



## ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И ИСТОРИЯ СОЦИОЛОГИИ/THEORY, METHODOLOGY AND HISTORY OF SOCIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.75>

### РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ СВЯЗИ МЕЖДУ ЧИСЛОМ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ И КОЛИЧЕСТВОМ ПОСТРАДАВШИХ

Научная статья

**Деменченок О.Г.\***

<sup>1</sup>ORCID : 0009-0003-3548-0390;

<sup>1</sup> Восточно-Сибирский институт МВД России, Иркутск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (asksystem[at]yandex.ru)

#### **Аннотация**

Данная статья посвящена анализу статистической взаимосвязи между количеством ДТП и числом пострадавших с 2017 по 2024 год. Рассматривается период реализации Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы. Исследуются официальные статистические данные по безопасности дорожного движения в 86 регионах страны. Проведен корреляционный и регрессионный анализ. Выявлена сильная, близкая к функциональной зависимости между числом ДТП и количеством пострадавших. Также обнаружена устойчивая тенденция к снижению числа пострадавших в одном ДТП. Разработана регрессионная модель для прогнозирования, связывающая количество ДТП и число пострадавших и учитывающая указанную тенденцию.

**Ключевые слова:** регрессионный анализ, безопасность, дорожное движение, ДТП, регрессионная модель.

### REGRESSION ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE NUMBER OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS AND THE NUMBER OF VICTIMS

Research article

**Demenchenok O.G.\***

<sup>1</sup>ORCID : 0009-0003-3548-0390;

<sup>1</sup> East-Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Irkutsk, Russian Federation

\* Corresponding author (asksystem[at]yandex.ru)

#### **Abstract**

This article analyzes the statistical relationship between the number of traffic accidents and the number of victims from 2017 to 2024. The period of implementation of the Road Safety Strategy in the Russian Federation for 2018–2024 is examined. Official statistical data on road safety in 86 regions of the country are studied. Correlation and regression analysis was performed. A strong, near-functional relationship between the number of traffic accidents and the number of casualties was identified. A steady downward tendency in the number of casualties per traffic accident was also found. A regression model for forecasting was developed, linking the number of traffic accidents and the number of casualties and taking into account the above-mentioned tendency.

**Keywords:** regression analysis, safety, road traffic, traffic accidents, regression model.

#### **Введение**

В соответствии с данными, опубликованными на официальном сайте Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации, в 2024 году на дорогах общего пользования в России произошло 132 тысячи дорожно-транспортных происшествий (ДТП) [1]. В результате этих аварий погибло 14,4 тысячи человек, 164,8 тысячи получили ранения.

Это количество пострадавших сопоставимо с населением таких городов, как Орёл, Псков или Уссурийск. Природные катаклизмы или техногенные катастрофы, повлекшие 180 тысяч жертв, стали бы настоящей трагедией для всего российского народа. Однако, хотя количество пострадавших в ДТП ежегодно остаётся значительным, это вызывает сравнительно меньший резонанс в обществе.

Тем не менее, каждое ДТП с пострадавшими — это не только личная трагедия для близких, но и нарушение общественной безопасности, создающее угрозу для жизни, здоровья, имущества и нормального функционирования общества в целом. При дорожно-транспортных происшествиях 20% пострадавших получают травмы, которые приводят к инвалидности [2]. Это наносит серьезный ущерб обществу и экономике России.

Учитывая тяжесть последствий аварий на транспорте, Правительство Российской Федерации разработало и приняло Стратегию безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы (далее — Стратегия) [3]. Цели Стратегии заключаются в повышении безопасности дорожного движения и стремлении к нулевой смертности в ДТП к 2030 году.

В докладе о реализации Стратегии [4] указано, что бюджет выделил 6 674,1 миллиона рублей. Госавтоинспекция обновила свое оснащение, Минтранс повысил безопасность перевозок, Росавтодор снизил риски ДТП, Минпромторг внедрил современные технологии для уменьшения аварийности, МЧС улучшило помочь пострадавшим, а Минпросвещения обучало детей правилам дорожного движения. Целевые значения числа погибших не превышены.



Основанные на использовании математического моделирования научные исследования играют важную роль в рамках Стратегии.

