

Научная статья
УДК 656.089:656.9
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-4-594-604>
EDN: QBAZRW



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

А.Г. Шевцова¹ ✉, С.Е. Савотченко², А.А. Юнг¹

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород, Россия

²Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе,
г. Москва, Россия

✉ ответственный автор
shevcova-anastasiya@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Сегодня активным спросом пользуются средства индивидуальной мобильности (СИМ). По данным средств массовой информации (СМИ), особой популярностью рассматриваемые средства передвижения пользуются в южных городах, например городах Краснодарского края, в которых за период с 2018 по 2023 г. произошло 190 ДТП с участием СИМ. С целью оценки изменения ситуации в области аварийности с участием СИМ в масштабах южных городов в рамках данного исследования на примере Краснодарского края разработана модель прогнозирования количества ДТП с участием рассматриваемых средств передвижения.

Методы и материалы. Для прогнозирования количества ДТП в качестве метода исследования использованы математические методы моделирования, в частности применена наука эконометрика, которая довольно часто используется для оценки статистических показателей с математической точки зрения.

Результаты. Авторами разработана модель прогнозирования количества ДТП с участием СИМ для Краснодарского края с достоверностью 67%.

Заключение. Установлено, что увеличивающийся характер изменения рассматриваемых величин возможно описать с применением мультипликативной модели, состоящей из трех компонент – сезонной, трендовой и случайной. Расчет всех компонент дал возможность определить вид модели (), позволяющей произвести расчет количества ДТП с участием СИМ для рассматриваемого субъекта – Краснодарского края.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: средства индивидуальной мобильности, дорожно-транспортные происшествия, временные ряды, эконометрика, мультипликативная модель, прогнозирование

БЛАГОДАРНОСТИ. Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Статья поступила в редакцию 06.05.2024; одобрена после рецензирования 22.06.2024; принята к публикации 14.08.2024.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Шевцова А.Г., Савотченко С.Е., Юнг А.А. Прогнозирование количества дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности на примере Краснодарского края // Вестник СибАДИ. 2024. Т. 21, № 4. С. 594-604. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-4-594-604>

© Шевцова А.Г., Савотченко С.Е., Юнг А.А., 2024



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Origin article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-4-594-604>

EDN: QBAZRW

PREDICTING THE NUMBER OF ROAD ACCIDENTS INVOLVING PERSONAL MOBILITY AIDS ON THE EXAMPLE OF KRASNODAR KRAI

Anastasia G. Shevtsova¹ ✉, Sergei E. Savotchenko², Anastasia A. Jung¹

¹V.G. Shukhova Belgorod State Technological University,
Belgorod, Russia

²Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting Universities,
Moscow, Russia

✉ corresponding author
shevcova-anastasiya@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. Nowadays personal mobility aids (SIMs) are in active demand. According to the data of the mass media, the considered means of mobility are particularly popular in southern cities, such as the cities of Krasnoyarsk region, in which 190 accidents involving SIMs occurred during the period of 2018–2023. In order to assess the changing situation in the field of accidents involving SIMs in the scale of southern cities, a model for predicting the number of accidents involving the considered means of transportation within the framework of this study using the example of Krasnodar Krai was developed.

Methods and Materials. In order to predict the number of traffic accidents, mathematical modelling methods have been used as a research method, in particular the science of econometrics has been applied, which is quite often used to evaluate statistical indicators from a mathematical point of view.

Results. The authors have developed a model for predicting the number of accidents involving SIM for Krasnodar region with a reliability of 67%.

Conclusion. It was found that the increasing nature of change in the considered quantities can be described using a multiplicative model consisting of three components – seasonal, trend and random. The calculation of all components enables to determine the type of model (λ), which can calculate the number of accidents involving SIM for the subject (Krasnodar Krai) under consideration.

KEYWORDS: personal mobility aids, road accidents, time series, econometrics, multiplicative model, forecasting

ACKNOWLEDGEMENTS. The work was carried out within the framework of the federal programme of Priority 2030 university support with the use of equipment on the basis of the High Technology Centre of V.G. Shukhov Belarusian State Technical University.

The article was submitted 06.05.2024; approved after reviewing 22.06.2024; accepted for publication 14.08.2024.

All authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation. Shevtsova A.G., Savotchenko S.E., Jung A.A. Predicting the number of road accidents involving personal mobility aids on the example of Krasnodar krai. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2024; 21 (4): 594-604. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-4-594-604>

© Shevtsova A.G., Savotchenko S.E., Jung A.A., 2024



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Активная застройка жилыми комплексами во многих городах России способствует увеличению численности их населения, особенно это характерно для южных городов и мегаполисов, наравне с этим увеличивается и количество автомобилей, находящихся в личном пользовании. Рост автомобилизации в большинстве российских городов и в целом по стране приводит к возникновению ряда проблем, связанных в первую очередь со снижением пропускной способности городских участков дорог, за счет увеличения автомобильного транспорта, продолжительных задержек в пути, аварийности и др.

В качестве альтернативных мероприятий для улучшения ситуации во многих городах уделяют особое внимание пассажирскому транспорту за счет повышения его привлекательности, например снижением стоимости проезда или открытием новых маршрутов, а также изменением способов организации дорожного движения и выделением специализированных полос для движения общественного транспорта, что значительно снижает время движения и сокращает количество непреднамеренных остановок [1, 2, 3, 4]. Помимо этого, активным спросом начинают пользоваться средства индивидуальной мобильности (СИМ), такие как электросамокаты, гироскутеры, сигвеи и пр. [5, 6, 7, 8, 9]. Следует отметить, что данные средства передвижения обладают рядом преимуществ, которые приобрели особый статус в период пандемии COVID-19 [10]. В первую очередь данные средства передвижения позволяют обеспечить социальное дистанцирование, что являлось важным показателем во времена активного распространения инфекции. Помимо этого, данные средства передвижения могут обладать особой привлекательностью при перемещении на короткие расстояния в радиусе до 5 км за счет возможности использования для движения как пешеходной, так и транспортной инфраструктуры, что значительно сокращает время движения в сравнении с пешеходным движением, а также при использовании личного и общественного транспорта. Также данные средства передвижения относятся к экологическим видам транспорта, что в условиях крупных городов, перенасыщенных автомобильным транспортом и высокой экологической нагрузкой в связи с выбросами вредных веществ, является важным показателем.

Несмотря на ряд положительных аспектов, связанных с использованием СИМ, существу-

ет один из весомых негативных показателей, выраженный высокой степенью аварийности данных устройств [11]. Начиная с 2017 г., согласно данным научного центра по безопасности дорожного движения (НЦ БДД), а также официальным статистическим показателям, в России начинают происходить дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с участием СИМ, в результате которых люди получают ранения и погибают. Так, например, за период с 2019 по 2022 г. в России в общей сложности зафиксировано 2 165 ДТП, в которых было ранено 2 404 чел. и погибло 53 чел.

По данным средств массовой информации (СМИ), особой популярностью рассматриваемые средства передвижения пользуются в южных городах, например городах Краснодарского края, в которых за рассматриваемый период произошло 112 ДТП с участием СИМ. Для оценки изменения аварийности с участием СИМ в масштабах южных городов выполнено исследование, целью которого является прогнозирование количества ДТП с участием средств индивидуальной мобильности. Основные задачи исследования заключаются в следующем: анализ показателей аварийности субъекта Российской Федерации – Краснодарского края; анализ показателей аварийности с участием СИМ на примере Краснодарского края; разработка модели прогнозирования количества ДТП с участием СИМ на примере Краснодарского края.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования являются показатели аварийности, в частности карточки ДТП, представленные в открытом доступе в официальной статистической базе Госавтоинспекции. Следует отметить, что во многих исследованиях данные официальной статистической базы представляют собой основной материал для анализа [12]. Структура поисковых запросов является довольно разнообразной и позволяет оценить аварийность определённого региона по множеству показателей, относящихся к одному из основных компонентов классической системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» [13, 14].

Для прогнозирования количества ДТП в качестве метода исследования использованы математические методы, в частности применена наука эконометрика [15, 16, 17], которая довольно часто используется для оценки статистических показателей с математической точки зрения.

