

Оценка эффективности регулирования дорожных условий, влияющих на смертность в ДТП¹

Н.С. АНТОНЕНКО

E-mail: antonenko-ns@ranepa.ru; ORCID: 0000-0003-0866-1893

Е.А. ПОНОМАРЕВА, кандидат экономических наук

E-mail: ponomareva-ea@ranepa.ru; ORCID: 0000-0003-0489-3961

А.Д. САВИНА

E-mail: savina-ad@ranepa.ru; ORCID: 0000-0002-0708-1929

Институт контрольно-надзорной деятельности, РАНХиГС при Президенте РФ, Москва

Аннотация. Целью исследования является выработка практических рекомендаций по определению приоритетности работ, связанных с устранением нарушений нормативных требований к автомобильным дорогам. При этом принимаются во внимание влияние данных нарушений на смертность в ДТП, с одной стороны, и сроков и стоимости работ по их устранению – с другой. Расчеты соотношения затрат и выгод по дорожностроительным работам выполнены на основе данных о государственных контрактах на реконструкцию и ремонт дорог, наиболее распространенных методов оценки стоимости статистической жизни и количественных оценок влияния неудовлетворительных дорожных условий на смертность в ДТП за период с 2015 по 2019 гг. Всего проанализировано 16 нарушений нормативов и 14 мер по их устранению. Некоторые из них являются эффективными лишь при выполнении определенных условий.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения; повышение безопасности движения; дорожно-транспортные происшествия; смертность в ДТП; стоимость статистической жизни (VSL); анализ затрат и выгод (CBA); дорожная инфраструктура; логистическая регрессия

Введение

Транспортная инфраструктура, и в особенности автомобильные дороги, – важный элемент обеспечения экономической деятельности. Но они же являются источником повышенной опасности для здоровья и жизни граждан. Поэтому государственное регулирование в данной сфере должно основываться на поиске

¹ Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС.

компромисса между экономическим развитием и обеспечением максимальной безопасности.

В работах, посвященных анализу дорожно-транспортных происшествий (ДТП), объектом исследования чаще всего бывает выявление связанных с ними факторов смертности с целью разработки мер по их предотвращению. Однако на деле слишком широкий перечень этих факторов затрудняет принятие решений в условиях ограниченности финансовых и человеческих ресурсов. В настоящем исследовании проводится анализ неявных предпочтений общества с целью оценки эффективности текущего регулирования и выработки рекомендаций по корректировке приоритетности устранения нарушений требований к состоянию автомобильных дорог.

Выявление общественных предпочтений происходит на нескольких этапах: во-первых, при получении интервала для количественного значения стоимости статистической жизни, во-вторых, при определении сроков отдельных видов работ по обеспечению надлежащего состояния автомобильных дорог. В основе таких оценок лежит предположение о том, что жизнь, время и некоторые другие блага, объективно не имеющие цены, все же можно оценить, исходя из того, как общество (или конкретный индивид) упорядочивает между собой имеющиеся альтернативы.

В экономике наиболее широко используемым инструментом оценки эффективности управленческих решений (предпринимаемых мер) является анализ затрат и выгод – cost-benefit analysis (CBA). Коротко говоря, если выгоды (в нашем случае это количество спасенных жизней, хотя, конечно, выгоды от бесперебойно функционирующих дорог этим не исчерпываются, но чаще являются косвенными и сложнее поддаются количественной оценке) превышают издержки (стоимость работ по обеспечению минимальных параметров безопасности дороги), данные меры можно считать эффективными.

Проведенный в настоящей работе анализ позволяет расширить применение результатов эконометрического моделирования от поиска значимых факторов риска смертности на дорогах до формулирования экономически обоснованных решений по снижению этого риска.

Тремя основными составляющими модели СВА в применении к автодорожным работам являются:

- прямые и косвенные издержки внедрения мер повышения безопасности;
- ожидаемое снижение вероятности смертельного исхода в ДТП, связанное с данными мерами повышения безопасности;
- стоимость статистической жизни (как денежный эквивалент прямой или косвенной выгоды общества от снижения смертности на дорогах).

Первый компонент – издержки по снижению смертности в ДТП – как правило, оказывается за рамками научных работ; они рассматриваются как экзогенные переменные при проведении СВА. В мировой практике средние издержки на внедрение отдельных мер прописаны в годовых отчетах и руководствах, выпускаемых национальными министерствами (департаментами) транспорта, или в проектной документации к работам по строительству (реновации) на конкретном участке дороги.

Второй компонент является центральной темой в исследованиях, посвященных моделям ущерба от ДТП. Эконометрический анализ, в силу особенностей эмпирических данных, в основном проводится при помощи одного из двух классов регрессий. Первый вариант: анализ частоты смертельных ДТП на основе моделей счетных данных (более подробно см. [Lord, Mannering, 2010; Mannering et al., 2016]). Второй вариант: модели бинарного и множественного дискретного выбора (упорядоченного и неупорядоченного).

В последние двадцать лет модели второго типа доминируют в исследованиях по дорожно-аварийной тематике [Savolainen et al., 2011], так как позволяют учесть дискретный характер зависимой переменной (например, наличие жертв в ДТП, степень тяжести полученных травм и пр.). Они также дают возможность учитывать в качестве факторов характеристики водителей (возраст, пол, степень опьянения и др.) и транспортных средств (вид, вес и пр.), что недоступно для моделей счетных данных.

Вид конкретной модели дискретного выбора определяется поставленной исследовательской задачей и имеющимися данными. Каждая из них имеет свои преимущества и ограничения, и выбор между ними в конечном счете зависит от требований к объяснительной силе модели и интерпретируемости результатов [Ye, Lord, 2014].

