

## Исследование влияния состава потока движения транспортных средств и изменения скоростного режима на безопасность дорожного движения на примере Тюменской области

*В.Н. Карнаухов, Н.Н. Карнаухов, Т.М. Мадьяров*

*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

**Аннотация:** В статье предложены, выведенные авторами, аналитические выражения для вычисления показателей относительной аварийности магистральных дорог и специфических коротких участков дорог (мосты, перекрестки и т.п.). С их помощью проведено исследование и анализ влияния параметров состава потока движения транспортных средств и изменения скоростного режима на безопасность дорожного движения на примере Тюменской области. Результаты анализа позволили оценить влияние указанных параметров на безопасность дорожного движения и сформулировать задачи по ее улучшению.

**Ключевые слова:** Безопасность, дорога, транспорт, скорость, режим, состав, поток, аварийность, параметры.

Безопасность дорожного движения является одной из самых актуальных проблем современного мира. В связи с этим её изучению посвящено большое количество исследований [1]. В Российской Федерации сформированы и действуют целевые федеральные программы. Их исполнение позволило значительно сократить уровень ДТП со смертельным исходом и ранениями различной степени тяжести [2]. Однако активный рост числа транспортных средств и протяженности дорог не позволяет удовлетвориться этим результатом. К тому же, существующие методики часто не соответствуют современным требованиям и требуют своего совершенствования. Исследователями созданы и усовершенствованы комплексные методики оценки безопасности дорожного движения с помощью итогового коэффициента аварийности [3-5]. Однако в них не учитывается совместное влияние интенсивности движения, состава потока движения, скорости и изменения режима движения.

В статье предлагается использовать аналитическую методику определения относительной аварийности дорог, учитывающую данные характеристики дорожного движения [6].

Аварийные случаи, чрезвычайные ситуации, которые влекут за собой серьезные травмы и порой заканчиваются смертельным исходом могут возникнуть на различных участках дорог. Каждая дорога имеет свою категорию и эксплуатационные характеристики.

Сравнительный анализ по степени безопасности дорог предлагается осуществить, используя коэффициенты относительной аварийности [7] для магистралей и коротких участков дорог  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ .

Для расчета коэффициента относительной аварийности магистралей воспользуемся формулой:

$$\gamma_1 = \frac{10^6 * h}{365 * M * A}, \quad (1)$$

где  $h$  – число ДТП в год;

$M$  – средняя интенсивность движения в год;

$A$  – длина дороги или участка в км.

Для расчета коэффициента относительной аварийности для мостов, переправ и др. применим формулу:

$$\gamma_2 = \frac{10^6 * h}{365 * M}, \quad (2)$$

Для расчета интенсивности движения воспользуемся формулой:

$$M = \left( \frac{v_1 - v_n}{\alpha} \right) * \lambda_v, \quad (3)$$

где,  $v_1$  – скорость 1 транспортного средства км/ч;

$v_n$  – скорость транспортного потока км/ч;

В результате подстановки получаем:

$$\gamma_1 = \frac{10^6 * h}{365 * \alpha * \left( \frac{v_1 - v_n}{\alpha} \right) * \lambda_v}, \quad (4)$$

$$\gamma_2 = \frac{10^6 \cdot h}{365 \cdot \left(\frac{v_1 - v_n}{\alpha}\right) \cdot \lambda_v}, \quad (5)$$

где,  $\alpha$  – коэффициент, который показывает плотность транспортного потока ( $\alpha = 0.2-1.0$ );

$\lambda_v$  – коэффициент изменения режима движения в зависимости от скорости движения транспортного потока.

Данные табл.1 приведены из статистических данных по Тюменской области [8].

Таблица № 1

Коэффициент изменения режима движения ( $\lambda_v$ ) в зависимости от скорости движения транспортного потока ( $v_n$ )

$v_n$ км/ч	0-30	30-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	>100
$\lambda_v$	3	9	19	34	21	10	4	1

Для более наглядной демонстрации материала информация представлена на рис.1.

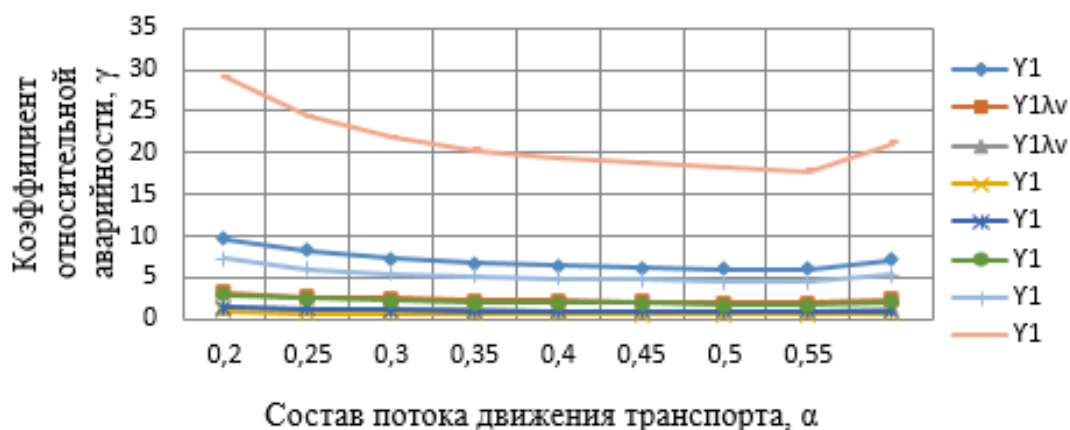


Рис. 1 - Изменение коэффициента относительной аварийности  $\gamma_1$  магистральных дорог