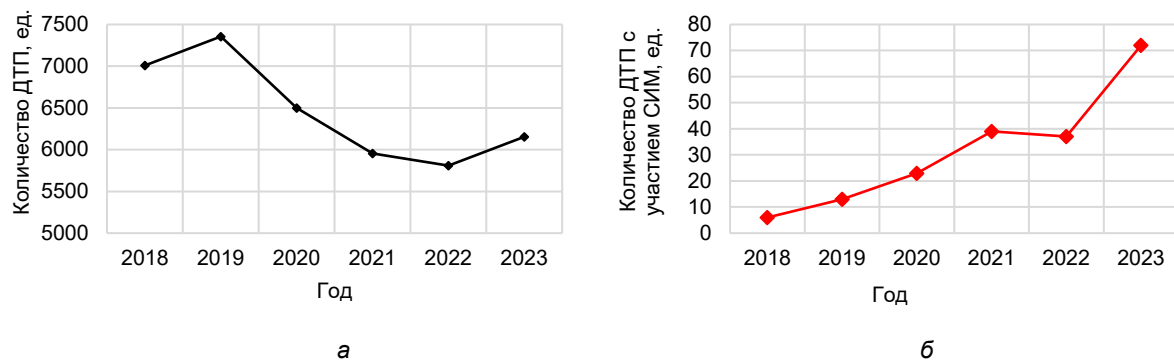


Рисунок 1 – Линейные графики изменения числа ДТП по Краснодарскому краю за 2018–2023 гг.: а – общее количество ДТП; б – количество ДТП с участием СИМ
Источник: составлено авторами.

Figure 1 – Line graphs of changes in the number of road accidents in Krasnodar Krai for 2018–2023. (a – total number of accidents; b – number of accidents involving SIM)
Source: compiled by the authors.

МЕТОДОЛОГИЯ

В исследуемой статистической базе существует возможность выгрузки карточек ДТП, содержащих наиболее полную информацию о происшествии, его виде, участнике, а также иной информации, которая является первичной при оформлении осмотра места происшествия. В результате выгрузки показателей по южному федеральному округу, в частности Краснодарскому краю, по периодам года – месяцам, были получены данные о числе

ДТП с участием СИМ за 2018–2023 гг. Всего за рассматриваемый период в анализируемом субъекте произошло 190 происшествий. Из представленных графиков (рисунок 1) видно, что в целом общее количество происшествий в рассматриваемом субъекте снижается, особенно в период с 2019 по 2022 г., но далее происходит небольшой рост, приблизительно на 6%, тогда как ДТП с участием СИМ в период с 2018 по 2021 г. увеличиваются с нарастающим эффектом и в 2023 г. происходит резкое увеличение числа аварий.

Таблица 1
Распределение числа ДТП с участием СИМ по месяцам года по результату анализа показателей аварийности Краснодарского края за период с 2018 по 2023 г.
Источник: составлено авторами.

Table 1
Distribution of the number of accidents involving SIM by months of the year according to the result of the analysis of accident rates of Krasnodar Krai for the period 2018–2023 years
Source: compiled by the authors.

Месяц \ Год	2018	2019	2020	2021	2022	2023
январь	0	0	1	0	0	6
февраль	1	1	0	0	1	2
март	1	0	1	3	1	1
апрель	0	0	0	2	7	2
май	0	1	0	6	6	8
июнь	1	2	1	6	7	5
июль	0	1	2	6	5	15
август	1	2	4	4	1	7
сентябрь	1	1	4	3	2	6
октябрь	1	1	6	5	5	12
ноябрь	0	3	0	3	1	6
декабрь	0	1	4	1	1	2

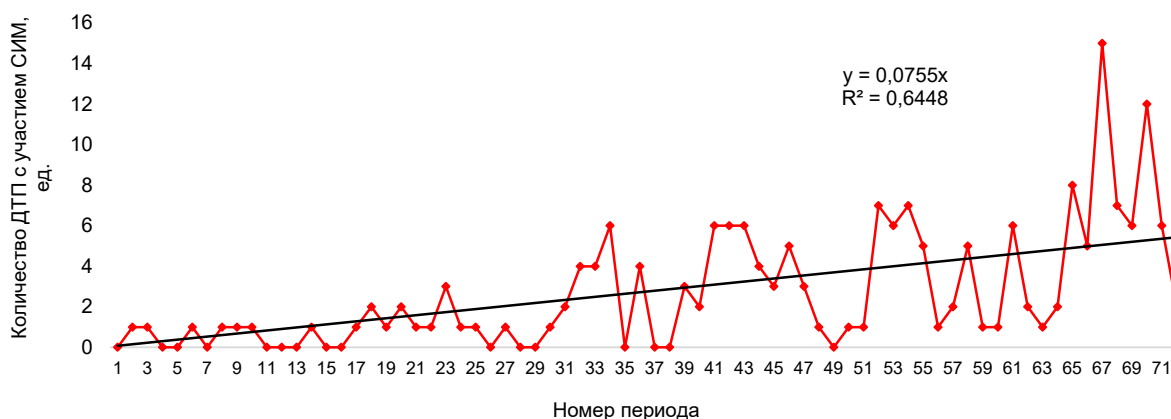


Рисунок 2 – Графическое изображение распределения количества ДТП с участием СИМ по периодам (месяцам года) для рассматриваемого субъекта Российской Федерации – Краснодарского края – в период с 2018 по 2023 г. Источник: составлено авторами.

