Большее число аварий происходило в пригородных районах, где выше численность населения и объемы транспортной работы, измеряемые количеством пройденных миль. При прочих равных количество аварий снижалось с течением времени.

Дополнительные факторы, определяющие вероятность возникновения ДТП, – состояние и качество дорожно-транспортной инфраструктуры, характеристики дорожной сети. Неудовлетворительное состояние обочин и отсутствие тротуаров представляют высокую опасность для практики регулирования смерт-

ности и травматизма на дорогах, становясь причиной около четверти ДТП [4]. В исследовании [13] на риск возникновения ДТП с грузовиками на Среднем Западе США значимое влияние оказывали факторы среднесуточного количества трафика, наличия перекрестков, горизонтальных и вертикальных искривлений дороги (повороты и перепады высот), их протяженности, а также ширины внутренней разделительной полосы. В работе [14] на данных по штату Онтарио (США) показано, что сельские двухполосные дороги с широкой обочиной и качественным покрытием характеризуются наименьшим уровнем аварийности вне зависимости от плотности трафика, в то время как для дорог с широкой обочиной, но низким качеством дорожного полотна характерна наибольшая аварийность. Разделительное ограничение между направлениями движения имеет более сложную зависимость по отношению к ДТП: при среднесуточном трафике, превышающем пороговые значения (17,4 тыс. автомобилей для общего числа аварий, 15,5 тыс. – для аварий с серьезным ущербом здоровью), аварийность ниже при наличии разделителя.

В исследованиях также отмечается возрастающая роль скорой и неотложной помощи при дорожно-транспортных происшествиях [7; 8]. Высокое качество услуг скорой помощи снижает смертность от травм головного мозга в результате несчастных случаев [10].

Агуэро-Вальверде и Джованис [6] обнаружили наличие пространственной корреляции и значимости пространственно-временных факторов при анализе аварий с ущербом для здоровья и смертельным исходом в штате Пенсильвания (США). В округах с высокой долей населения за чертой бедности, высокой долей населения в возрастных группах от 0 до 14 лет, от 15 до 24 лет, старше 64 лет и увеличенной плотностью дорог ДТП происходили чаще. Адерамо [5], основываясь на данных по ДТП в Нигерии, пришел к выводу, что тяжесть ДТП, в частности наличие смертельного случая в его результате, объясняется большой численно-

стью населения и значительной протяженностью дорог.

Таким образом, на основе анализа и систематизации теоретических и эмпирических подходов к моделированию ДТП и смертности в ДТП может быть предложена классификация факторов риска реализации ДТП на автомобильных дорогах со смертельным исходом:

- факторы, влияющие на склонность к риску, в том числе демографические и экономические параметры, включая уровень автомобилизации населения;
- факторы, влияющие на вероятность совершения ДТП, такие как превышение допустимого скоростного ограничения, вождение в нетрезвом состоянии, небезопасное проектирование дорог и отсутствие эффективных законов и правил контроля безопасности дорожного движения;
- факторы, влияющие на степень тяжести последствий ДТП и травматизма, такие как неиспользование ремней безопасности, детских удерживающих устройств или защитных шлемов, отсутствие инфраструктурных объектов, обеспечивающих безопасность движения;
- факторы, влияющие на последствия травм после аварии, такие как степень оперативности оказания помощи спасательными и медицинскими службами, качество медицинских услуг и психологической поддержки пострадавшим.

Для российской дорожной сети характерна относительно невысокая плотность дорог в сочетании с небольшой долей дорожных покрытий, соответствующих нормативным требованиям (в 2019 г. нормативам соответствовали 59% дорог). Кроме того, в России существуют проблемы недостаточной пропускной способности дорог, неудовлетворительного состояния мостов. Порядка 15% дорог не оснащены дорожными знаками, а в трети случаев уже установленные дорожные знаки не отвечают стандартам. Неоптимально распределение обеспеченности медицинских учрежде-

ний специалистами по травматологии и соответствующим оборудованием и неудовлетворительно качество медицинской помощи в крупных региональных центрах и в небольших городах и сельских поселениях. Высокий уровень износа оборудования, наряду с высокой частотой ДТП в сельской местности и небольших городах, обуславливает дополнительные вызовы в области дорожно-транспортного травматизма и смертности от ДТП [4].