Стандартная классификация ущерба от дорожно-транспортных происшествий, принятая российским ГИБДД, предполагает лишь общую оценку полученных травм: раненых нет, пострадавший скончался в течение 30 суток, раненый находится на амбулаторном лечении, раненый находится на стационарном лечении. Последние две категории плохо отражают характер полученных участником ДТП повреждений и степень их влияния на длительность полученной нетрудоспособности. Недоступность более развернутых данных вызывает сложности при оценке экономических последствий полученных травм. Поскольку в рамках данной работы для оценки экономической эффективности используется стоимость статистической жизни, был выбран вариант регрессии с двумя видами ущерба: со смертельным исходом и без него.

Третий компонент СВА – стоимость статистической жизни (ССЖ) – отражает тот объем финансовых средств, которое государство готово потратить ради предотвращения смерти некоего среднего гражданина. Принято считать, что оно эквивалентно тем денежным потерям, которое понесет общество от его смерти (обзоры имеющихся подходов к определению ССЖ см. в [Bahamonde-Birke et al., 2015; Andersson, 2020]). Существует ряд методик расчета ССЖ, основанных на данных о доходах и используемых для международных сравнений и при формировании политики обеспечения безопасности населения.

Наше исследование организовано следующим образом. При помощи бинарной логистической регрессии из всего массива данных о ДТП во всех регионах России за 2015–2019 гг.² были выбраны оценки коэффициентов при факторах, отражающих неудовлетворительные дорожные условия (НДУ) в момент ДТП. На основе анализа государственных контрактов на строительство, реконструкцию и ремонт дорог федерального и регионального значения с 2014 по 2019 гг.³ был определен набор мер по устранению нарушений нормативного состояния дорог и рассчитана их средняя стоимость. С помощью мета-анализа российских и зарубежных работ, посвященных оценке стоимости статистической жизни, был определен интервал значений этого

² Данные сайта Показатели безопасности дорожного движения. URL: <http://stat.gibdd.ru>

³ Данные сайта государственных закупок ГИС ЕИС. URL: <https://zakupki.gov.ru>

показателя для России. Наконец, был проведен анализ затрат и выгод отобранных мер.

Методология

Анализ затрат и выгод проектов ремонта и реконструкции автомобильных дорог

Затраты на меры по устранению неудовлетворительных дорожных условий распределяются сразу, но отдельные виды этих работ имеют разный «срок жизни». Например, искусственное освещение не требует реконструкции в течение 25 лет после установки, а дорожную разметку необходимо обновлять каждый год. Для того чтобы затраты на благоустройство дорог можно было сравнивать между собой, мы использовали для расчетов годовые приведенные издержки. Они отражают ту сумму, которую государство в среднем за год тратит на то, чтобы устранить нарушения отдельных нормативов на одной полосе 1 километра дороги или зарезервировать на крупные проекты будущих периодов⁴.

$$\text{Годовые приведенные издержки} = \frac{C_i \cdot (1 + r)^{T-1}}{T}, \quad (1)$$

где C_i – средняя стоимость работ на двухполосном участке дороги длиной 1 км, r – ставка дисконтирования, T – ожидаемый срок между работами на данном участке (лет).

Размер выгоды зависит от эффективности принимаемых мер. В нашем исследовании под выгодой понимается влияние на вероятность смертельного исхода в ДТП.

$$\text{Годовые выгоды} = \Delta P \cdot VSL, \quad (2)$$

где ΔP – снижение вероятности смерти в ДТП, вызванное устранением неудовлетворительных дорожных условий; VSL – стоимость статистической жизни.

Неудовлетворительные дорожные условия как фактор смертности в ДТП

Для оценки изменения вероятности смертельного исхода в ДТП из-за разного вида неудовлетворительных дорожных

⁴ Была сформирована выборка всех закупок, связанных со строительством и ремонтом, по каждой были известны стоимость, сроки и вид работ, а также протяженность участка и его местоположение (регион). По каждому виду работ вычислялась удельная стоимость в 1 год на 1 км дороги на одну полосу движения, без учета класса дороги.

условий в бинарных логистических регрессиях используются значения предельных эффектов, которые представляют собой количественную оценку вклада каждого вида НДУ в вероятность смертельного исхода. Соответствующий эконометрический анализ подробно описан в одной из наших работ [Пономарева, Савина, 2022], здесь мы используем его готовые результаты.

Оценка стоимости статистической жизни

Данная оценка сильно различается по странам⁵ и зависит от выбранного метода и особенностей используемых для расчета данных. При международных сравнениях для обеспечения сопоставимости выводов нередко применяются методы оценки на базе величин, полученных для других стран. Различают два основных метода [Narain, Sall, 2016]: (1) простой перенос значений с поправкой на разницу в доходах и инфляцию и (2) функция для расчета стоимости статистической жизни.

Первый из них базируется на предположении, что величина стоимости статистической жизни пропорциональна душевым доходам [Hammitt, Robinson, 2011]:

$$VSL_B = VSL_A \left(\frac{Income_B}{Income_A} \right)^{elasticity}, \quad (3)$$

где VSL_A – оценка жизни в базовой стране А; VSL_B – искомая приведенная оценка жизни для страны В; $Income$ – доходы рассматриваемых стран (ВВП или ВВП на душу населения, конвертированные в единую валюту), $elasticity$ – межстрановая эластичность стоимости статистической жизни по доходам.

