

demand elasticities: a geographic multimodal transportation network analysis // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 37, Issue 4, 2001.

9. Chen G., Govindan K., Yang Z. Managing truck arrivals with time windows to alleviate gate congestion at container terminals. *International Journal Of Production Economics*. 141(1): pp. 179-188, 2015.

10. Гозбенко В.Е., Оленцевич В.А., Белоголов Ю.И. Автоматизация отдельных операций перевозочного процесса с целью обеспечения достаточных условий для оптимального функционирования "цифрового" транспорта и логистики // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2018. № 4 (60). С. 125-132.

УДК 656.08

Полтавская Юлия Олеговна,

*к.т.н., доцент кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru*

МЕТОДИКА ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОИСШЕСТВИЯ С НАЕЗДОМ НА ПЕШЕХОДА

Poltavskaya Y.O.

METHODOLOGY EXPERT STUDY OF ROAD TRANSPORT ACCIDENT WITH PEDESTRIAN RIDING

Аннотация. В статье представлена методика экспертного исследования дорожно-транспортного происшествия с наездом на пешехода, которая направлена на определение наличия у водителя автотранспортного средства технической возможности избежать наезда в конкретной ситуации. Кроме того, представлен анализ методов с описанием этапов исследования и закономерностей движения транспортного средства и пешехода до возникновения происшествия. Представленная методика может быть использована экспертами при проведении расследования дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: транспортное средство, пешеход, дорожно-транспортное происшествие, наезд на пешехода, безопасность дорожного движения.

Abstract. The article presents a methodology for an expert study of a road accident with a collision with a pedestrian, which is aimed at determining whether a vehicle driver has the technical ability to avoid a collision in a specific situation. In addition, an analysis of methods is presented with a description of the stages of research and patterns of movement of a vehicle and a pedestrian before the occurrence of an accident. The presented technique can be used by experts in the investigation of road accidents.

Keywords: vehicle, pedestrian, traffic accident, pedestrian collision, traffic safety.

Безопасность дорожного движения зависит от трех факторов: инфраструктура; транспортные средства; участники дорожного движения. Все компоненты во взаимосвязи оказывают влияние на условия дорожного движения [1]. При их изучении особого внимания требуют мероприятия и средства, которые позволят снизить тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий (ДТП). К ним относят пассивную безопасность транспортных средств (ТС), которая включает меры внешней безопасности, направленные на минимизацию травм пешеходов, велосипедистов и мотоциклистов во время наезда. К факторам, определяющим

внешнюю безопасность автомобиля, относятся характеристики, связанные с деформацией кузова и его геометрические параметры. Активная безопасность ТС достигается за счет рациональной конструкции подвески, рулевого управления, тормозной системы. Пассивная безопасность транспортной инфраструктуры включает элементы, обеспечивающие внешнюю безопасность (ограждения, дорожные знаки), предназначенные для минимизации травм водителей и пассажиров ТС в случае аварии. Внешнюю безопасность транспортной инфраструктуры – это деформация металлических элементов: столбов,

опорных конструкций, ограждений; а также характеристики автомобильных дорог [2-4].

Таким образом, для объективного выявления причин ДТП необходимо проводить анализ с учетом совокупности всех факторов, оказывающих влияние на безопасность дорожного движения.

Количество дорожно-транспортных происшествий, зарегистрированных в 2020 году на территории Иркутской области, составило 2751, по сравнению с предыдущим 2019 годом можно отметить снижение на 4 %. На рисунке 1 представлено распределение количества ДТП по видам в процентном соотношении. В 2020 году зарегистрировано 798 дорожно-транспортных происшествий с наездом на пешеходов, при которых количество пострадавших и погибших составило 754 и 83 человека соответственно.

Задачи, связанные с исследованием повышения безопасности дорожного движения (в частности, взаимодействия транспортных средств и пешеходов), являются актуальными на мировом уровне. Некоторые из них сосредоточены на исследованиях дорожно-транспортных происшествий, связанных с анализом риска столкновения ТС, и взаимодействием пешеходов и других участников дорожного движения и их влиянием на безопасность.