### Теоретическая модель

Для эмпирического анализа влияния детерминант и их пространственного распределения на вероятность совершения ДТП и смертности в ДТП используется широкий ряд моделей. В качестве базовой нами выбрана модель регрессии Пуассона, оценивающая вероятность того, что на участке дороги  $i$  произойдет целое положительное число аварий  $y_i$  за выбранный промежуток времени. Вероятность данного события, согласно модели, можно представить в виде формулы

$$P(y_i) = \frac{\text{EXP}(-\lambda_i)\lambda_i^{y_i}}{y_i!}, \quad (1)$$

где  $P(y_i)$  – вероятность того, что на участке дороги  $i$  произойдет  $y_i$  аварий за выбранный промежуток времени;  $\lambda_i$  – пуассоновский параметр для участка дороги  $i$ , который равен ожидаемому числу аварий в год на данном участке.

Параметр  $\lambda_i$  в пуассоновской регрессионной модели – функция независимых переменных – факторов ДТП:

$$\lambda_i = \text{EXP}(\beta X_i), \quad (2)$$

где  $X_i$  – вектор объясняющих переменных;  $\beta$  – вектор оцениваемых параметров.

Для оценки вероятности наступления смертельного исхода в результате дорожно-транспортного происшествия используется модель бинарного выбора, где в качестве объясняющих переменных выступают предполагаемые детерминанты ДТП, а зависимая переменная

формально определена формулой (3). Оцениваемая модель представлена в виде регрессионного уравнения (4), случайные остатки  $\varepsilon_i$  которого подчиняются логистическому закону распределения:

$$Y_{death} = \begin{cases} 1, \text{ДТП со смертельным исходом} \\ 0, \text{ДТП без смертельного исхода} \end{cases}; \quad (3)$$

$$Y'_{death} = X_i^T \beta + \varepsilon_i \quad (4)$$

Вторым подходом к оценке факторов, влияющих на реализацию дорожно-транспортных происшествий со смертельным исходом на агрегированном по административно-территориальным единицам уровне, является оценка классических моделей панельной регрессии с фиксированными эффектами и (или) со случайными эффектами, рассчитываемая по формуле

$$\gamma_{i,t} = \alpha + X'_{i,t} \beta + \varepsilon_i + v_{i,t} \quad (5)$$

$\gamma_{i,t}$  — количество ДТП со смертельным исходом в административно-территориальной единице за год (логарифм);  $v_{i,t}$  — однокомпонентная модель случайной ошибки ( $v_{i,t} = u_i + \varepsilon_{it}$ );  $u_i$  — ненаблюдаемые индивидуальные эффекты;  $\varepsilon_{it}$  — случайные ошибки;  $X'_{i,t} \beta$  — вектор коэффициентов и объясняющих переменных.

Анализ пространственных процессов распределения дорожно-транспортных происшествий позволяет идентифицировать зоны высокой аварийности дорог и «горячих» и «холодных» точек с точки зрения безопасности дорожно-транспортного движения, учесть пространственные эффекты, влияющие на частоту аварий и смертности в ДТП.