Данный метод относительно прост и популярен. Однако он требует предположений о величине эластичности, и здесь у исследователей нет консенсуса. Одни утверждают [Narain, Sall, 2016], что для стран со средним и низким доходами эта эластичность находится в интервале от 1,0 до 1,4. Другие доказывают [Viscusi, Masterman, 2017], что международная оценка эластичности статистически неотличима от 1,0. Третьи [Robinson et al., 2019] предлагают использовать в качестве базы показатели США (ССЖ и ВВП на душу населения – \$9,4 млн и \$57,900 соответственно, в ценах 2015 г.) и принять эластичность равной 1,5.

⁵ Поскольку у разных стран сильно различается доход (ВВП).

Второй метод исходит из того, что готовность платить за безопасность жизни может быть представлена в виде функции от количественных переменных (преимущественно – описывающих национальный душевой доход), а значит, используя известные параметры базовых стран, можно оценить коэффициенты функции и применить их к другим государствам. В одной из работ [Milligan et al., 2014] представлена выборка из 308 страновых оценок статистической стоимости жизни (123 развивающихся страны и 185 стран с высоким доходом) и проведен мета-анализ с помощью регрессии. Результатом стала функция для оценки значения ССЖ для транспортной отрасли (T) в странах со средним и низким доходами (LMC):

$$VSL_{T,LMC} = 1,3732 \cdot 10^{-4} \cdot gdp_{cap}^{2,478}, \quad (4)$$

где gdp_{cap} – ВВП на душу населения в долларах США 2015 г., с поправкой на паритет покупательной способности (ППС).

Еще один метод корректирования оценок статистической стоимости жизни для целей государственной политики используется для верификации. Для этого вычисляют соотношение между полученными тем или иным способом оценками ССЖ и ВВП на душу населения сравниваемых стран. Мета-анализ, проведенный в одной из работ [Narain, Sall, 2016], показал, что для стран со средним доходом такое соотношение должно составлять 55:1–80:1.

Данные

Проведенное ранее эконометрическое моделирование на данных по России за 2015–2019 гг. позволило оценить влияние различных факторов на вероятность смертельного исхода в ДТП (см. [Пономарева, Савина, 2022]). Эти оценки включали 29 видов неудовлетворительных дорожных условий, из которых для анализа экономической эффективности государственного регулирования состояния автомобильных дорог были отобраны те, что а) значимо влияют на смертность в ДТП, б) могут быть устранены посредством ремонтных работ и в) по которым в период с 2014 по 2019 гг. был заключен хотя бы один государственный контракт. Итоговая выборка включает 16 видов неудовлетворительных дорожных условий.

В ежегодных докладах Минтранса РФ о стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания 1 км автомобильных дорог общего пользования показатели представлены в обобщенном виде, без деления на отдельные виды работ. Поэтому в рамках данного исследования затраты по видам работ, необходимых для устранения тех или иных неудовлетворительных дорожных условий, были получены посредством анализа госконтрактов. Итоговая база состоит из 357 контрактов, заключенных в 2014–2019 гг., ремонтные и строительные работы по которым производились на участках дороги общей протяженностью 9212 км. Стоимость контрактов была приведена к ценам 2019 г.

Результаты и обсуждение

В России нет официально признанной методологии расчета стоимости статистической жизни. В научной литературе нам удалось найти только одну работу, посвященную оценке этого показателя применительно к транспортной отрасли [Колесникова и др., 2016]. Для целей данного исследования мы воспользовались способами, применяемыми в таких случаях для международных сравнений.

Интервальная оценка была проведена на базе исследований, посвященных определению стоимости жизни в транспортной отрасли разных стран, и проведенных после 2005 г. (табл. 1). Для оценки стоимости жизни в литературе традиционно используется один из следующих подходов. Метод *заявленных предпочтений* предполагает сопоставление различных альтернатив, одна из которых связана с риском для жизни. Метод *выявленных предпочтений* предполагает оценку стоимости статистической жизни на основе опросов населения, метод *человеческого капитала* – как совокупный приведенный доход, генерируемый средним гражданином. За страновой доход был принят ВВП на душу населения⁶; эластичность принята на уровне 1,0 (см. [Viscusi, Masterman, 2017]).

⁶ GNI per capita, PPP (current international \$): World Development Indicators database, World Bank.

Таблица 1. Мета-анализ оценок ССЖ по направлению «безопасность на дорогах», выбранных в качестве базовых значений

| Исследование | Метод | Страна | Оценка ССЖ | Валюта |
|---------------------------------|---|-----------|-------------------------|--------------|
| [Yang et al., 2016] | ЗП* | Китай | 3,73 | 2015 млн RMB |
| [Svensson, 2009] | ЗП | Швеция | 77 | 2006 млн SEK |
| | ЗП | | 20 | 2006 млн SEK |
| | ЗП | | 35 | 2006 млн SEK |
| | ЗП | | | |
| [Jażdżik-Osmólska, 2021] | ЗП | Польша | 4,4–7,2 ¹⁾ | 2014 млн PLN |
| [Wijnen, 2021] | Гибридный | Казахстан | 113,92 | 2012 млн KZT |
| [Колесникова и др., 2016] | ЧК*** + прямые издержки | Россия | 11,25 ³⁾ | 2013 млн RUR |
| [Wijnen et al., 2019] | Официальный показатель (ЧК) | Словакия | 0,7 | 2015 млн EUR |
| | Официальный показатель (готовность платить) | Австрия | 3 | 2015 млн EUR |
| [Sánchez-Martínez et al., 2021] | ЗП | Испания | 1,3–1,7 | 2020 млн EUR |
| [O'Brien, 2018] | ВП** | США | 9,2 | 2009 млн USD |
| [Li, 2010] | ВП | США | 10,14 | 2006 млн USD |
| [Alberini, Ščasný, 2011] | ЗП | Италия | 2,827 | 2008 млн EUR |
| | | Чехия | 12,062 | 2008 млн CZK |
| [Liu, Zhao, 2013] | ЗП | Китай | 0,36 | 2011 млн RMB |
| [Mon et al., 2018] | ЗП | Мьянма | 118,062 | 2015 млн MMK |
| [Flügel et al., 2019] | ЗП | Норвегия | 45,5–58,3 ²⁾ | 2010 млн NOK |
| [Le et al., 2011] | ЗП | Сингапур | 1,436–3,29 | 2008 млн USD |
| [Antoniou, Kostovasilis, 2016] | ЗП | Греция | 2,35–3,65 | 2011 млн EUR |
| [Carlsson et al., 2010] | ЗП | Швеция | 19,965 | 2007 млн SEK |
| [Ara Aksoy, 2020] | ЗП | Турция | 0,74059 | 2012 млн TL |