Figure 2 – Graphic representation of the distribution of the number of accidents involving SIM by periods (months of the year) for the subject of the Russian Federation (Krasnodar Krai) under consideration in the period from 2018 to 2023 years. Source: compiled by the authors.

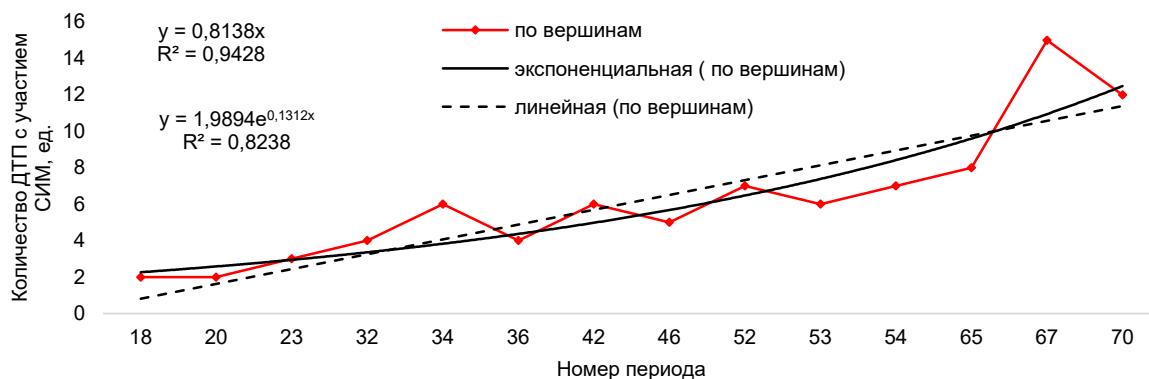


Рисунок 3 – График сглаживания количества ДТП с участием СИМ по максимальным значениям и графики экспоненциального и линейного тренда для Краснодарского края за период с 2018 по 2023 г. Источник: составлено авторами.

Figure 3 – Smoothing graph of the number of accidents involving SIM based on maximum values and exponential and linear trend graphs for Krasnodar Krai for the period from 2018 to 2023 years. Source: compiled by the authors.

В результате анализа данных, содержащихся в карточке ДТП, было установлено, что ДТП с участием СИМ в течение года происходят довольно часто и фиксируются во все периоды года как в зимний, так и в летний, что можно объяснить определенной климатической зоной расположения Краснодарского края, позволяющей использовать СИМ круглогодично. Несмотря на это, наибольшее число ДТП все же фиксируется в летний период (таблица 1).

Для интерпретации представленных данных (см. таблицу 1) в двухмерном виде и подбора тренда для изменения исследуемой величины количества ДТП с участием СИМ месяц каждого анализируемого года представлен как период с обозначением 1, 2...71, где 1 – соответствует периоду января 2018 г., 2 – периоду февраля 2018 г. и т.д. (рисунок 2). В результате подбора тренда установлено, что распределение ДТП с участием СИМ имеет линейный характер распределения. На данном этапе представленное распределение свидетельствует о характере увеличения рассматриваемого показателя – ДТП с участием СИМ (см. рисунок 2).

Из представленного графика (см. рисунок 2) видно, что количество ДТП с участием СИМ увеличивается при выполнении процедуры сглаживания графика по вершинам, установлено, что вид распределения с достоверностью более 80% описывается экспоненциальной функцией (рисунок 3). В данном случае, с учетом постоянно увеличивающихся показателей в качестве математической модели, для описания такого характера распределения во времени и последующего прогнозирования возможно использовать мультипликативную модель, описанную в разделе эконометрики – временные ряды [18].

В таком случае мультипликативная модель имеет вид

$$Y = T \cdot S \cdot E, \quad (1)$$

где Y – значение показателя временного ряда; T – трендовый компонент; S – сезонный компонент; E – случайный компонент.

Чтобы получить модель временного ряда мультипликативного вида, нужно определить все виды компонент. Для определения сезонной компоненты (S) необходимо осуществить выравнивание ряда методом скользящей

средней для рассматриваемых периодов временного ряда:

$$y'_t = \frac{y_1 + y_2 \dots + y_n}{n}, \quad (2)$$

где y'_t – значение скользящего среднего; y_1 – значение исследуемой величины в предыдущем периоде (день, месяц, квартал и пр.); y_2 – значение исследуемой величины в текущем периоде; y_n – значение исследуемой величины в последующем периоде; n – число периодов ($n=12$).