Ключевым является измерение и тестирование пространственной автокорреляции данных, формально описываемой ненулевой ковариацией значений переменной для пары наблюдений. В случае зависимых в пространстве данных применение спецификации модели, не учитывающей пространственные эффекты (например, линейной МНК-модели), часто при-

водит к смещенным, несостоятельным и неэффективным оценкам, формируя предпосылки для некорректной рекомендательной политики. Проблема неправильной спецификации модели из-за пространственной автокорреляции данных, а также процедура проверки остатков на пространственную компоненту были исследованы в монографии Клиффа и Орда [11]. Фундаментальные идеи, касающиеся измерения и тестирования пространственной автокорреляции для географических единиц наблюдения, были описаны Робинсоном [15]. В работе Томаса [16] в качестве источника статистической погрешности, влияющей на результаты проверки статистических гипотез, была представлена проблема изменяющейся пространственной единицы (*Modifiable areal unit problem, MAUP*), возникающая в случае единиц разного уровня агрегирования (размерности).

Наиболее распространенным тестом для диагностики пространственной зависимости в остатках линейной модели или любой переменной является тест Морана. Количественная оценка пространственной корреляции рассчитывается при помощи индекса Морана:

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N w_{ij} (y_i - \bar{y})^2}, \quad (6)$$

где  $N$  — количество единиц анализа;  $w_{ij}$  — пространственный вес, характеризующий близость расположения единиц  $i$  и  $j$ .

Для анализа влияния пространственных взаимосвязей на показатель смертности в ДТП на основе обзора международной литературы были выбраны следующие модели, каждая из которых включает пространственную компоненту: модель с лагом объясняющих переменных (SLX), модель с лагом зависимой переменной (SAR), модель с пространственной ошибкой (SEM). В рамках эмпирического анализа будут приведены результаты оценок для первой спецификации. Соответствующие эмпирические модели могут быть представлены следующими формулами:

$$y = X_i\beta + WX_i\gamma + \varepsilon; \quad (7)$$

$$y = \rho Wy + \beta x + \varepsilon; \quad (8)$$

$$y = \beta x + u; u = \gamma Wu + \varepsilon, \quad (9)$$

где  $y$  – зависимая переменная (число ДТП или число ДТП со смертельным исходом);  $X_i\beta$  – набор объясняющих переменных;  $W$  – пространственная матрица весовых коэффициентов.

### Эмпирический анализ и результаты оценивания

Статистической основой исследования послужили детализированные данные о ДТП («карточки ДТП»), включающие подробные сведения об обстоятельствах, условиях, времени, месте совершения каждого конкретного ДТП на территории России, его участниках, их характеристиках, характеристиках транспортного средства, публикуемые на сайте МВД России за период с 2016 г. Характеристики автодорожной инфраструктуры в России за период с 2012 г. получены из геопространственных данных проекта OpenStreetMaps<sup>1</sup> и включают категоричность, тип покрытия, ширину проезжей части, количество полос, наличие одностороннего движения, официальную максимальную разрешенную скорость, плотность дорожной сети. В качестве социально-экономических характеристик районов пролегания автодорожной инфраструктуры использованы данные Единой межведомственной информационно-статистической системы.

Полная выборка данных включает информацию по 854 989 ДТП в регионах России за 2015–2019 гг.<sup>2</sup> Статистический анализ имеющейся базы данных показывает, что в среднем по России за период с 2015 по 2019 гг. число ДТП на 100 тыс. человек населения сократилось (на 13% ДТП – до 108,6 на 100 тыс. человек населения). Средний показатель смертности в

ДТП за указанный период составляет 13,2 смертельных случая на 100 тыс. человек населения (снижение на 28% – до 11,3 случая на 100 тыс. человек населения). Наиболее часто ДТП происходят на улицах местного значения в жилой застройке (23,77%), магистральных улицах общегородского значения (17,33%), магистральных улицах районного значения (10,57%).

Самые распространенные типы ДТП – столкновение и наезд на пешехода. Около половины случаев ДТП заканчивается ранением участников, при этом смертельные исходы происходят в 5% аварий. Чаще всего столкновения и опрокидывания автомобилей происходят в весенне-летний период, когда дорожное покрытие преимущественно сухое; наезды на пешехода и увеличение ДТП со смертельными случаями, напротив, чаще всего происходят в период гололедицы – осенью и зимой. Наибольшее число ДТП фиксируется в утренние и вечерние часы пик (7:30–8:30; 17:30–20:30); смертельные ДТП в основном происходят в ночное время суток.

