

## Определение возможности предотвращения дорожно-транспортного происшествия с участием мотоцикла

*И.Е. Ильина, М.В. Сергеев, Е.А., Нелюцкова*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства*

**Аннотация:** Авторами проведен анализ статистических данных аварийности с участием мотоциклистов по Российской Федерации. Приведены результаты экспертного исследования дорожно-транспортного происшествия с участием мотоцикла и легкового транспортного средства. Определена причина аварии. По известным математическим зависимостям установлено, что при соблюдении водителем мотоцикла Правил дорожного движения ДТП могло и не произойти. Данный вывод подтвержден с помощью программы «Автоманевр».

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, экспертный анализ, мотоцикл, аварийность.

Обеспечение безопасности дорожного движения является приоритетной задачей государства. Пути решения данной задачи находят отражения в многочисленных законодательных и нормативно-правовых документах Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации от 3 октября 2013 г. N 864 г. Москва "О федеральной целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах").

Количество ДТП с участием мотоциклистов в 2018 году увеличилось на 5,1% и составило 4561 случая (3% от всех аварий). При этом также увеличилось на 5,8% количество погибших, на 4,0% раненых и составило 586 и 4927 соответственно. Показатель тяжести последствий - 10,6, когда как в целом по РФ этот показатель равен 7,8. [1, 2] Основным фактором гибели водителей мотоциклов является несоблюдение участниками движения, как водителями автомобилей, так и водителями мотоциклов, правил маневрирования.

В статье представлены результаты экспертного анализа определения

---

причин дорожно-транспортного происшествия (ДТП), связанного со столкновением транспортного средства (ТС) и мотоцикла. При проведении экспертных исследований ДТП следует учитывать множество исходных данных [3, 4]. Среди различных видов пересечений траекторий движения транспортных средств на перекрестках наиболее сложными для исследования являются ситуации, когда транспортные средства движутся по траекториям, пересекающимся под тупым углом [5-7].

С помощью векторной диаграммы количества движения ТС до и после столкновения (рис. 1) возможно определение скорости участников ДТП. [8]

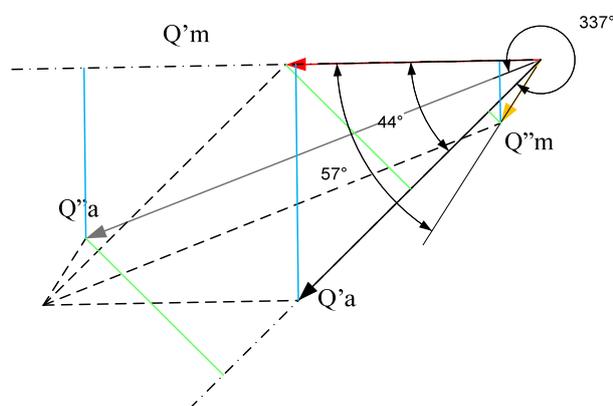


Рис. 1 – Векторная диаграмма количества движения ТС

Скорость движения мотоцикла перед столкновением (1):

$$v'_m = \frac{G_a \cdot v''_a \cdot \sin(360 - \delta_a) - G''_m \cdot v''_m \cdot \sin(\delta_m - \alpha)}{G'_m \cdot \sin \alpha}, \quad (1)$$

где  $G_a$  – масса автомобиля, кг (из технических характеристик ТС);  $G'_m$ ,  $G''_m$  – масса мотоцикла до и после столкновения, кг.

Скорость отбрасывания автомобиля (2):

$$v''_a = \sqrt{26 \cdot S''_a \cdot j_3}, \quad (2)$$

где  $S''_a$  – перемещение центра масс ТС от места столкновения до места остановки, 13,33 м;  $j_3$  – установившееся замедление, 6,8 м/с<sup>2</sup>.

Скорость отбрасывания мотоцикла [8]:

$$v''_m = \sqrt{26 \cdot g \cdot K_{СП} \cdot S''_m}, \quad (3)$$

где  $S_m''$  – перемещение центра масс ТС от места столкновения до места остановки, 24,11 м;  $g$  – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>;  $K_{СП}$  – коэффициент сопротивления перемещению, 0,72 ÷ 0,86.

$$v_a'' = \sqrt{26 \cdot 13,33 \cdot 6,8} = 48,55 \text{ (км/ч)}, \quad (4)$$

$$v_m'' = \sqrt{26 \cdot 9,81 \cdot (0,72 \div 0,86) \cdot 24,11} = 66,54 \div 72,72 \text{ (км/ч)},$$

$$v_m' = \frac{1320 \cdot 48,55 \cdot \sin(360 - 337) - 193 \cdot (66,54 \div 72,72) \cdot \sin(57 - 44)}{323 \cdot \sin 44} = 98,73 \div 97,53 \text{ (км/ч)}.$$

Расчет скорости мотоцикла в момент столкновения проводился, исходя из перемещения мотоцикла от места столкновения в конечное положение при условии, что в конечном положении скорость мотоцикла была погашена за счет трения о дорогу, т.е. без учета затрат кинетической энергии на деформацию магазина, на который наехал мотоцикл при отбрасывании в конечное положение. Поэтому фактическое значение скорости мотоцикла в момент столкновения было больше расчетной величины.