Примечание. ЗП* – заявленные предпочтения, ВП** – выявленные предпочтения, ЧК*** – человеческий капитал.

1) В исследовании производился расчет нескольких точечных оценок: 4,4 млн PLN для пешеходов, 7,2 млн PLN – для водителей за пределами населенных пунктов, 5,8 млн PLN – для водителей в населенных пунктах.

2) Точечная оценка для пассажиров автобусов составила 45,5 млн NOK, для пассажиров автомобилей – 58,3 млн NOK.

3) Без учета компенсации морального ущерба.

Точечные оценки стоимости жизни, полученные в рамках отобранных исследований, были переведены из национальной валюты в международные доллары по ППС⁷ того года, в котором они были проведены. Затем в соответствии с формулой (3) была произведена серия оценок стоимости жизни для России

⁷ PPP conversion factor, GDP (LCU per international \$): World Development Indicators database, World Bank.

с использованием значений и временных периодов других стран как базовых. Полученные результаты были переведены в рубли по ППС и приведены к ценам 2019 г. Медианное значение стоимости статистической жизни составило 54,17 млн руб. (2,11\$ млн при пересчете по ППС⁸).

Оценка стоимости жизни, полученная по методике Робинсона и его коллег [Робинсон и др., 2019], составила 74,67 млн руб. (2,93\$ млн по ППС).

На втором этапе мы рассчитали стоимость статистической жизни на основе функции [Milligan et al., 2014]. Получившаяся оценка для России составила 68,88 млн руб. (2,7\$ млн по ППС). На третьем этапе была подготовлена серия оценок, основанных на рекомендованном значении соотношения ССЖ/ВВП на душу населения. Полученные оценки позволили сформировать интервал от 40,94 млн руб. до 59,55 млн руб. (от 1,61 млн до 2,33 млн долл. по ППС). После приведения к ценам 2019 г. *итоговый интервал оценок стоимости жизни для России составил от 40,94 млн руб. до 74,67 млн руб.* (от 1,61 млн до 2,93 млн долл. по ППС). Для целей дальнейшего исследования эти значения будут выступать нижней и верхней границей интервальной оценки стоимости жизни.

Результаты построения бинарной логистической регрессии показали, что наличие одного из 16 видов неудовлетворительных дорожных условий на том или ином участке дороги увеличивает вероятность смертельного исхода в ДТП на 0,4%–5,8% (табл. 2). При умножении стоимости жизни на предельный эффект от каждого неудовлетворительного дорожного условия формируется сторона «выгод» в модели СВА.

Представленные в таблице 16 видов нарушений нормативов содержания дорог могут быть устранены посредством 14 видов работ. Для каждой пары «НДУ – меры по их устранению» были рассчитаны коэффициенты соотношения выгод и затрат (benefit-to-cost ratio, BCR). Большинство из них выше единицы, т.е. выгоды перевешивают затраты, и мера должна быть признана эффективной. Однако две меры – устройство искусственного электроосвещения и замена несоответствующих требованиям барьерных и тросовых ограждений – оказались чувствительны к оценке стоимости статистической жизни (эффективны на верхней границе оценки, но неэффективны на нижней).

⁸ В 2019 г. по ППС один международный доллар составлял 25,5 руб.

Любопытно также, что приобретение и установка барьерных ограждений в случаях, когда они отсутствуют в надлежащих местах, экономически эффективны при любом значении стоимости жизни, но если они всего лишь не соответствуют нормативам, эффективность работ по их замене не так очевидна. Это говорит о том, что требования к дорожным ограждениям чересчур жесткие и могут быть ослаблены без снижения уровня безопасности на дорогах.

Еще две меры, призванные устранить три вида неудовлетворительных дорожных условий, связанных с качеством дорожного покрытия (дефекты, неровности и низкие сцепные качества покрытия), оказались экономически неэффективными. Это означает, что государство переоценивает риск для жизни граждан, связанный с этими дорожными условиями, и проявляет непропорционально высокую готовность платить за их устранение. В то же время, если решение о проведении этих работ принимается не только в рамках повышения безопасности движения, но и, например, для повышения скорости сообщения, мобильность оказывается одной из составляющих выгод, наряду со стоимостью статистической жизни (хотя, как правило, спасение жизни осуществляется за счет снижения мобильности).

К основным ограничениям исследования следует отнести тот факт, что информация о неудовлетворительных дорожных условиях, хоть и стандартизированная, поступает от инспекторов ГИБДД, а значит, может оказаться неполной из-за человеческого фактора. Отметим также, что в рамках исследования рассматривается влияние на смертность только отклонения от нормативов, а качество и обоснованность последних не учитываются. Кроме того, наша модель не предполагает выявление участков, на которых необходимо, например, установить разделительные барьеры – в фокусе исследования оказались только те случаи, когда нормативы требуют их наличия, и нарушение этих требований повлияло на смертность в ДТП.