Наиболее высокая смертность в результате ДТП отмечается в регионах Северного Кавказа, самый низкий показатель – в регионах с развитой транспортной сетью и инфраструктурой – Москве и Санкт-Петербурге. В среднем с увеличением возраста водителей и, следовательно, среднего водительского стажа у женщин интенсивность совершения ДТП сокращается более быстрыми темпами в сравнении с мужчинами. В отношении аварий, где у водителя было зафиксировано алкогольное опьянение, средний уровень алкогольного опьянения у женщин заметно ниже (в большинстве случаев в возрасте до 25 лет); у водителей мужского пола степень алкогольного опьянения начинает заметно снижаться в среднем после 30 лет. Существенная часть ДТП происходит с участием детей до 12 лет.

<sup>1</sup> URL: <https://www.openstreetmap.org>

<sup>2</sup> Выбор временного периода, ограниченного 2019 г., обусловлен тем, что пандемия коронавирусной инфекции в 2020 г. и ограничения, введенные для борьбы с ней, значительно повлияли пространственную активность населения, транспортную мобильность и, как следствие, на число ДТП, погибших и пострадавших в них. Во избежание искажения оцениваемых тенденций период после 2020 г. не включен в базу данных, которая используется для проведения оценок.

Полученные оценки пуассоновской модели, модели бинарного выбора в зависимости от наличия смертельного исхода в ДТП и модели панельных данных согласованы между собой. (См. табл. 2.) Наибольшее число ДТП совершается вне населенных пунктов на дорогах регионального или федерального значения. Риск возникновения аварий, в том числе со смертельным исходом, также связан со слабым нормативным состоянием дорожно-покрытия и неосвещенностью автодорог.

Качество дорог вне населенных пунктов в большинстве случаев находится на низком уровне, на что указывает положительное влияние соответствующей дамми-переменной на ДТП со смертельным исходом. При этом дамми, соответствующая федеральным трассам, существенная доля которых находится в нормативном состоянии, незначима.

Распределение ДТП со смертельным исходом на уровне агрегирования территорий по 6-му уровню территориального деления РФ

**Таблица 2**  
**Интерпретация полученных оценок базовых моделей**

Модель	Значимый фактор и направление связи с вероятностью наступления ДТП (смертностью в ДТП)	Влияние на вероятность наступления ДТП (смертности в ДТП)
Пуассоновская	Возраст водителя (-)	Увеличение среднего возраста водителя на 1 год снижает вероятность ДТП в зависимости от рассматриваемого года на 2-4%
	Категория улицы (+)	Вероятность ДТП на дорогах вне населенного пункта примерно на 6-7% выше относительно категории «Основные улицы в жилой застройке»
	Неудовлетворительное состояние проезжей части и дорожного покрытия (+)	Вероятность ДТП возрастает в случае загрязненного покрытия в среднем в два раза; для случаев гололедицы и залитого водой дорожного покрытия вероятность ДТП увеличивается на 25-35 и 55-105% соответственно
	Обработка дорожного покрытия (-)	Противогололедная обработка дорожного покрытия снижает вероятность ДТП на 20-25%
	Темное время суток (+) и уровень освещенности (-)	Вероятность ДТП возрастает в темное время суток: в случае исправного освещения – увеличение около 5-7%, при отсутствии освещения – 15-20%
Бинарного выбора	Категория улицы (+)	На дорогах вне населенных пунктов вероятность ДТП со смертельным исходом возрастает на 7-10% в сравнении с основными улицами в жилой застройке
	Значение дороги (+)	Вероятность ДТП со смертельным исходом увеличивается на 3-7% на региональных и федеральных трассах в сравнении с дорогами местного значения
	Неудовлетворительное состояние проезжей части и дорожного покрытия (+)	В случае с загрязненным или мокрым дорожным покрытием вероятность ДТП со смертельным исходом возрастает на 35-50%, в случае гололедицы – на 22-29%
	Обработка дорожного покрытия (-)	В случае обработки противогололедными материалами вероятность ДТП со смертельным исходом уменьшается на 5-10%
	Темное время суток (+) и уровень освещенности (-)	В темное время суток вероятность смертельного ДТП возрастает: если освещение отсутствует – на 15-18%, если освещение включено – на 3-6%
Панельные данные	Неудовлетворительное состояние проезжей части и дорожного покрытия (+)	К увеличению смертности в ДТП приводит заснеженное и залитое водой покрытие дорожного полотна
	Темное время суток (+) и уровень освещенности (-)	Отсутствие освещения в темное время суток приводит к увеличению числа ДТП со смертельным исходом