Имеются данные, подтверждающие существование статистически значимой связи между количеством ДТП и числом пострадавших. Например, в диссертации В.С. Чамовских «Статистическое исследование дорожно-транспортной обстановки в г. Москве» был проведен корреляционный анализ, который выявил почти функциональную зависимость между числом ДТП и количеством пострадавших (коэффициент корреляции составил 0,991) [5, С. 18].

В работе А.В. Горяинова и Е.А. Полякова рассмотрены факторы, влияющие на число пострадавших в ДТП. В результате получена статистически значимая модель множественной регрессии, объясняющая значительную часть дисперсии зависимой переменной (коэффициент множественной детерминации — 0,743) [6, С. 70].

Для прогнозирования последствий мероприятий по снижению числа ДТП важно разработать регрессионную модель, которая свяжет количество аварий и число пострадавших. Также интересно изучить, как менялись параметры этой модели в период реализации Стратегии.

Исследование базируется на методах математической статистики и статистических данных о состоянии безопасности дорожного движения, доступных на официальном сайте Госавтоинспекции МВД России.

### Основные результаты

Проведены корреляционный и регрессионный анализ годовых статистических данных о состоянии безопасности дорожного движения в 86 регионах России за период реализации Стратегии с 2017 по 2024 год.

Принята линейная регрессионная модель

$$\begin{aligned}y &= a \cdot x + b, \\y &= a \cdot x,\end{aligned}$$

где  $y$  — число пострадавших,  $x$  — количество ДТП,  $b = 0$  (значение результативного признака при нулевом значении независимой переменной  $x$ ).

Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты корреляционного и регрессионного анализа

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.75.1>

Год	$r$	Модель	$R^2$	Значимость F
2017	0,995	$y = 1,349x$	0,996	$9,6 \cdot 10^{-101}$
2018	0,995	$y = 1,350x$	0,995	$3,0 \cdot 10^{-100}$
2019	0,996	$y = 1,350x$	0,995	$2,4 \cdot 10^{-100}$
2020	0,995	$y = 1,338x$	0,995	$1,4 \cdot 10^{-99}$
2021	0,995	$y = 1,329x$	0,994	$8,8 \cdot 10^{-97}$
2022	0,995	$y = 1,333x$	0,995	$4,6 \cdot 10^{-99}$
2023	0,994	$y = 1,320x$	0,994	$3,7 \cdot 10^{-94}$
2024	0,994	$y = 1,309x$	0,993	$4,1 \cdot 10^{-93}$

Установлена очень тесная связь между числом ДТП и количеством пострадавших. Коэффициент корреляции  $r$  превышает 0,99.

Регрессионные модели точно описывают данные. Коэффициент детерминации  $R^2$  превышает 0,99. Это означает, что на неучтенные факторы приходится менее 1% вариабельности зависимой переменной. Модели статистически значимы: вероятность случайного соответствия данных и модели крайне мала (значимость критерия Фишера F).

Параметр модели меняется со временем, наблюдается его снижение. Для прогнозирования последствий мер по снижению числа ДТП нужно учитывать этот тренд.

Поэтому параметр модели следует представить как функцию времени:

$$a(t) = c \cdot t + d,$$

где  $t$  — год,  $c$  и  $d$  — константы.

Получено уравнение регрессии:

$$a(t) = -0,005799 t + 13,05.$$

Эта функциональная зависимость хорошо описывает массив параметров модели за 2017–2024 годы, коэффициент детерминации  $R^2$  составляет 0,902. Она также статистически значима на уровне 0,001, что подтверждает устойчивую тенденцию к снижению числа пострадавших в одном ДТП.

С учетом вариабельности параметра уравнение регрессионной модели принимает вид:

$$\begin{aligned}y &= a \cdot x + b, \\y &= (-0,005799 t + 13,05) \cdot x.\end{aligned}$$

Полученная модель может предсказать, как реализация плана по улучшению безопасности на дорогах и снижению количества ДТП повлияет на число пострадавших.

Прогнозирование с помощью регрессионных моделей опирается на предположение о случайности ошибок аппроксимации — разницы между фактическими и расчетными данными. Для этого должны выполняться три условия: ошибки должны быть случайными и независимыми, а также подчиняться нормальному закону распределения [7, С. 32].