Исследование охватывает всю территорию страны и построено на средних величинах, то есть не отражает специфики отдельных дорог или регионов в части состояния дорог и издержек на ремонтные работы. Однако такой подход позволил собрать большое количество наблюдений и повысить точность оценок эффектов, которые различные меры оказывают на смертность.

Таблица 2. Основные показатели и результаты анализа выгод и затрат (в ценах 2019 г.)

| Неудовлетворительные условия дороги (НДУ) | Предельный эффект НДУ на риск смерти в ДТП | Работы по устранению НДУ | Средняя стоимость работ* | Срок службы (лет) | Приведенная годовая стоимость работ*** | Интервал В/С ratio | |
|--|--|--|--------------------------|-------------------|--|--------------------|---------------------|
| | | | | | | нижняя граница ССЖ | верхняя граница ССЖ |
| Дефекты покрытия | 0,004 | Восстановление изношенных дорожных покрытий; устранение просадок (деформаций и повреждений) покрытия; восстановление гравийного покрытия | 16 011,96 | 6,7 | 3 609,09 | 0,05 | 0,08 |
| Неровное покрытие | 0,033 | | | | | 0,37 | 0,68 |
| Низкие сцепные качества покрытия | 0,01 | Устройство тонкослойного покрытия | 9358,46 | 2 | 5030,17 | 0,08 | 0,15 |
| Отсутствие освещения | 0,038 | Устройство искусственного электроосвещения | 7733,88 | 25 | 1754,93 | 0,89 | 1,62 |
| Отсутствие тротуаров (пешеходных дорожек) | 0,011 | Строительство тротуара | 1710,50 | 7 | 377,12 | 1,19 | 2,18 |
| Отсутствие, плохая различимость горизонтальной разметки проезжей части | 0,008 | Нанесение горизонтальной разметки | 250,07 | 1 | 250,07 | 1,31 | 2,39 |
| Недостатки зимнего содержания | 0,007 | Механизированная снегоочистка и борьба с зимней скользкостью | 182,36 | 1 | 182,36 | 1,57 | 2,87 |

| | | | | | | | |
|--|-------|---|-----------|-----|--------|--------|--------|
| Отсутствие дорожных ограждений в необходимых местах | 0,049 | Приобретение и устройство барьерных и тротуарных ограждений | 3543,96 | 5 | 946,57 | 2,12 | 3,87 |
| Несоответствие дорожных ограждений предъявляемым требованиям | 0,018 | | | | | 0,78 | 1,42 |
| Плохая видимость светофора | 0,033 | Установка светофора | 2296,92** | 10 | 440,37 | 3,07 | 5,60 |
| Неудовлетворительное состояние обочин | 0,039 | Приведение в нормативное состояние обочин | 2253,80 | 6,7 | 508,01 | 3,14 | 5,73 |
| Неисправное освещение | 0,058 | Выполнение работ по содержанию линий наружного освещения | 204,46 | 1 | 204,46 | 11,61 | 21,18 |
| Отсутствие направляющих устройств и световозвращающих элементов на них | 0,029 | Приобретение и установка направляющих устройств | 84,91 | 2 | 45,64 | 26,01 | 47,45 |
| Неправильное применение, плохая видимость дорожных знаков | 0,008 | Замена дорожных знаков | 32,87** | 5 | 8,78 | 37,31 | 68,05 |
| Отсутствие дорожных знаков в необходимых местах | 0,013 | Приобретение и установка дорожных знаков | 18,95** | 5 | 5,06 | 105,17 | 191,82 |
| Плохая видимость световозвращателей, размещенных на дорожных ограждениях | 0,026 | Приобретение и замена световозвращателей, размещенных на дорожных ограждениях | 28,67 | 7 | 6,32 | 168,41 | 307,16 |

Примечание. * Тыс. руб. за 1 км двух полос дороги, если не указано иное.

** Тыс. руб. за 1 ед.

*** Тыс. руб. С-ставка дисконтирования $\gamma = 7,5\%$ – значение ключевой ставки по состоянию на декабрь 2021 г., когда производились расчеты.

Необходимо отметить, что некоторые результаты приведенного в таблице 2 анализа чувствительны к принятым предположениям относительно оценки ССЖ и ставки дисконтирования. Так, чувствительность BCR к ставке дисконтирования (табл. 3) выше для мер с более длительным сроком службы и отсутствует для мер, действующих не более года.