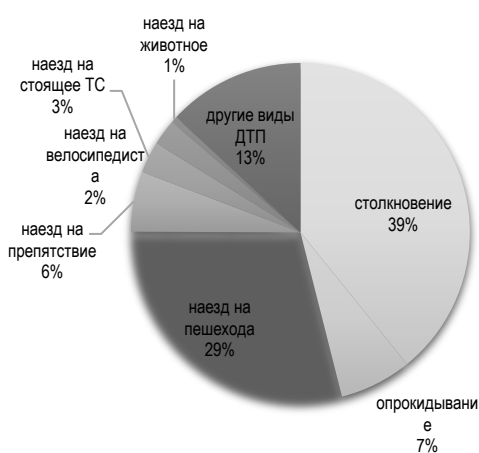


Рисунок 1 – Распределение количества ДТП по видам

В последние годы количество зарегистрированных дорожно-транспортных происшествий в РФ и ее регионах, в том числе Иркутской области, снижается; однако большое количество дорожно-транспортных происшествий приходится на ДТП с наездом на пешеходов (29 %), этот вид на втором месте по количеству пострадавших (25 %) и погибших (32 %) (рисунок 2) [5].

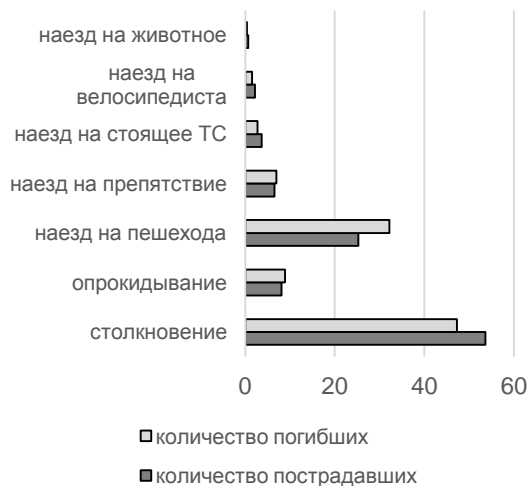


Рисунок 2 – Распределение количества погибших и пострадавших в ДТП

Расследование ДТП, связанные с участием пешеходов, требует точного механизма восстановления произошедшего события и определения основной причины, и выполняется в соответствии с процедурой, включающей следующие этапы [6]:

- определение места удара, то есть точное место, где пешеход был сбит по дороге (производится на основе физических данных: нахождения обломков, осколков битого стекла, следов заноса на поверхности дорожного полотна, которые отражаются на схеме ДТП);
- определение начальной скорости автомобиля перед дорожно-транспортным происшествием;
- определение технической возможности водителя ТС избежать ДТП путем своевременной попытки затормозить или выполнить маневр при движении автомобиля на расчетной скорости;
- определение превышения допустимой скорости на конкретном участке дороги;
- моделирование дорожно-транспортного происшествия;
- определение того, были ли действия водителя и пешехода в конкретной ситуации приемлемыми с точки зрения их соответствия Правилам дорожного движения и установление основной причины ДТП [7].

Ключевой фактор, на который необходимо отметить при исследовании ДТП, заключается в том, имел ли водитель транспортного средства техническую возможность избежать наезда на пешехода путем своевременной попытки затормозить или свернуть.

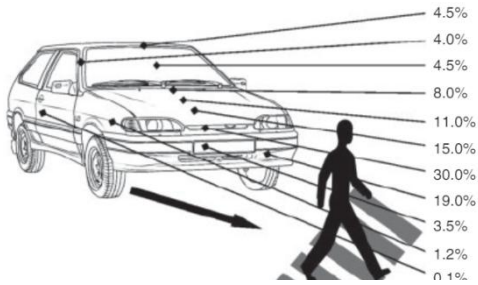


Рисунок 3 – Риск столкновения пешехода с элементами кузова транспортного средства

Анализ траектории перемещения пешехода во время фронтального удара показывает, что при одинаковой скорости движения и схожей конфигурации передней части автомобиля тяжесть последствий ДТП для высоких людей гораздо больше, нежели для людей низкого роста. Наиболее тяжелые травмы получают пешеходы при динамическом контакте с передней частью автомобиля (рисунок 3).