Далее необходимо осуществить процедуру центрирования скользящей средней (\bar{y}'_t) и выполнить расчет сезонной компоненты:

$$S_t = \bar{S}_t \cdot k_s, \quad (3)$$

где S_t – скорректированная сезонная компонента; \bar{S}_t – k_s – корректирующий коэффициент ($k_s = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \bar{S}_t$).

Расчет скорректированной сезонной компоненты (3) осуществляется с использованием формулы

$$\bar{S}_t = \frac{1}{m} \sum_{m=1}^1 \hat{S}_t, \quad (4)$$

где \bar{S}_t – средняя сезонная компонента; m – число рассматриваемых периодов.

Значение средней сезонной компоненты осуществляется с использованием формулы

$$\hat{S}_t = y_t / \bar{y}'_t, \quad (5)$$

где \hat{S}_t – оценочный сезонный компонент; y_t – значение исследуемой величины в текущем периоде; \bar{y}'_t – значение центрированной скользящей средней.

Результаты расчета средней сезонной компоненты (\bar{S}_t) и скорректированной сезонной компоненты (S_t) представлены в таблице 2.

Далее произведен расчет компонент трендовой составляющей в соответствии с видом мультипликативной модели (1). Согласно первому приближению тренда (см. рисунок 2) и построению тренда по максимальным значениям (вершинам) наиболее точно распределение описывается линейным трендом, причем во втором случае величина аппроксимации составляет 0,94, что свидетельствует о достаточно высокой степени точности в подборе тренда.

Таблица 2
Результаты расчета сезонной компоненты
Источник: составлено авторами.

Table 2
Calculation results of the seasonal component
Source: compiled by the authors.

Номер периода \ Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018											0,00	0,00
2019	0,00	0,10	0,00	0,00	0,08	0,14	0,07	0,13	0,06	0,06	0,16	0,05
2020	0,05	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,07	0,14	0,14	0,20	0,00	0,13
2021	0,00	0,00	0,09	0,06	0,16	0,16	0,15	0,10	0,07	0,12	0,07	0,02
2022	0,00	0,02	0,02	0,15	0,12	0,14	0,10	0,02	0,04	0,09	0,02	0,02
2023	0,11	0,03	0,02	0,03	0,13	0,08	0,24	0,11	0,09	0,18		
\bar{S}_t	0,031	0,031	0,034	0,047	0,099	0,112	0,126	0,099	0,080	0,13	0,049	0,043
S_t	0,417	0,426	0,457	0,64	1,343	1,526	1,72	1,354	1,091	1,77	0,67	0,588

$*k_s = 13,63$

В таком случае искомая компонента будет иметь вид

$$T = a \cdot t + b, \tag{6}$$

где a и b – коэффициенты, определяющие характер изменения тренда, точку пересечения и угол наклона.

Коэффициенты a и b будут определены с использованием формул:

$$a = \frac{\sum y_t \cdot S_t}{\sum t}; \tag{7}$$

$$b = \frac{\sum (y_t) \cdot \sum (S_t)}{\sum t}. \tag{8}$$

В результате расчета определены значения коэффициента $a = -0,25$ и $b = 0,08$, тогда модель трендовой компоненты имеет вид

$$T = -0,25 \cdot t + 0,08. \tag{9}$$

На заключительном этапе необходимо оценить случайную компоненту (E), которая определяется с использованием формулы

$$E = y_t - F, \tag{10}$$

где F – показатель значения временного ряда, опережаемый как произведение трендовой (T) и сезонной компоненты (S):

$$F = T \cdot S. \tag{11}$$

В данном случае величина случайной компоненты позволяет оценить величину ошибки, что будет использовано при расчете показателя достоверности.

Расчет всех необходимых компонент позволил определить вид модели прогнозирования количества ДТП с участием СИМ для Краснодарского края, которая по результату выборки данных за период с 2018 по 2023 гг. без учета случайной компоненты имеет вид

$$Q = S_t \cdot (0,08 - 0,25 \cdot t), \tag{12}$$

где Q – значение рассматриваемого показателя – количество ДТП с участием СИМ, ед.; S_t – сезонная компонента для определенного месяца (1...12); 0,08, -0,25 – коэффициенты b и a соответственно – составляющие трендового компонента; t – время, значение рассматриваемого периода.

РЕЗУЛЬТАТЫ

С использованием полученной модели (12) для Краснодарского края были спрогнозированы показатели количества ДТП с участием СИМ на период 2024 г., что наглядно отражено в таблице 3.