Случайность ошибок проверяется методом «поворотных точек». Точка считается поворотной, если ошибка аппроксимации больше или меньше соседних ошибок. Для подтверждения случайности должно выполняться неравенство [8, С.145]:

$$k > \text{ent}[2(n-2)/3 - 1,96((16n-29)/90)^{0.5}], \quad 3 > 1,$$

где  $k = 3$  — фактическое количество поворотных точек,  $n = 8$  — число наблюдений,  $\text{ent}[\cdot]$  — целая часть выражения.

Независимость ошибок проверяется по критерию Дарбина-Уотсона, который составил 1,35. Это больше критического значения для числа объясняющих переменных  $m = 1$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Поэтому гипотеза о независимости ошибок аппроксимации принимается.

Нормальность распределения ошибок подтверждается коэффициентами асимметрии  $As$  и эксцесса  $Ex$  [9, С. 28]:

$$\begin{aligned} |As| &\leq 3 (6n(n-1)/((n-2)(n+1)(n+3)))^{0.5}, \\ &\quad 0,4 \leq 2,3, \\ |Ex| &\leq 5 (24n(n-1)^2/((n-3)(n-2)(n+3)(n+5)))^{0.5}, \\ &\quad |-1,0| \leq 7,4. \end{aligned}$$

Таким образом, подтверждена пригодность модели для прогнозирования. Например, можно прогнозировать, что в 2025 году среднее количество пострадавших в ДТП снизится до следующей величины:

$$\begin{aligned} a(2025) &= -0,005799 \cdot 2025 + 13,05, \\ a(2025) &= 1,306. \end{aligned}$$

Точечный прогноз можно заменить более надежным интервальным прогнозированием с учетом оценки ошибки  $D$  [10, С. 138]:

$$\Delta = t_\alpha \cdot \sigma \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{k^2}{\sum t^2}}$$

где  $t_\alpha$  — критическое значение  $t$ -статистики Стьюдента ( $\alpha = 0,1$ );  $s$  — среднеквадратическое отклонение расчетных и фактических данных;  $k$  — номер года, на который составляется прогноз, отсчитываемый от середины интервала наблюдения;  $S$   $t^2$  — сумма квадратов номеров годов внутри интервала, отсчитываемых от его середины.

Расчетное значение оценки ошибки прогноза на 2025 год составляет 0,034. Это означает, что фактическое значение показателя  $a$  будет находиться в пределах доверительного интервала:

$$\begin{aligned} a + D &\dots a - D \\ 1,272 &\dots 1,340 \end{aligned}$$

Прогнозируем, что количество числа пострадавших в одном ДТП в России в 2025 году с вероятностью 90% окажется в пределах от 1,272 до 1,34.

## Заключение

В период реализации стратегии обнаружена близкая к функциональной зависимость между числом ДТП и количеством пострадавших. Выявлена устойчивая тенденция к снижению числа пострадавших в одном ДТП. Получена пригодная для прогнозирования регрессионная модель, связывающая количество ДТП и число пострадавших.

## Конфликт интересов

Не указан.

## Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.75.2>

## Conflict of Interest

None declared.

## Review

International Research Journal Reviewers Community

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.75.2>

## Список литературы / References

- Показатели состояния безопасности дорожного движения // Официальный сайт Государственной инспекции безопасности дорожного движения МВД России. — URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 23.09.2025).
- Сazonov K. «ДТП не только приводят к личным трагедиям, но и вредят экономике страны» / K. Сazonov // Известия. — URL: <https://iz.ru/1721536/kirill-sazonov/dtp-ne-tolko-privodit-k-lichnym-tragediam-no-i-vrediat-ekonomike-strany> (дата обращения: 23.09.2025).
- Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2018 № 1-р «Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы». — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_288413/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_288413/) (дата обращения: 23.09.2025).
- Доклад о реализации в 2023 году Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы // Официальный сайт МВД России. — URL: <https://mvd.rf/dejatelnost/results/strategiya-bdd-2018-2024/doklad-o-realizации-v-2023-godu-strategii/> (дата обращения: 23.09.2025).
- Чамовских В.С. Статистическое исследование дорожно-транспортной обстановки в г. Москве: автореф. дис. ... канд. экон. наук / В.С. Чамовских. — Москва, 2005. — 23 с.
- Горянинов А.В. Исследование влияния различных факторов на число пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях с помощью методов регрессионного анализа / А.В. Горянинов, Е.А. Поляков // Моделирование и анализ данных. — 2020. — Т. 10, № 1. — С. 64–74.