При изменении коэффициента состава потока движения ( $\alpha$ ) происходит снижение количества дорожных происшествий, при этом их минимальное значение находится в диапазоне  $\alpha = 0,3-0,45$ , а скорость движения

транспортного потока  $v_n = 50 - 70$  км/ч, но резко возрастает при  $v_n > 100$  км/ч. Количество ДТП возрастает также при скоростях движения  $v_n < 30$  км/ч и  $v_n > 90$  км/ч [9-10].

В интервале скоростей потока 60 – 90 км/ч (рис.2) в зависимости от коэффициента изменения скоростного режима движения  $\lambda_v$  наблюдается минимальное количество ДТП и резко увеличивается при скорости  $\lambda_v \geq 100$  км/ч и более.

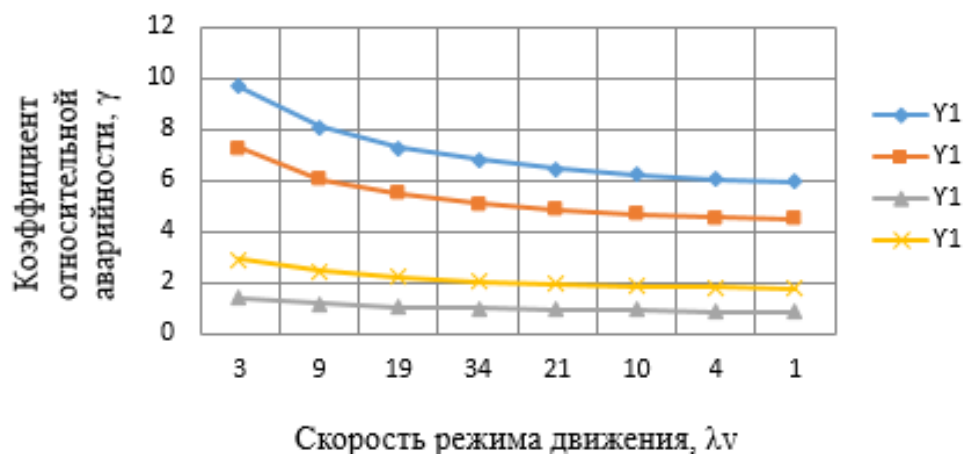


Рис. 2 - Зависимость коэффициента относительной аварийности  $\gamma_1$  от изменения скоростного режима движения  $\lambda_v$

На графике (рис. 3) показано изменение количества ДТП в зависимости от скорости движения автомобилей.



Рис. 3 - Изменение количества ДТП в зависимости от скорости движения автомобилей

Количество ДТП в зависимости от скорости движения транспортного потока увеличивается, при чем резко, более 100% при скорости движения потока  $v_n$  более 70 км/ч. Графики зависимостей коэффициента относительной аварийности от скорости движения потока автомобилей изображены на рис. 4.

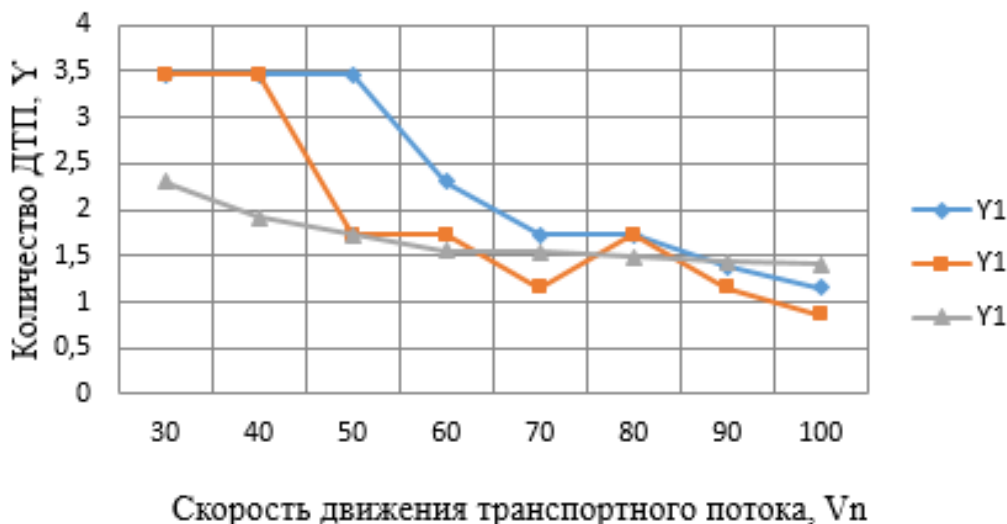


Рис. 4 - Количество ДТП в зависимости от скорости движения транспортного потока

При скорости движения  $v_n = 60$  км/ч наблюдается синусоидальные колебания количества ДТП, которые уменьшаются при  $v_n \leq 50$  км/ч. Увеличивается при  $v_n = 60$  км/ч. далее происходит снижение при  $v_n = 70$  км/ч и увеличивается при 80 км/ч. При  $v_n = 70$  км/ч одиночного автомобиля количество ДТП увеличиваются в интервале 30-50 км/ч. Оптимальный режим движения транспортных средств с наименьшим числом аварий на дорогах, исходя из исследований будет находится в интервале от 60 до 80 км/ч.