Выполненный расчет позволил спрогнозировать 72 ДТП с участием СИМ в 2024 г. и количественно определить значение ДТП для каждого месяца, что наглядно отражено в таблице 3. Графически полученные результаты представлены на рисунке 4.

Таблица 3
 Результаты прогнозирования количества ДТП с участием СИМ
 для Краснодарского края на период 2024 г. (январь-декабрь)
 Источник: составлено авторами.

Table 3
 Results of forecasting the number of accidents involving SIM
 for Krasnodar region for the period of 2024 (January-December)
 Source: compiled by the authors.

t	Компоненты	T	S	Q
73	Январь 2024	5,50	0,42	2
74	Февраль 2024	5,58	0,43	2
75	Март 2024	5,66	0,46	3
76	Апрель 2024	5,74	0,64	4
77	Май 2024	5,81	1,34	8
78	Июнь 2024	5,89	1,53	9
79	Июль 2024	5,97	1,72	10
80	Август 2024	6,05	1,35	8
81	Сентябрь 2024	6,13	1,09	7
82	Октябрь 2024	6,21	1,77	11
83	Ноябрь 2024	6,29	0,67	4
84	Декабрь 2024	6,37	0,59	4

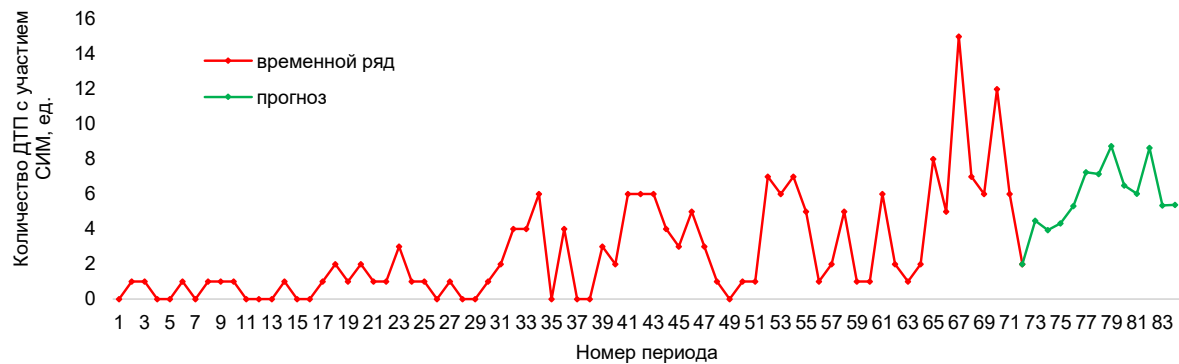


Рисунок 4 – Графическое изображение результатов прогнозирования
 с использованием полученной модели (12)
 Источник: составлено авторами.

Figure 4 – Graphical representation of forecasting results using the obtained model (12)
 Source: compiled by the authors.

Величина ошибки определена с использованием формулы

$$\delta = \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}. \quad (13)$$

В результате расчета величина ошибки составила 33, позволяет судить о 67%-й достоверности полученной модели (12).

Следует отметить, что величина ошибки в 33% в данном случае свидетельствует о наличии неучтенных факторов, которыми в данном случае могут стать такие показатели (факторы), как количество СИМ в рассматриваемом субъекте, протяженность дорожной инфраструктуры, используемой для движения СИМ, и многие иные параметры (факторы), позволяющие повысить точность прогнозирования и снизить величину ошибки, а также расширить полученную модель и представить ее как многофакторную. Ввиду отсутствия официальных баз данных по иным параметрам (факторам), которые могли бы быть включены в разрабатываемую модель прогноза, исследование выполнено с применением официального источника, что значительно ограничивает использование анализируемого информационного источника до одного параметра (фактора) – количество ДТП с участием СИМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ ДТП с участием СИМ на территории Краснодарского края позволил установить, что характер распределения исследуемых величин по месяцам рассматриваемых лет (за период с 2018 по 2023 г.) описывается временным рядом. С использованием эконометрики установлено, что увеличивающийся характер изменения рассматриваемых величин возможно описать с применением мультипликативной модели, состоящей из трех компонент – сезонной, трендовой и случайной. Расчет всех компонент позволил определить вид модели ($Q = S_t \cdot e_t \cdot (0,08 - 0,25 \cdot t)$), позволяющей произвести расчет количества ДТП с участием СИМ для рассматриваемого субъекта – Краснодарского края. Расчет с использованием полученной модели позволил определить количество ДТП с участием СИМ в 2024 г. – 72 с распределением по месяцам года, обеспечив точность прогнозирования 67%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Новиков А.Н., Шевцова А.Г. Безопасное и эффективное управление транспортными потоками в городской транспортной системе. М.: Академия, 2022. 205 с.