Анализ ДТП с наездом на пешехода и результаты моделирования столкновений транспортных средств с манекенами показали, что в большинстве случаев причиной смертельных травм пешеходов является как их контакт с ТС, так и последующее падение на дорогу и удары головой об асфальтобетонное покрытие. Место контакта зависит от роста пешехода и конфигурации передней

части автомобиля. В первую группу наиболее тяжелых травм входят случаи, связанные с контактом пешехода с проемом или стойками ветрового стекла. Современные триплексные ветровые стекла состоящие из двух изогнутых листов стекла и тонкого пластикового слоя, ламинированного между ними намного безопаснее, чем металлические части, пешеходы чаще всего получают смертельные травмы, ударяясь головой о верхний или нижний край проема ветрового стекла. Во вторую группу входят наиболее распространенные травмы пешеходов: переломы костей голени, а также травмы коленного сустава. Как правило, травмы ног не смертельны, но зачастую приводят к инвалидности. Эти травмы могут быть получены пешеходами, ударившимися о бампер или передний край капота.

Приведенные выше аспекты относятся к задаче повышения безопасности конструкции автомобиля, которая, в свою очередь, тесно связана с последствиями дорожно-транспортных происшествий, поскольку их тяжесть зависит от эффективности решения.

В теории экспертного исследования описываются два метода определения технической возможности избежать ДТП, связанное с наездом на пешехода со стороны водителя (рисунок 4) [8-11].

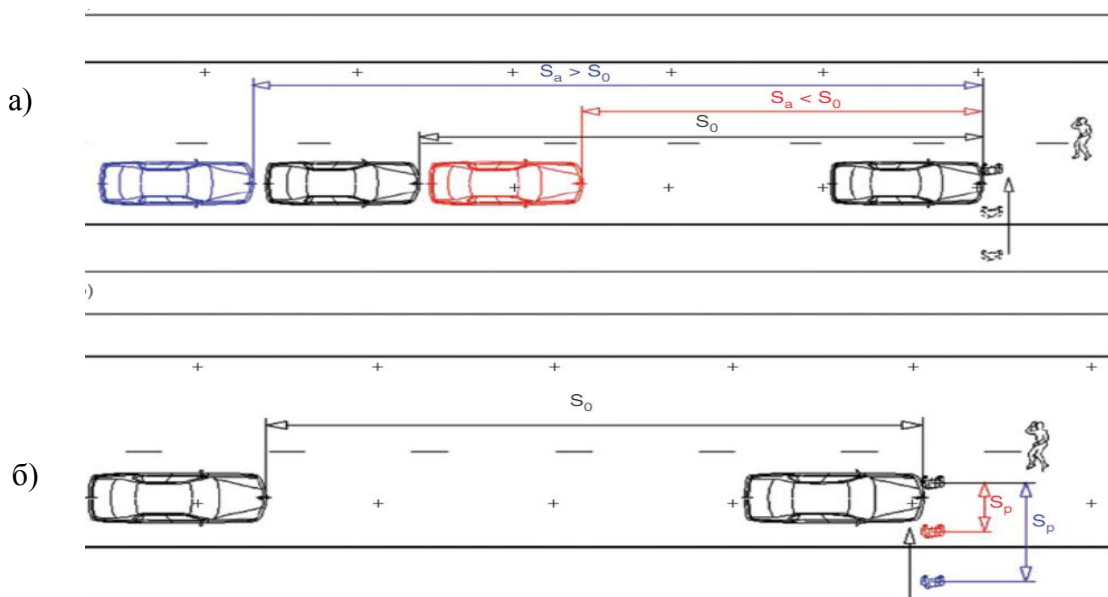


Рисунок 4 – Методы определения технической возможности водителя избежать ДТП: а – путем сравнения расстояний S_a и S_0 ; б – путем восстановления и оценки дорожной обстановки в момент, когда автомобиль находился вдали от места наезда

Первый метод основан на сравнении S_a – расстояния автомобиля от места, где пешеход был сбит, в момент, когда он стал препятствием движущемуся автомобилю (или создал аварийную ситуацию на дороге) с S_0 – тормозным путем, которое транспортное средство проходит в режиме торможения до полной его остановки.