7. Лебедева Т.В. Анализ временных рядов и бизнес-прогнозирование: учебно-методическое пособие / Т.В. Лебедева. — Оренбург: ОГУ, 2018. — 240 с.
8. Воскобойников Ю.Е. Эконометрика в Excel: парные и множественные регрессионные модели: учебное пособие / Ю.Е. Воскобойников. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
9. Макшанов А.В. Стохастическое моделирование: учебник для вузов / А.В. Макшанов, А.А. Мусаев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
10. Бучацкая В.В. Методика определения интервальных оценок при прогнозировании методами экстраполяции / В.В. Бучацкая // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. — 2012. — № 3 (106). — С. 136–140.

### **Список литературы на английском языке / References in English**

1. Pokazateli sostojanija bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija [Indicators of road safety status] // Official website of the State Traffic Safety Inspectorate of the Ministry of Internal Affairs of Russia. — URL: <http://stat.gibdd.ru/> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]
2. Sazonov K. «DTP ne tol'ko privodjat k lichnym tragedijam, no i vredjat jekonomike strany» ["Road accidents not only lead to personal tragedies but also harm the country's economy"] / K. Sazonov // Izvestija. — URL: <https://iz.ru/1721536/kirill-sazonov/dtp-ne-tolko-privodjat-k-lichnym-tragedijam-no-i-vredjat-ekonomike-strany> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]
3. Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 08.01.2018 № 1-р «Ob utverzhdenii Strategii bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija v Rossijskoj Federacii na 2018-2024 gody» [Order of the Government of the Russian Federation dated January 8, 2018 No. 1-r "On approval of the Road Safety Strategy in the Russian Federation for 2018-2024"]. — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_288413/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_288413/) (accessed: 23.09.2025). [in Russian]
4. Doklad o realizacii v 2023 godu Strategii bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija v Rossijskoj Federacii na 2018–2024 gody [Report on the implementation in 2023 of the Road Safety Strategy in the Russian Federation for 2018–2024] // Official website of the Ministry of Internal Affairs of Russia. — URL: <https://mvd.rf/ dejatelnost/results/strategiya-bdd-2018-2024/doklad-o-realizации-в-2023-году-стратегии/> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]
5. Chamovskih V.S. Statisticheskoe issledovanie dorozhno-transportnoj obstanovki v g. Moskve: avtoref. dis. ... kand. jekon. nauk [Statistical study of the road traffic situation in Moscow: PhD in Economics abstract] / V.S. Chamovskih. — Moscow, 2005. — 23 p. [in Russian]
6. Gorjainov A.V. Issledovanie vlijanija razlichnyh faktorov na chislo postradavshih v dorozhno-transportnyh proisshestvijah s pomoshh'ju metodov regressionnogo analiza [Study of the influence of various factors on the number of victims in road traffic accidents using regression analysis methods] / A.V. Gorjainov, E.A. Poljakov // Modelirovanie i analiz dannyh [Modeling and Data Analysis]. — 2020. — Vol. 10, № 1. — P. 64–74. [in Russian]
7. Lebedeva T.V. Analiz vremennyh rijadov i biznes-prognozirovaniye: uchebno-metodicheskoe posobie [Time series analysis and business forecasting: educational and methodological guide] / T.V. Lebedeva. — Orenburg: OSU, 2018. — 240 p. [in Russian]
8. Voskobojnikov Ju.E. Jekonometrika v Excel: parnye i mnozhestvennye regressionnye modeli: uchebnoe posobie [Econometrics in Excel: paired and multiple regression models: study guide] / Ju.E. Voskobojnikov. — 2nd ed., corrected. — Saint Petersburg: Lan', 2022. [in Russian]
9. Makshanov A.V. Stochastic modeling: textbook for universities / A.V. Makshanov, A.A. Musaev. — Saint Petersburg: Lan', 2022. [in Russian]
10. Buchackaja V.V. Metodika opredelenija interval'nyh ocenok pri prognozirovaniyu metodami jekstrapoljacii [Methodology for determining interval estimates in forecasting by extrapolation methods] / V.V. Buchackaja // Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 4: Estestvenno-matematicheskie i tehnicheskie nauki [Bulletin of the Adyge State University. Series 4: Natural-Mathematical and Technical Sciences]. — 2012. — № 3 (106). — P. 136–140. [in Russian]