2. Новиков А.Н., Еремин С.В., Шевцова А.Г. Пути повышения безопасности функционирования общественного транспорта в условиях перспективного развития города. Белгород-Орел: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. 239 с.

3. Кравченко П.А. Организация и безопасность дорожного движения в больших городах // Наука и техника в дорожной отрасли. 2013. № 1(64). С. 1–2.

4. Нестеренко И.С., Нестеренко Г.А., Залознов И.П. К вопросу обеспечения безопасности на автомобильных дорогах // Грузовик. 2024. № 4. С. 32–34.

5. Купавцев В.А., Донченко В.В. Оценка безопасной скорости движения СИМ с учетом изменения радиуса колеса // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2024. № 1(76). С. 84–90.

6. Юнг А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Оценка эффективности использования СИМ в городской среде // Мир транспорта и технологических машин. 2024. № 1-1(84). С. 87–93.

7. Шевцова А.Г., Васильева В.В., Юнг А.А. Концепция использования средств индивидуальной мобильности как экологичного вида транспорта // Мир транспорта и технологических машин. 2023. № 4-1(83). С. 115–120.

8. Волков П.А., Кеменяш Ю.В. Средства индивидуальной мобильности: вопросы теории и практики использования // Вестник Белгородского юридического института МВД России имени И.Д. Путилина. 2021. № 1. С. 51–55.

9. Журавлев А.С., Янкевич Е.А. Средство индивидуальной мобильности как новый вид транспортного средства // Правоохранительные органы: теория и практика. 2023. № 2(45). С. 101–103.

10. Сатышев С.Н., Муратова К.В. Мобильность в эпоху пандемии COVID-19 // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 53. С. 1193–1196.

11. Юнг А.А., Шевцова А.Г. Оценка аварийности средств индивидуальной мобильности в различных условиях движения // Современная наука. 2021. № 2. С. 31–36.

12. Толстой О.В., Шевцова А.Г. Метод повышения уровня безопасности местных автомобильных дорог // Научный портал МВД России. 2024. № 1(65). С. 60–68.

13. Shevtsova A., Novikov A., Evtyukov S., Marusin A. Probabilistic model for assessing accident rates // Journal of Applied Engineering Science. 2023. Vol. 21, No. 3. P. 846–852.

14. Шевцова А.Г. Математический анализ определенных показателей безопасности дорожного движения в Российской Федерации // Вестник СибАДИ. 2021. Т. 18, № 6(82). С. 700–711. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-6-700-711>

15. Сафронова Я.Д. Эконометрика: математическое моделирование в экономических исследованиях // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 105-5. С. 109–112.

16. Шаповалов Д.А., Хабаров Д.А., Хабарова И.А., Антипова А.А. Аналитические средства: математическая экономика и эконометрика // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2020. № 3. С. 48.

17. Кочегуров В.А., Константинова Л.И., Гальченко В.Г. Инженерная эконометрика в задачах системного анализа // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319, № 2. С. 16–21.

18. Зоркальцев В.И., Полковская М.Н. Мультипликативная модель выделения составляющих временных рядов // Сибирский журнал вычислительной математики. 2022. Т. 25, № 2. С. 111–127.

REFERENCES

1. Novikov A.N., Shevtsova A.G. *Safe and effective management of traffic flows in the urban transportation system*. Moscow: Academia, 2022:205. (in Russ.)

2. Novikov A.N., Eremin S.V., Shevtsova A.G. *Ways to increase the safety of public transport functioning in the conditions of perspective city development*. Belgorod-Orel: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. V.G. Shukhov, 2023: 239. (in Russ.)

3. Kravchenko P.A. Organization and safety of road traffic in big cities. *International Journal «Science & Engineering for Roads»*. 2013; 1(64): 1–2. (in Russ.)

4. Nesterenko I.S., Nesterenko G.A., Zaloznov I.P. On the issue of ensuring safety on roads. *Gruzovik*. 2024; 4: 32–34. (in Russ.)

5. Kupavtsev V.A., Donchenko V.V. Estimation of the safe speed of the SIM taking into account the change of the wheel radius. *Vestnik Moskovskogo avtomobilno-dorozhnogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta (MADI)*. 2024; 1(76): 84–90. (in Russ.)

6. Jung A.A., Shevtsova A.G., Vasilyeva V.V. Evaluation of the effectiveness of using sim in an urban environment. *World of transport and technological machines*. 2024; 1-1(84): 87–93. (in Russ.)