Второй метод предполагает реконструкцию и анализ дорожной обстановки в тот момент, когда автомобиль находился вдали от пешехода на дороге на расстоянии S_0 , и водитель не предпринимал никаких попыток предотвратить ДТП, что впоследствии исключает какую-либо техническую возможность избежать наезда на пешехода.

Как правило, при наличии достаточных исходных данных для оценки текущей обстановки, применяется первый метод. Вторым методом предпочтительнее используется в ситуациях, когда эксперт сталкивается с невозможностью определения точного момента, когда созданные пешеходом аварийные ситуации и расстояния, на котором пешеход находился в момент создания угрозы безопасности движения неизвестно (в пределах видимости водителя). В таких случаях эксперт оценивает критическое расстояние движения пешехода, пройденное за промежуток времени, необходимый для полной остановки транспортного средства, в пределах которого техническая возможность для водителя избежать ДТП еще существовала. Затем эксперт определяет, мог ли водитель идентифицировать дорожную ситуацию как опасную и предпринять соответствующие действия для предотвращения ДТП в тот момент, когда пешеход находился на некотором удалении от места столкновения. Выводы эксперта, сделанные на основе приведенных выше оценок, носят предварительный характер, тогда как окончательный итог делается соответствующими должностными лицами или судом [12, 13].

При применении первого метода на начальном этапе следует оценить расстояние S_a , обозначающее положение автомобиля относительно места удара в тот момент, когда пешеход стал препятствием для автомобиля (или представлял угрозу безопасности движения). Если водитель совершил наезд на пешехода до начала торможения, данное расстояние рассчитывается по формуле (1):

$$S_a = S_p \cdot \frac{V_a}{V_p}, \quad (1)$$

где S_p – расстояние, пройденное пешеходом, в тот момент, когда он представлял угрозу безопасности движения (и находился в зоне видимости водителя до того, как он достиг места удара), м; V_a – скорость автомобиля до наезда, км/ч; V_p – это скорость пешехода, км/ч.

Тормозной путь в конкретных условиях движения рассчитывается на основе следующего уравнения:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \cdot \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26j}, \quad (2)$$

где t_1 – время реакции водителя, сек; t_2 – время срабатывания тормозной системы, сек; t_3 – время замедления автомобиля, сек; j – замедление автомобиля при торможении на дороге с определенным покрытием, м/сек².

Если до ДТП автомобиль двигался со скоростью, превышающей допустимую на конкретном участке дороги, то уравнение (2) может быть применено для определения тормозного пути автомобиля на допустимой скорости. Выполнение неравенства $S_a \geq S_0$ означает, что, когда автомобиль двигался с допустимой скоростью, техническая возможность избежать наезда на пешехода за счет своевременных попыток затормозить или совершить иной маневр существовала, тогда как $S_a < S_0$ подразумевает, что такой возможности у водителя не было. В некоторых случаях, когда расстояние S_a лишь немного меньше, чем расстояние S_0 и пешеход идет быстро и, следовательно, у него мало времени, чтобы выйти из зоны риска, эксперт должен определить, будет ли водитель, который начал тормозить вовремя, избегать наезда на пешехода, если последний сумел уйти из зоны риска. Если водитель начал тормозить до наезда на пешехода и удар произошел, когда транспортное средство двигалось в режиме торможения, расстояние S_a , обозначающее положение транспортного средства по отношению к месту удара в тот момент, когда пешеход стал препятствием или представлял угрозу безопасности движения, следует рассчитать по формуле:

$$S_a = S_p \cdot \frac{V_a}{V_p} - \left(\sqrt{\frac{V_a^2}{26j}} - \sqrt{S_T''} \right)^2, \quad (3)$$

где S_T'' – расстояние, которое автомобиль проехал после удара в режиме торможения до полной остановки, м.