Источник: оценки авторов.

не имеет определенной пространственной зависимости, несмотря на пространственную сегментацию отдельных субъектов, что, вероятно, связано с проблемой модификации площадных единиц (МАУР). На уровне отдельных субъектов РФ показатели смертности в ДТП пространственно коррелированы, а также подтверждена статистическая значимость показателей, влияющих на смертность в ДТП, таких как освещение, возраст и пол водителя, состояние проезжей части и значимость дороги.

Оценка пространственных моделей<sup>3</sup> проводилась на основе детализированных данных отдельно для каждого региона и по всей выборке. При проведении анализа на уровне отдельных субъектов РФ для ряда регионов были обнаружены пространственные взаимосвязи как для зависимой, так и для независимых переменных. При этом если для части регионов наличие пространственной зависимости может быть обусловлено их географическими особенностями, то для других оно может объясняться плохим состоянием дорог, а также культурой вождения в этих регионах. Полученные оценки для всей России также показали значимость пространственных эффектов при оценке влияния на смертность в ДТП: если в заданном регионе фиксируется большое количество ДТП со смертельным исходом, это оказывает влияние на показатели смертности в ДТП в соседних регионах. Кроме того, оценки пространственной модели соотносятся с полученными результатами для базовых моделей, не включающих пространственную компоненту.

### **Выводы и предложения по проведению экономической политики**

Благодаря системной работе по повышению безопасности на автомобильных дорогах России в рамках реализации мероприятий национальных проектов и иных стратегических и программных документов удалось достичь

существенного снижения числа дорожно-транспортных происшествий со смертельным исходом. Тем не менее в России сохраняется высокий уровень смертности от ДТП по сравнению с развитыми странами. Реализация комплекса мер, направленных на повышение безопасности и снижение аварийности на дорогах, может снизить частоту случаев ДТП с травматизмом и смертельным исходом.

Полученные количественные оценки влияния детерминант на смертность в ДТП в России в целом совпадают с аналогичными оценками в международной литературе. Качество и состояние дорог вне населенных пунктов зачастую отклоняются от нормативных требований, что ведет к увеличению частоты случаев ДТП и числа аварий со смертельным исходом. При этом на федеральных трассах ситуация в целом лучше, что обусловлено высокой долей автодорог, находящихся в нормативном состоянии. Значимое влияние на увеличение числа случаев ДТП со смертельным исходом оказывают сложные погодные условия, в частности заснеженное и залитое водой покрытие дорожного полотна. Отсутствие освещения в темное время суток также приводит к росту числа ДТП со смертельным исходом.

Полученные оценки показали значимость пространственных эффектов при оценке влияния на смертность в ДТП: если в регионе фиксируется большое количество ДТП со смертельным исходом, это оказывает влияние на показатели смертности в ДТП в соседних регионах. Кроме того, схожие показатели смертности в ДТП в соседних регионах могут быть обусловлены их географическими особенностями и индивидуальными характеристиками, например спецификой культуры вождения.