7. Shevtsova A.G., Vasilyeva V.V., Jung A.A. The concept of using means of individual mobility as an eco-friendly mode of transport. *World of transport and technological machines*. 2023; 4-1(83): 115–120. (in Russ.)

8. Volkov P.A., Kemenyash J.V. Means of individual mobility: questions of theory and practice of use. *Scientific and practical journal «Vestnik of Putilin Belgorod Law Institute of Ministry of the Interior of Russia»*. 2021; 1: 51–55. (in Russ.)

9. Zhuravlev A.S., Yankevich E.A. Means of individual mobility as a new type of vehicle. *Law enforcement agencies: theory and practice*. 2023; 2(45): 101–103. (in Russ.)

10. Satyshev S.N., Muratova K.V. Mobility in the era of COVID-19 pandemic. *Innovations. Science. Education*. 2022; 53: 1193–1196. (in Russ.)

11. Jung A.A., Shevtsova A.G. Assessment of the accident rate of personal mobility equipment in various driving conditions. *Modern Science*. 2021; 2: 31–36. (in Russ.)

12. Tolstoy O.V., Shevtsova A.G. Method of increasing the safety level of local highways. *Scientific portal of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2024; 1(65): 60–68. (in Russ.)

13. Shevtsova A., Novikov A., Evtyukov S., Marusin A. Probabilistic model for assessing accident rates. *Journal of Applied Engineering Science*. 2023; 21, No. 3: 846–852.

14. Shevtsova A.G. Mathematical analysis of certain road safety indicators in the Russian Federation. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2021; 18(6): 700–711. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-6-700-711>

15. Safronova J.D. Econometrics: mathematical modeling in economic research. *Tendencies of science and education*. 2024; 105-5: 109–112. (in Russ.)

16. Shapovalov D.A., Khabarov D.A., Khabarova I.A., Antipova A.A. Analytical tools: mathematical economics and econometrics. *International Journal of Applied Sciences and Technologies Integral*. 2020; 3: 48. (in Russ.)

17. Kochegurov V.A., Konstantinova L. I., Galchenko V.G. Engineering econometrics in the tasks of system analysis. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 2011; T. 319, no 2: 16–21. (in Russ.)

18. Zorkaltsev V.I., Polkovskaya M.N. Multiplicative model of time series components selection. *Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2022; T. 25, no 2: 11–127. (in Russ.)

ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Шевцова А.Г. Постановка цели и задач исследования.

Савотченко С.Е. Алгоритм математических действий, подбор модели прогнозирования.

Юнг А.А. Сбор статических данных, выполненные расчеты.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Shevtsova A.G. Goals and objectives of the study statement.

Savotchenko S.E. Algorithm of mathematical operations, forecasting model selection.

Jung A.A. Statistical data collection, calculations performing.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шевцова Анастасия Геннадьевна – д-р техн. наук, проф. кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46), **ORCID**: 0000-0001-8973-9271, **SPIN-код**: 1326-7713, e-mail: shevcova-anastasiya@mail.ru

Савотченко Сергей Евгеньевич – д-р физ.-мат. наук, доц., проф. кафедры «Математики» Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (117485, г. Москва, ГСП-7, ул. Миклухо-Маклая, д. 23),

ORCID: 0000-0002-7158-9145, **SPIN-код:** 2552-4344, e-mail: savotchenkose@mail.ru

Юне Анастасия Алексеевна – аспирант кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46), **ORCID:** 0000-0003-0691-1393, **SPIN-код:** 8392-4329, e-mail: yungnastena33@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anastasia G. Shevtsova – Dr. of Sci., Professor of the Transport Traffic Operation and Organization Department, V.G. Shukhova Belgorod State Technological University (308012, Belgorod, 46, Kostiukova

Street), **ORCID:** 0000-0001-8973-9271, **SPIN-код:** 1326-7713, e-mail: shevcova-anastasiya@mail.ru

Sergey E. Savotchenko – Dr. of Sci., Associate Professor, Professor of the Mathematics Department, Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University. (117485, Moscow, GSP-7, 23, Miklukho-Maklaya Street), **ORCID:** 0000-0002-7158-9145, **SPIN-код:** 2552-4344, e-mail: savotchenkose@mail.ru

Anastasia A. Iung – Postgraduate student, Transport Traffic Operation and Organization Department, V.G. Shukhova Belgorod State Technological University (308012, Belgorod, 46, Kostiukova Street), **ORCID:** 0000-0003-0691-1393, **SPIN-код:** 8392-4329, e-mail: yungnastena33@gmail.com