Скорость движения мотоцикла связана с частотой вращения коленчатого вала двигателя следующей зависимостью (5):

$$v_m' = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r}{i_{TP}}, \quad (5)$$

где  $n_e$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;  $r$  – радиус качения ведущего колеса, м;  $i_{TP}$  – передаточное число трансмиссии.

Таким образом, скорость мотоцикла YAMAHA YZFR1 при  $n_e = 12500$  об/мин при отсутствии пробуксовки ведущего колеса на 1-ой передаче [10]:

$$v_m' = 0,377 \cdot \frac{12500 \cdot 0,3109}{10,1377} = 144,5211 \approx 144,52 \text{ км/ч}$$

Так как перед столкновением водитель мотоцикла успел применить экстренное торможения, то скорость мотоцикла перед применением торможения (8):

$$v_m = 1,8 \cdot t_3 \cdot j + \sqrt{26 \cdot S_{ю}' \cdot j + (v_m')^2}, \quad (8)$$

где  $t_3 = 0,2$  с – время нарастания замедления;  $j$  – установившееся замедление,  $\text{м/с}^2$ .

$$v_m = 1,8 \cdot 0,2 \cdot 4,2 + \sqrt{26 \cdot 18 \cdot 4,2 + 144,52^2} = 152,68 \approx 153 \text{ (км/ч)}.$$

Таким образом, скорость движения мотоцикла, исходя из его загрузки, режима движения, расположения в момент столкновения и перемещения в конечное положение составляла 153 км/ч.

Время движения мотоцикла с момента, когда водитель начал реагировать на опасность, до столкновения [9]:

$$t'_m = t_1 + t_2 + t_3 + t'_4 = t_1 + t_2 + t_3 + \frac{v_m - v'_m}{3,6 \cdot j} = 0,8 + 0,1 + 0,2 + \frac{152,68 - 144,52}{3,6 \cdot 4,2} = 1,64 \text{ (с)},$$

где  $t_1 = 0,8$  с – время реакции водителя для ситуации: «изменение траектории движения, следовавшего впереди ТС в процессе его обгона»;  $t_2 = 0,1$  с – время запаздывания срабатывания тормозной системы;  $t_3 = 0,2$  с – время нарастания замедления;  $t'_4$  – время полного торможения до столкновения, с.

Удаление мотоцикла от места столкновения в момент, когда водитель начал реагировать на опасность:

$$S'_m = \frac{v_m}{3,6} \cdot (t_1 + t_2 + t_3) + S'_{\text{ю}} = \frac{152,68}{3,6} \cdot (0,8 + 0,1 + 0,2) + 18 = 64,52 \text{ (м)}.$$

Если бы мотоцикл ехал со скоростью 60 км/ч (максимально разрешенная скорость в населенном пункте, согласно ПДД РФ), то данное расстояние он преодолел бы за время:

$$t'_m^{(60)} = \frac{3,6 \cdot S'_m}{60} = \frac{3,6 \cdot 64,52}{60} = 3,88 \text{ (с)}.$$

Для наглядности результаты расчетов представлены в виде схемы маневра автомобиля TOYOTA Avensis, выполненной с помощью программы «Автоманевр» (рис. 1), из которой следует, что для того, чтобы автомобиль TOYOTA Avensis совершил маневр поворота налево и покинул проезжую, где произошло ДТП, ему необходимо преодолеть путь, равный 12,94 м при скорости движения 20 км/ч, и 10,04 м при скорости 10 км/ч.

Время движения автомобиля TOYOTA Avensis для осуществления

маневра поворота налево будет составлять:

$$t_a = \frac{3,6 \cdot S_a}{v_a} = \frac{3,6 \cdot (10,04 \div 12,94)}{20} = 3,61 \div 2,33 \text{ (с)}.$$

Путь, который прошел бы мотоцикл при разрешенной скорости движения (60 км/ч) за это же время составляет:

$$S_M^{60} = \frac{v_M}{3,6} \cdot t_a = \frac{60}{3,6} \cdot (3,61 \div 2,33) = 60,00 \div 38,83 \text{ (м)}.$$

То есть мотоцикл не доехал бы до места столкновения расстояние:

$$S_M = S_{y\partial} - S_M^{60} = 64,52 - (60,00 \div 38,83) = 4,52 \div 25,69 \text{ (м)}.$$