Представленные результаты подтверждают необходимость решения задачи по приведению автомобильных дорог России в нормативное состояние, оборудованию их освещением, своевременной обработке и контролю состояния за дорожным покрытием, внедре-

<sup>3</sup> Матрица весов для каждого региона построена с использованием метода  $k$  ближайших соседей ( $k = 5$ ).



**Таблица 3**  
**Результаты оценки пространственной модели для показателей смертности от ДТП (логарифм) в административных единицах по 6-му уровню территориального деления**

Категория переменной	Переменная	SLX	
	Константа	0,0200700***	
	Велосипедные дорожки	-0,0560115	
	Вне населенных пунктов	0,0525277***	
	Второстепенные улицы в жилой застройке (переулки)	0,0030341	
	Главные улицы	0,0177133***	
	Магистральные дороги	-0,0227223***	
	Магистральные улицы общегородского значения	-0,0206113***	
	Магистральные улицы районного значения	-0,0170138***	
	Парковые дороги	0,0697469	
Категория улицы <sup>4</sup>	Парковые дороги, пешеходные улицы (пешеходные зоны)	-0,0758303	
	Пешеходные улицы	-0,0302624	
	Поселковые дороги	0,0085305	
	Проезды	-0,0132569	
	Улицы и дороги местного значения в жилой застройке	-0,0179177***	
	Улицы и дороги местного значения в производственных, промышленных и коммунально-складских зонах	-0,0049897	
	Улицы и дороги местного значения научно-производственных промышленных и коммунально-складских районов	-0,0171968***	
	Хозяйственные проезды, скотопрогоны	-0,1238738	
	Значение дороги <sup>5</sup>	Региональная или межмуниципальная (дорога регионального или межмуниципального значения)	0,0484331***
		Федеральная (дорога федерального значения)	0,0678865 ***
Частная (дорога, относящиеся к частной и иным формам собственности)		-0,0045315	
Состояние проезжей части <sup>6</sup>	Гололедица	-0,0215093***	
	Загрязненное	-0,0003318	
	Залитое (покрытое) водой	0,1201799***	
	Заснеженное	-0,0298325***	
	Мокрое	-0,0035057***	
	Обработанное противогололедными материалами	-0,0158016***	
	Пыльное	-0,0100255	
	Свежеуложенная поверхностная обработка	-0,0116035	
Освещение <sup>7</sup>	Со снежным накатом	-0,0205827***	
	В темное время суток, освещение включено	0,0276415 ***	
	В темное время суток, освещение не включено	0,0855114***	
	В темное время суток, освещение отсутствует	0,1166280***	
Тип привода <sup>8</sup>	Сумерки	0,0256120***	
	С задним приводом	0,0096482***	
	С передним приводом	-0,0083062***	
	Пол водителя = мужской	0,0348616***	
	Возраст	0,0002472***	
	Использовался ремень безопасности	0,0373803***	
	<b>Moran I</b>	<b>0,0147***</b>	
	<b>Lagrange Multiplier (lag)</b>	<b>164,899***</b>	
	<b>Lagrange Multiplier (error)</b>	<b>98,684***</b>	

Примечание. Уровень статистической значимости: \* p<0,1; \*\* p<0,05; \*\*\* p<0,01.

Источник: составлено авторами.

<sup>4</sup> Относительно категории «Основные улицы в жилой застройке».

<sup>5</sup> Относительно категории «Местного значения (дорога местного значения, включая относящиеся к собственности поселений, муниципальных районов, городских округов)».

<sup>6</sup> Относительно категории «Сухое».

<sup>7</sup> Относительно категории «Светлое время суток».

<sup>8</sup> Относительно категории «Полноприводные».