Таблица 3. Чувствительность BCR к ставке дисконтирования

| Неудовлетворительные условия дороги | 6,5% (-1 п.п.) | 7% (-0.5 п.п.) | 8% (+0.5 п.п.) | 8,5% (+1 п.п.) | 9% (+1.5 п.п.) | 12,5 (+5 п.п.) |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Недостатки зимнего содержания | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Отсутствие освещения | 25,1 | 11,8 | -10,5 | -19,9 | -28,3 | -66,4 |
| Неисправное освещение | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Неудовлетворительное состояние обочин | 5,5 | 2,7 | -2,6 | -5,1 | -7,6 | -22,8 |
| Отсутствие дорожных знаков в необходимых местах | 3,8 | 1,9 | -1,8 | -3,6 | -5,4 | -16,6 |
| Неправильное применение, плохая видимость дорожных знаков | 3,8 | 1,9 | -1,8 | -3,6 | -5,4 | -16,6 |
| Отсутствие, плохая различимость горизонтальной разметки проезжей части | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Отсутствие тротуаров (пешеходных дорожек) | 5,8 | 2,8 | -2,7 | -5,4 | -8,0 | -23,9 |
| Отсутствие дорожных ограждений в необходимых местах | 3,8 | 1,9 | -1,8 | -3,6 | -5,4 | -16,6 |
| Несоответствие дорожных ограждений предъявляемым требованиям | 3,8 | 1,9 | -1,8 | -3,6 | -5,4 | -16,6 |
| Отсутствие направляющих устройств и световозвращающих элементов на них | 0,9 | 0,5 | -0,5 | -0,9 | -1,4 | -4,4 |
| Плохая видимость световозвращателей, размещенных на дорожных ограждениях | 5,8 | 2,8 | -2,7 | -5,4 | -8,0 | -23,9 |
| Плохая видимость светофора | 8,8 | 4,3 | -4,1 | -8,0 | -11,7 | -33,6 |
| Низкие сцепные качества покрытия | 0,9 | 0,5 | -0,5 | -0,9 | -1,4 | -4,4 |
| Дефекты покрытия | 5,5 | 2,7 | -2,6 | -5,1 | -7,6 | -22,8 |

Изменение значения эластичности на первом этапе расчета стоимости статистической жизни приводит к выходу полученного медианного значения за границы итогового интервала 40,94–74,67 млн руб. только при эластичности равной 1,5 (табл. 4). В этом случае нижняя граница оценки стоимости жизни смещается до 37,96 млн руб., что приводит к снижению BCR на 7%, но не влияет на качественную оценку эффективности работ.

Таблица 4. Влияние выбора эластичности по доходу на полученный интервал оценки ССЖ

| Эластичность | Медианное значение ССЖ* | Попадает ли полученная медиана в итоговый интервал оценки ССЖ 40,94–74,67 млн руб. |
|--|-------------------------|--|
| e=0,8 для всех стран | 57,7 | Да |
| e=1,2 для всех стран | 50,0 | Да |
| e=1,4 для всех стран | 41,6 | Да |
| e=1,5 для всех стран | 38,0 | Нет |
| Для стран с ВВП на душу населения ниже, чем в России e=1, для стран с ВВП выше e=1,2 | 50,0 | Да |
| Для стран с ВВП на душу населения выше, чем в России e=1, для стран с ВВП ниже e=1,2 | 55,9 | Да |
| Для стран с ВВП на душу населения выше, чем в России e=1, для стран с ВВП ниже e=1,4 | 57,1 | Да |
| Для стран с ВВП на душу населения ниже, чем в России e=1, для стран с ВВП выше e=1,4 | 41,6 | Да |
| Для стран с ВВП на душу населения выше, чем в России e=0,8, для стран с ВВП ниже e=1,4 | 63,6 | Да |

Примечание. *В серии оценок, полученных на основе исследований, приведенных в таблице 1.

Некоторые виды работ останутся эффективными или неэффективными при любой правдоподобной ставке дисконтирования (табл. 5). Большие ее значения говорят о необходимости закрепления за соответствующими видами работ более высокого приоритета как с точки зрения выделения финансирования, так и с точки зрения сроков исполнения. К таким работам можно отнести приобретение и установку дорожных знаков, направляющих устройств и световозвращателей на дорожных ограждениях, а также их своевременную замену. При существующей ставке дисконтирования в 7,5% эти меры, а также работы по содержанию линий наружного освещения останутся эффективными даже при стоимости статистической жизни ниже 4 млн руб., что свидетельствует о необходимости повышения приоритетности этих работ.

Таблица 5. Влияние варьируемых показателей на результаты анализа выгод и затрат

| Неудовлетворительные дорожные условия | Ставка дисконтирования, ниже которой работы эффективны на нижней границе ССЖ, % | Ставка дисконтирования, ниже которой работы эффективны на верхней границе ССЖ, % | Минимальное значение ССЖ, начиная с которого работы эффективны при ставке 7,5% |
|---|---|--|--|
| Недостатки зимнего содержания | Неприменимо* | Неприменимо* | 26,05 |
| Отсутствие освещения | 7,0 | 9,7 | 46,18 |
| Неисправное освещение | Неприменимо* | Неприменимо* | 3,53 |
| Неудовлетворительное состояние обочин | 31,4 | 46,0 | 13,03 |
| Отсутствие дорожных знаков в необходимых местах | 244,3 | 300,1 | 0,39 |
| Неправильное применение, плохая видимость дорожных знаков | 165,7 | 208,8 | 1,10 |
| Отсутствие, плохая различимость горизонтальной разметки проезжей части | Неприменимо* | Неприменимо* | 31,26 |
| Отсутствие тротуаров (пешеходных дорожек) | 10,7 | 22,4 | 34,28 |
| Отсутствие дорожных ограждений в необходимых местах | 29,7 | 50,7 | 19,32 |
| Несоответствие дорожных ограждений предъявляемым требованиям | 1,0 | 17,3 | 52,59 |
| Отсутствие направляющих устройств и светооворачивающих элементов на них | 2696,4 | 5000,4 | 1,57 |
| Плохая видимость светооворачивателей, размещенных на дорожных ограждениях | 152,6 | 179,2 | 0,24 |
| Плохая видимость светофора | 21,8 | 30,2 | 13,34 |
| Низкие сцепные качества покрытия | -91,3** | -84,0** | 503,02 |
| Дефекты покрытия | -37,5** | -30,6** | 902,27 |
| Неровное покрытие | -9,5** | 0,5 | 109,37 |

Примечания. * При расчетах ставка дисконтирования не использовалась ввиду ограниченности интервала работ одним годом; ** отрицательная ставка фактически означает необходимость снижения приоритета отмеченных работ ввиду относительно низких значений BCR.