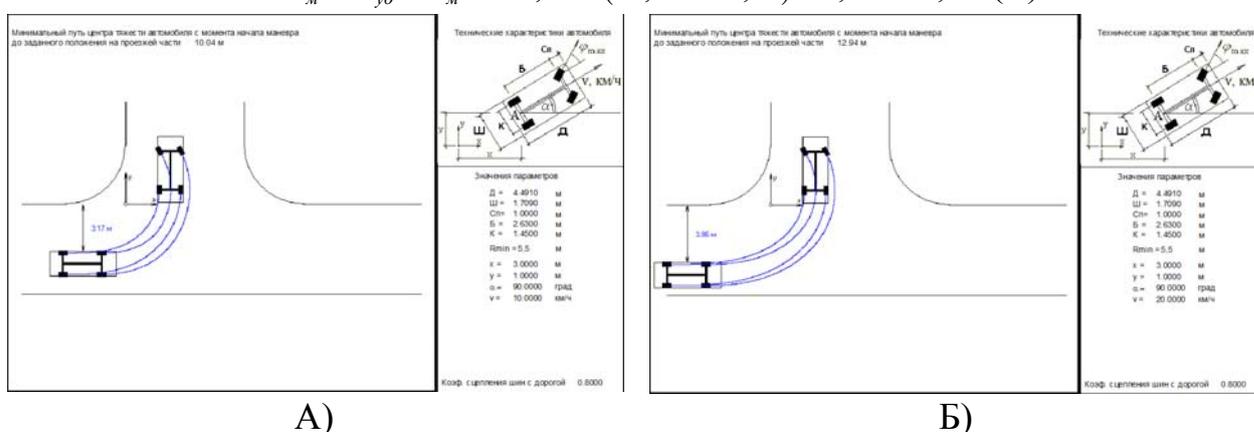


Рисунок 1 – Схема маневра автомобиля TOYOTA Avensis

А) при скорости 10 км/ч; Б) при скорости 20 км/ч

Сравнивая время, необходимое водителю автомобиля TOYOTA Avensis для выполнения маневра поворота налево с временем движения мотоцикла до места столкновения, а также учитывая путь, который прошел бы мотоцикл за это время, можно сделать вывод о том, что если бы мотоцикл двигался с разрешенной ПДД РФ скоростью движения (60 км/ч), то траектории движения автомобиля TOYOTA Avensis и мотоцикла YAMAHA YZFR1 не пересеклись бы, т.е. столкновения не произошло бы.

## Литература

1. Показатели состояния безопасности дорожного движения URL: [гибдд.рф](http://гибдд.рф) Дата обращения 15.03.2019

2. Ильина И.Е., Лянденбургский В.В., Пылайкин С.А., Евстратова С.А. Анализ аварийности и причины нарушения водителями правил дорожного движения по Пензенской области // Наука. Инновации. Образование. – 2013. № 1. – С. 1.

3. Ильина И.Е., Буркина В.И. Исследование возможности предотвращения дорожно-транспортного происшествия при использовании пограничных значений // Мир транспорта и технологических машин. 2015. № 3 (50). С. 77-83.

4. Филатова Н.А., Ласточкин И.А., Карев Б.Н., Сидоров Б.А. Рассмотрение механизма ДТП на пересечении дорог под тупым углом // Инженерный вестник Дона, 2017, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4189](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4189)

5. Гасилова О.С., Алексеева О.В., Грехов О.Ю. Влияние интенсивности движения маршрутных транспортных средств на пропускную способность улично-дорожной сети // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3808](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3808).

6. Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000. 1134 p.

7. Zyryanov V., Sanamov R. Improving urban public transport operation: experience of Rostov-on-Don (Russia) // International Journal of Transport Economics. 2009. V.36. №1. pp. 83-96.

8. Судебная автотехническая экспертиза. Часть 2. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – 230 с.

9. Определение коэффициента сопротивления перемещению двухколесных транспортных средств после их опрокидывания. – М.: ВНИИСЭ, 1978. – 36 с.

10. Обзорная информация «Систематизация рекомендованных для использования в экспертной практике параметров торможения мотоциклов»,

---



М., РФЦСЭ, Вып. 1, 1998. – 31 с.

### References

1. Pokazateli sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Road safety indicators]. URL: gibdd.ru Data obrashcheniya 15.03.2019
2. Ilina I.E., Lyandenburskij V.V., Pylajkin S.A., Evstratova S.A. Nauka. Innovacii. Obrazovanie. 2013. № 1. p. 1.
3. Il'ina I.E., Burkina V.I. Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. 2015. № 3 (50). pp. 77-83.
4. Filatova N.A., Lastochkin I.A., Karev B.N., Sidorov B.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4189
5. Gasilova O.S., Alekseeva O.V., Grekhov O.YU. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3808.
6. Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000. 1134 p.
7. Zyryanov V., Sanamov R. International Journal of Transport Economics. 2009. V.36. №1. pp. 83-96.
8. Sudebnaya avtotekhnicheskaya ehkspertiza. [Judicial auto technical expertise] CHast' 2. M.: VNIISEH, 1980. 230 p.
9. Opredelenie koehfficienta soprotivleniya peremeshcheniyu dvuhkolesnyh transportnyh sredstv posle ih oprokidyvaniya [Determination of coefficient of resistance to movement of two-wheeled vehicles after their overturning]. M.: VNIISEH, 1978. 36 p.
10. Obzornaya informaciya «Sistematizaciya rekomendovannyh dlya ispol'zovaniya v ehkspertnoj praktike parametrov tormozheniya motociklov» [Overview "Systematization of motorcycle braking parameters recommended for use in expert practice"], M., RFCSEH, Vyp. 1, 1998. 31 p.