нию предупредительных мер в случае сложных погодных условий. Особую значимость имеет обеспечение контроля за использованием средств безопасности, а также качества управления транспортной системой в границах муниципальных образований. ■

### Литература

1. Ликсутов назвал Москву регионом России с самым безопасным дорожным движением // РИАМО, 2020. URL: [https://riamo.ru/article/463116/liksutov-nazval-moskvu-regionom-rossii-s-samym-bezopasnym-dorozhnym-dvizheniem.xl?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop](https://riamo.ru/article/463116/liksutov-nazval-moskvu-regionom-rossii-s-samym-bezopasnym-dorozhnym-dvizheniem.xl?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop)
2. Около 60% смертельных ДТП в Москве происходят из за превышения скорости // РИАМО, 2020. URL: <https://riamo.ru/article/463115/okolo-60-smertelnyh-dtp-v-moskve-proishodyat-iz-za-prevysheniya-skorosti.xl>
3. Рейтинг российских регионов по аварийности на дорогах // РИА Новости, 2020. URL: <https://ria.ru/20200224/1564977090.html>
4. Фаттахов Т. Дорожно-транспортный травматизм в России и его факторы // Социальные аспекты здоровья населения. 2015. Т. 44. № 4. С. 5–23.
5. Aderamo A. Spatial pattern of road traffic accident casualties in Nigeria // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2012. Vol. 3. No. 2. Pp. 61–61.
6. Agüero-Valverde J., Jovanis P. Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania // Accident Analysis & Prevention. 2006. Vol. 38. No. 3. Pp. 618–625.
7. Alluri S. et al. Emergency Medical Service Usage and its Effect on Outcomes in Road Traffic Accident Victims in India // Prehospital and Disaster Medicine. 2017. Vol. 32. No. 1. Pp. 164–165.
8. Behbahani N.R. et al. Studying the epidemiology of fatal traffic accidents in the Khuzestan Province // Jundishapur Journal of Health Sciences. 2016. Vol. 8. No. 2.
9. Brude U., Larsson J. Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved. How well do they fit? // Accident Analysis & Prevention. 1993. Vol. 25. No. 5. Pp. 499–509.
10. Buyukozkan G., Cifci G., Guleryuz S. Strategic analysis of healthcare service quality using fuzzy AHP methodology // Expert systems with applications. 2011. Vol. 38. No. 8. Pp. 9407–9424.
11. Cliff A., Ord J. Spatial process: models and applications. London. Pion. 1981.
12. Karlaftis M., Tarko A. Heterogeneity considerations in accident modeling // Accident Analysis & Prevention. 1998. Vol. 30. No. 4. Pp. 425–433.
13. Miaou S., Lum H. Modeling vehicle accidents and highway geometric design relationships // Accident Analysis & Prevention. 1993. Vol. 25. No. 6. Pp. 689–709.
14. Persaud B. Accident prediction models for rural roads // Canadian Journal of Civil Engineering. – 1994. Vol. 21. No. 4. Pp. 547–554.
15. Robinson A. H. The necessity of weighting values in correlation analysis of areal data // Annals of the Association of American Geographers. 1956. Vol. 46. No. 2. Pp. 233–236.
16. Thomas E. Maps of residuals from regression: their characteristics and uses in geographic research. Department of Geography, State University of Iowa, 1960. No. 2.