Низкие, в том числе отрицательные, ставки дисконтирования, напротив, указывают на избыточную концентрацию регулирования. Это характерно для таких видов работ, как корректировка различных дефектов покрытия, восстановление изношенных дорожных покрытий, ликвидация деформаций и пр. – их приоритетность следует снизить.

Заключение

Целью данной работы являлась разработка обоснованных рекомендаций по приоритизации устранения неудовлетворительных дорожных условий. Для этого с использованием данных о стоимости соответствующих работ и их влиянии на вероятность смерти в ДТП были проанализированы неявные предпочтения общества – общественно приемлемого значения вероятности смерти в ДТП, связанного с наличием неустраненных неудовлетворительных дорожных условий, исходя из возникающих выгод и затрат.

Результаты нашего анализа показали, что работы по устранению 11 видов неудовлетворительных дорожных условий следует признать эффективными с точки зрения сохранения жизни участников дорожного движения, а еще по двум (устройство искусственного электроосвещения и устройство дорожных ограждений для их замены из-за несоответствия предъявляемым требованиям) являются эффективными только на верхней границе оценки стоимости статистической жизни.

Полученные результаты не противоречат выводам, зарубежных исследователей в аналогичных работах. Так, в одной из статей [Daniels et al., 2019] показано, что работы по устройству электроосвещения имеют BCR ниже 1 и, соответственно, экономически неэффективны. А такие меры, как установка направляющих устройств, барьерных ограждений и светофоров, напротив, достаточно эффективны. В другом исследовании [Lyon et al., 2015] утверждается, что нанесение разделительной и краевой горизонтальных полос очень эффективно даже при выборе наиболее дорогих материалов и технологий нанесения.

Из рассмотренных нами мер по устранению неудовлетворительных дорожных условий три (связанные с восстановлением дорожного покрытия) оказались экономически неэффективными с точки зрения сокращения смертности в ДТП. Однако нужно

иметь в виду, что такого вида работы сильно зависят от текущего состояния дорог, и их объем (а значит, и стоимость) может быть неравномерно распределен между различными участками. Не стоит также забывать о том, что ремонт и обслуживание дорог производятся не только в рамках программ повышения безопасности, но и в целях поддержания их состояния на приемлемом уровне для использования по прямому назначению – обеспечению связанности территории страны.

Литература/References

Колесникова Д. М., Карабчук Т. С., Сальникова Д. В., Фаттахов Т. А. Оценка социально-экономических общественных потерь от ДТП в России // Вопросы экономики. 2016. № 6. С. 1–16.

Kolesnikova, D., Karabchuk, T., Salnikova, D., Fattahov, T. (2016). Estimation of socio-economic national losses as a result of road accidents in Russia. *Voprosy Ekonomiki*. No. 6. Pp. 1–16. (In Russ.).

Пonomareva Е. А., Савина А. Д. Факторы, влияющие на смертность в ДТП // Экономическая политика. 2022. Т. 17. № 4. С. 128–153.

Ponomareva E. A., Savina A. D. (2022). Factors Influencing Traffic Accident Mortality. *Ekonomicheskaya Politika*. No. 17(4). Pp.128–153. (In Russ.).

Alberini, A., & Ščasný, M. (2011). Context and the VSL: Evidence from a Stated Preference Study in Italy and the Czech Republic. *Environmental and Resource Economics*. No. 49(4). Pp. 511–538.

Andersson, H. (2020). Chapter Three – The value of a statistical life. *Advances in Transport Policy and Planning*, 6.

Antoniou, C., & Kostovasilis, K. (2016). How may external information affect traffic risk perception? *Journal of Transportation Safety & Security*. No. 9(3). Pp. 347–368.

Ara Aksoy, S. (2020). On the benefit transfer of the value of a statistical life. *Turkish Journal of Public Health*. No. 18(2). Pp. 113–128.

Bahamonde-Birke, F. J., Kunert, U., & Link, H. (2015). The Value of a Statistical Life in a Road Safety Context – A Review of the Current Literature. *Transport Reviews*. No. 35(4). Pp. 488–511.

Carlsson, F., Daruvala, D., & Jaldell, H. (2010). Value of Statistical Life and Cause of Accident: A Choice Experiment. *Risk Analysis*. No. 30(6). Pp. 975–986.

Daniels, S., Martensen, H., Schoeters, A., Van den Berghe, W., Papadimitriou, E., Ziakopoulos, A., ... Perez, O. M. (2019). A systematic cost-benefit analysis of 29 road safety measures. *Accident Analysis & Prevention*, No.133(105292).

Flügel, S., Veisten, K., Rizzi, L. I., de Dios Ortúzar, J., & Elvik, R. (2019). A comparison of bus passengers' and car drivers' valuation of casualty risk reductions in their routes. *Accident Analysis & Prevention*. No. 122. Pp. 63–75.

Hammitt, J. K., & Robinson, L. A. (2011). The Income Elasticity of the Value per Statistical Life: Transferring Estimates between High and Low Income Populations. *Journal of Benefit-Cost Analysis*. No. 2(01). Pp. 1–29.

Jądzik-Osmólska, A. (2021). Willingness to Pay for Road Safety Improvements in Poland. *European Research Studies Journal*. No. 3B, 91–112.

Le, H., van Geldermalsen, T., Lim, W. L., & Murphy, P. (2011). Deriving accident costs using willingness-to-pay approaches-A case study for Singapore. *Australasian Transport Research Forum (ATRF)*, 34th.