При соблюдении выше приведенных расчетов по режиму движения транспортных средств можно уменьшить на 35-40 % количество ДТП с уменьшением выбросов вредных веществ в атмосферу и экономией топлива. При использовании расчетов на практике возможно сокращение вероятных ДТП на 35-40% с уменьшением выбросов вредных веществ в атмосферу и экономией топлива.

## Литература

1. Лазарев, В.А., Володькин П.П. Исследование транспортной подвижности населения новых и строящихся микрорайонов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник, 2020, №3. URL: [elibrary.ru/download/elibrary\\_42579780\\_67003610.pdf](http://elibrary.ru/download/elibrary_42579780_67003610.pdf).
2. Васильков Ю.В., Василькова Н.Н. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления. Учебное пособие. Инфра-Инженерия, 2020. - 428 с.
3. Egorov A. L., Kostyrchenko V.A., Plokhov A. A., Madyarov T.M. Review of the Methods and the Constructions for the Waste Wood Recycling for the Machine Designing Based on Tractor Msn-10 for the Pellets Production // International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 22, 2016. Pp. 10945-10951.
4. Egorov A. L., Kostyrchenko V.A., Plokhov A. A., Madyarov T.M. Designing of the Vibrating Hydraulic Tyre Roller in Order to Research the Optimal Regime Set Parameters for the Snow Mass Compacting // International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 19, 2016. Pp. 9956-9959.
5. Ярков С.А., Захаров Д.А. Особенности формирования транспортной подвижности населения в городах Севера и Арктики // Инженерный вестник Дона, 2023, №8. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8607](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8607).
6. Прокопов А.Ю., Кузнецов А.Ф. Методология определения маршрутов перевозки опасных грузов по автомобильным дорогам // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2105](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2105).



7. Ярков С.А., Логика решения проблем при поиске резервов городской мобильности // Инженерный вестник Дона, 2022, №12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2022/8064](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2022/8064).
8. Ярков С.А., Чикишев Е.М. Алгоритмы выбора городским населением способа и средств для передвижения // Инженерный вестник Дона, 2022, №7. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7806](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7806).
9. Burlando, C., Ivaldi, E., Ciacci, A. Seniors' Mobility and Perceptions in Different Urban Neighbourhoods: A Non-Aggregative Approach. Sustainability 13, 6647, 2021. URL: [mdpi.com/2071-1050/13/12/6647](http://mdpi.com/2071-1050/13/12/6647).
10. Fadyushin, A., Zakharov, D., Karmanov, D. Estimation of the change in the parameters of traffic in the organization of the bus lane. Transportation Research Procedia, 36, 166-172, 2021. URL: [doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.059](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.059).

### References

1. Lazarev, V.A., Volod'kin P.P. Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyj informacionnyj sbornik, 2020, №3. URL: [elibrary.ru/download/elibrary\\_42579780\\_67003610.pdf](http://elibrary.ru/download/elibrary_42579780_67003610.pdf).
  2. Vasil'kov Yu.V., Vasil'kova N.N. Matematicheskoe modelirovanie ob"ektov i sistem avtomaticheskogo upravleniya [Mathematical modeling of objects and automatic control systems]. Uchebnoe posobie. Infra-Inzheneriya, 2020. 428 p.
  3. Egorov A. L., Kostyrchenko V.A., Plokhov A. A., Madyarov T.M. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 22, 2016. Pp. 10945-10951.
  4. Egorov A. L., Kostyrchenko V.A., Plokhov A. A., Madyarov T.M. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 19, 2016. Pp. 9956-9959.
  5. Yarkov S.A., Zaharov D.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №8. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8607](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8607).
-



6. Prokopov A.Yu., Kuznecov A.F. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2105](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2105).
7. Yarkov S.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2022/8064](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2022/8064).
8. Yarkov S.A., Chikishev E.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №7. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7806](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7806).
9. Burlando, C., Ivaldi, E., Ciacci, A. Sustainability 13, 6647, 2021. URL: [mdpi.com/2071-1050/13/12/6647](http://mdpi.com/2071-1050/13/12/6647).
10. Fadyushin, A., Zakharov, D., Karmanov, D. Transportation Research Procedia, 36, 166-172, 2021. URL: [doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.059](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.059).

**Дата поступления: 14.12.2024**

**Дата публикации: 26.01.2025**