### References

1. Liksutov called Moscow the region of Russia with the safest road traffic // RIAMO, 2020. URL: [https://riamo.ru/article/463116/liksutov-nazval-moskvu-regionom-rossii-s-samym-bezopasnym-dorozhnym-dvizheniem.xl?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop](https://riamo.ru/article/463116/liksutov-nazval-moskvu-regionom-rossii-s-samym-bezopasnym-dorozhnym-dvizheniem.xl?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop)
2. Around 60% of fatal accidents in Moscow are caused by speeding // RIAMO, 2020. URL: <https://riamo.ru/article/463115/okolo-60-smertelnyh-dtp-v-moskve-proishodyat-iz-za-prevysheniya-skorosti.xl>
3. Rating of Russian regions by accident rate on the roads // RIA novosti, 2020. URL: <https://ria.ru/20200224/1564977090.html>
4. Fattakhov T. Road traffic injuries in Russia and their factors // Social Aspects of Public Health. 2015. Vol. 44. No. 4. Pp. 5–23.
5. Aderamo A. Spatial pattern of road traffic accident casualties in Nigeria // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2012. Vol. 3. No. 2. Pp. 61–61.
6. Agüero-Valverde J., Jovanis P. Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania // Accident Analysis & Prevention. 2006. Vol. 38. No. 3. Pp. 618–625.

7. Alluri S. et al. Emergency Medical Service Usage and its Effect on Outcomes in Road Traffic Accident Victims in India // Prehospital and Disaster Medicine. 2017. Vol. 32. No. 1. Pp. 164–165.
8. Behbahani N.R. et al. Studying the epidemiology of fatal traffic accidents in the Khuzestan Province // Jundishapur Journal of Health Sciences. 2016. Vol. 8. No. 2.
9. Brude U., Larsson J. Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved. How well do they fit? // Accident Analysis & Prevention. 1993. Vol. 25. No. 5. Pp. 499–509.
10. Buyukozkan G., Cifci G., Guleryuz S. Strategic analysis of healthcare service quality using fuzzy AHP methodology // Expert systems with applications. 2011. Vol. 38. No. 8. Pp. 9407–9424.
11. Cliff A., Ord J. Spatial process: models and applications. London. Pion. 1981.
12. Karlaftis M., Tarko A. Heterogeneity considerations in accident modeling // Accident Analysis & Prevention. 1998. Vol. 30. No. 4. Pp. 425–433.
13. Miaou S., Lum H. Modeling vehicle accidents and highway geometric design relationships // Accident Analysis & Prevention. 1993. Vol. 25. No. 6. Pp. 689–709.
14. Persaud B. Accident prediction models for rural roads // Canadian Journal of Civil Engineering. – 1994. Vol. 21. No. 4. Pp. 547–554.
15. Robinson A. H. The necessity of weighting values in correlation analysis of areal data // Annals of the Association of American Geographers. 1956. Vol. 46. No. 2. Pp. 233–236.
16. Thomas E. Maps of residuals from regression: their characteristics and uses in geographic research. Department of Geography, State University of Iowa, 1960. No. 2.

### **Road Traffic Accidents and Road Deaths in Russia: A Statistical Approach**

**Kseniia A. Borzykh** – Researcher of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia). E-mail: borzykh-ka@ranepa.ru

**Yury Yu. Ponomarev** – Head of the Laboratory for Infrastructure and Spatial Research of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; Senior Researcher of the Gaidar Institute for Economic Policy, Candidate of Economic Sciences (Moscow, Russia). E-mail: ponomarev@ranepa.ru

*Due to systematic work to improve safety on Russia's roads, both as part of the implementation of national projects and other strategic and programmatic documents, a significant reduction in the number of fatal road traffic accidents (RTA) has been achieved. The article analyzes the determinants of traffic accidents and fatalities in Russia. The simulation results confirm the importance of bringing Russian roads to a standard state, improving lighting equipment, timely treatment and control of the condition of the pavement, the introduction of preventive measures in case of difficult weather conditions.*

*Of particular importance for reducing mortality in accidents is also ensuring control over the use of safety equipment and the quality of transport system management within the boundaries of municipalities, as well as the development of intelligent transport systems. Consideration of spatial effects due to geographical features and individual characteristics of regions, as the specifics of driving culture, is also necessary for the formation of policies aimed at reducing the number of accidents and deaths in accidents.*

*The article was written on the basis of the RANEPА state assignment research programme.*

**Key words:** traffic accidents, morbidity, determinants.

**JEL-codes:** R41, C54.