Li, S. (2010). Traffic safety and vehicle choice: quantifying the effects of the "arms race" on American roads. *Journal of Applied Econometrics*. No. 27(1). Pp. 34–62.

Liu, W., & Zhao, S. (2013). The Value of Statistical Life in Road Traffic Based on Logit Model. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. No. 13(1), Pp. 137–141.

Lord, D., F. Mannering. (2010). The Statistical Analysis of Crash-Frequency Data: A Review and Assessment of Methodological Alternatives. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, No. 44(5). Pp. 291–305.

Lyon, C., Persaud, B., Eccles, K. (2015). *Safety Evaluation of Centerline Plus Shoulder Rumble Strips*.

Mannering, F.L., Shankar, V., & Bhat, C.R. (2016). Unobserved heterogeneity and the statistical analysis of highway accident data. *Analytic Methods in Accident Research*. No. 11. Pp. 1–16.

Milligan, C., Kopp, A., Dahdah, S., & Montufar, J. (2014). Value of a statistical life in road safety: A benefit-transfer function with risk-analysis guidance based on developing country data. *Accident Analysis & Prevention*. No. 71. Pp. 236–247.

Mon, E.E., Jomnonkwo, S., Khampirat, B., Satiennam, W., & Ratanavaraha, V. (2018). Willingness to pay for mortality risk reduction for traffic accidents in Myanmar. *Accident Analysis & Prevention*. No. 118. Pp. 18–28.

Narain, U, Sall, C. (2016). *Methodology for valuing the health impacts of air pollution: discussion of challenges and proposed solutions*. World Bank Group.

O'Brien, J. (2018). Age, autos, and the value of a statistical life. *Journal of Risk and Uncertainty*, No. 57(1). Pp. 51–79.

Robinson, L., Hammit, J., & O'Keefe, L. (2019). Valuing Mortality Risk Reductions in Global Benefit-Cost Analysis. *Journal of Benefit-Cost Analysis*. No. 10(S1). Pp. 15–50.

Sánchez-Martínez, F.I., Martínez-Pérez, J.E., Abellán-Perpiñán, J.M., & Pinto-Prades, J.L. (2021). The value of statistical life in the context of road safety: new evidence on the contingent valuation/standard gamble chained approach. *Journal of Risk and Uncertainty*. No. 63. Pp. 203–228.

Savolainen, P.T., Mannering, F.L., Lord, D., Quddus, M.A. (2011). The statistical analysis of highway crash-injury severities: a review and assessment of methodological alternatives. *Accident Analysis & Prevention*. No. 43. Pp. 1666–1676.

Svensson, M. (2009). Precautionary behavior and willingness to pay for a mortality risk reduction: Searching for the expected relationship. *Journal of Risk and Uncertainty*. No. 39(1). Pp. 65–85.

Viscusi, W., & Masterman, C. (2017). Income Elasticities and Global Values of a Statistical Life. *Journal of Benefit-Cost Analysis*. No. 8(2). Pp. 226–250.

Wijnen, W. (2021). Socio-economic costs of road crashes in middle-income countries: Applying a hybrid approach to Kazakhstan. *IATSS Research*. No. 45(3). Pp. 293–302.

Wijnen, W., Weijermars, W., Schoeters, A., van den Berghe, W., Bauer, R., Carnis, L., ... Martensen, H. (2019). An analysis of official road crash cost estimates in European countries. *Safety Science*. No. 113. Pp. 318–327.

Yang, Z., Liu, P., & Xu, X. (2016). Estimation of social value of statistical life using willingness-to-pay method in Nanjing, China. *Accident Analysis & Prevention*. No. 95. Pp. 308–316.

Ye, F., & Lord, D. (2014). Comparing three commonly used crash severity models on sample size requirements: Multinomial logit, ordered probit and mixed logit models. *Analytic methods in accident research*. No. 1. Pp. 72–85.

Статья поступила 10.10. 2022

Статья принята к публикации 15.12.2022

Для цитирования: Антоненко Н.С., Пономарева Е.А., Савина А.Д., Оценка эффективности регулирования дорожных условий, влияющих на смертность в ДТП // ЭКО. 2023. № 2. С. 103–122. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-2-103-122

For citation: Antonenko, N.S., Ponomareva, E.A., Savina, A.D. (2023). Assessment of the Effectiveness of Regulation of Road Conditions Affecting Fatalities in Traffic Accidents. *ECO*. No. 2. Pp. 103–122. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-2-103-122

Summary

Antonenko, N.S. E-mail: antonenko-ns@ranepa.ru

Ponomareva, E.A., Cand. Sci. (Econ), E-mail: ponomareva-ea@ranepa.ru

Savina, A.D. E-mail: savina-ad@ranepa.ru

Institute of Control and Supervision; Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow

Assessment of the Effectiveness of Regulation of Road Conditions Affecting Fatalities in Traffic Accidents

Abstract. The purpose of the study is to develop practical recommendations for prioritizing work to eliminate violations of the regulatory requirements for roads. It takes into account the impact of these violations on mortality in accidents, on the one hand, and the timing and cost of work to eliminate them, on the other. Calculations of the cost-benefit ratio for road construction works are made on the basis of the data on government contracts for road reconstruction and repair, the most common methods of estimating the cost of statistical life and quantitative estimates of the impact of poor road conditions on traffic fatalities for the period from 2015 to 2019. A total of 16 regulatory violations and 14 corrective actions were analyzed. Some of them are effective only if certain conditions are met.

Keywords: road safety; traffic safety improvement; road accidents; traffic fatalities; statistical life cost (VSL); cost-benefit analysis (CBA); road infrastructure; logistic regression