Для расчета тормозного пути автомобиля в случае, когда во время дорожно-транспортного происшествия водитель начал торможение, оставив следы заноса на дорожке

ном покрытии уравнение (2) следует заметить:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + t_3) \cdot \frac{V_a}{3,6} + S_{sk}, \quad (4)$$

где S_{sk} – длина пятна заноса, м.

Расстояние S_p , пройденное пешеходом, когда он находился на пути транспортного средства или представлял угрозу безопасности движения, находясь в зоне видимости водителя, определяется как расстояние, пройденное пешеходом с момента выезда на проезжую часть до момента достижения места наезда по результатам расследования. Бывают и другие случаи, когда водитель по тем или иным причинам не может заметить выхода пешехода на проезжую часть, или последнее не представляет угрозы для безопасности движения в данный момент. Тогда предполагается, что расстояние S_p отсчитывается только с точки, где пешеход появляет-

ся в пределах видимости водителя, то есть, когда водитель уже может заметить пешехода, который представляет угрозу безопасности дорожного движения [13, 14].

Представленная методика экспертного исследования ДТП связанных с наездом на пешеходов, может применяться для выявления обстоятельств и причин происшествия, а также позволяет определить, имел ли водитель техническую возможность избежать наезда на пешехода в ситуации, когда автомобиль двигался с определенной скоростью. Методы расчета, используемые для различных случаев, рассмотрены для ситуаций: когда до столкновения с пешеходом автомобиль двигался без торможения; когда водитель использовал торможение, в зависимости от конкретной схемы движения пешехода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов Д.В., Лебедева О.А. Основные принципы развития транспортных систем городов // Вестник Ангарской государственной технической академии. 2014. № 8. С. 149-155.
2. Лебедева О.А. Вопросы функционирования городского пассажирского транспорта // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2013. Т. 1. С. 40.
3. Ляпустин П.К., Кобак А.А. Оценка социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2020. Т. 1. № 7. С. 171-172.
4. Sapragonas, J., Makaras, R. Investigation of movement of the off-road vehicles under roadless conditions // Journal of Vibroengineering, vol. 13(2), pp. 334-341, 2011.
5. Карта ДТП [Электронный ресурс]. – URL: <https://dtp-stat.ru/> (дата обращения: 08.11.2021 г.)
6. Sokolovskij E., Prentkovskis O. Investigating traffic accidents: the interaction between a motor vehicle and a pedestrian // Transport, vol. 28(3), pp. 302-312, 2013.
7. Балакин В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Учебное пособие. - Омск : СибАДИ, 2005. - 136 с.
8. Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учеб. пособие по направлению подготовки
- 23.03.01 «Технология транспортных процессов». – Пенза: ПГУАС, 2016. – 240 с.
9. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1989. – 255 с.
10. Аблаев Р.Р., Аблаев А.Р., Ксенофонтова В.А. Современные возможности исследования технической состоятельности данных, полученных в процессе следственного эксперимента при наездах на пешеходов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. № 1 (61). С. 91-97.
11. Ксенофонтова В.А., Кияшко Л.А., Сопин П.К. Определение точности методики расчета скорости перед столкновением транспортного средства по остаточным деформациям в результате дорожно-транспортного происшествия // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020. № 3 (67). С. 59-70
12. Ксенофонтова В.А., Кияшко Л.А. Разработка методики определения скорости автомобиля перед столкновением в результате ДТП по остаточным деформациям элементов конструкции // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2021. № 8. С. 169-170.
13. Prentkovskis O., Sokolovskij E., Bartulis V. Investigating traffic accidents: a collision of two motor vehicles // Transport, vol. 25(2), pp. 105-115, 2010.