

Федеральное государственное казенное образовательное
учреждение высшего образования
«Восточно-Сибирский институт
Министерства внутренних дел Российской Федерации»

А. А. Несмеянов, И. С. Щербаков, А. Л. Беляк

**ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ,
ПРОИЗОШЕДШИХ ВСЛЕДСТВИЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Практическое пособие

Иркутск
Восточно-Сибирский институт МВД России
2023

УДК 343.148
ББК 67.537
Н55

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Восточно-Сибирского института МВД России

Рецензенты:

канд. биол. наук, доцент И. В. Харченко;
заместитель начальника ЭКЦ ГУ МВД России по Иркутской области,
полковник полиции В. А. Горемыка.

Несмеянов, Алексей Александрович.

Н55 Экспертное исследование дорожно-транспортных происшествий, произошедших вследствие потери устойчивости автотранспортных средств : практическое пособие / А. А. Несмеянов, И. С. Щербаков, А. Л. Беляк. – Иркутск : Восточно-Сибирский институт МВД России, 2023. – 64 с.

В практическом пособии подробно рассматриваются теоретические методики проведения исследования обстоятельств дорожно-транспортных происшествий в случае потери устойчивости автотранспортными средствами, приведены примеры конкретных практических экспертных исследований реальных обстоятельств такого рода ДТП, а именно опрокидывания автотранспортных средств категорий M_1 , M_2 с учетом влияния различных дорожно-климатических условий с их подробным сравнительным анализом. Также в пособии приведена основная классификация, свойства и степень влияния на дорожную обстановку различных климатических условий, их взаимосвязь с поведением транспортных средств на дороге. Рассмотрены понятия устойчивости и управляемости АТС, причины и обстоятельства потери устойчивости в случае опрокидывания автомобиля, приводятся характеризующие их параметры и показатели.

Пособие предназначено для курсантов, слушателей, научно-педагогического состава образовательных организаций МВД России, а также сотрудников экспертно-криминалистических подразделений МВД России.

УДК 343.148
ББК 67.537

© Несмеянов А. А., Щербаков И. С., Беляк А. Л., 2023
© Восточно-Сибирский институт МВД России, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ | |
| § 1.1. Статистический анализ ДТП за период 2017–2021 гг..... | 6 |
| § 1.2. Климатические факторы, влияющие на безопасность движения АТС..... | 10 |
| ГЛАВА 2. УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ДОРОГЕ | |
| § 2.1. Устойчивость и управляемость АТС | 14 |
| § 2.2. Классификация причин и обстоятельств опрокидывания АТС | 17 |
| ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПОТЕРЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ | |
| § 3.1. Общая методология проведения экспертного исследования обстоятельств ДТП, связанных с потерей устойчивости АТС..... | 20 |
| § 3.2. Проведение экспертных исследований обстоятельств опрокидывания АТС | 24 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ..... | 40 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 | 41 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 | 53 |

ВВЕДЕНИЕ

На дорогах России происходит от 600 до 700 дорожно-транспортных происшествий в день, многие из которых имеют тяжкие последствия. Например, только в 2021 году произошло 133 331 происшествие, в которых пострадало более 180 тысяч человек, что составляет 0,13 % населения всей Российской Федерации¹.

В последнее время решение проблемы безопасности дорожного движения является одним из приоритетных направлений политики нашего государства, в связи с чем Правительством Российской Федерации разработана Стратегия безопасности дорожного движения до 2024 года, в которой определены приоритеты в области безопасности дорожного движения, направления и способы их достижения².

В силу этого вопросы проблематики проведения экспертных исследований различных дорожно-транспортных происшествий (ДТП) являются актуальными и очень активно освещаются в специальной литературе, на страницах научных журналов и в монографических исследованиях.

Достаточно важным в данном ряду является исследование ДТП, связанных с потерей устойчивости автотранспортных средств (АТС) различных типов и категорий, а особенно пассажирского транспорта категорий M_1 и M_2 , так как именно происшествия с ним приводят к наиболее тяжким последствиям и, соответственно, должны расследоваться максимально тщательно.

Рассматриваемое направление является актуальным, так как количество существующих экспертных исследований в данной области ограничено, и поэтому они представляют интерес в плане дальнейшего развития теории и практики судебной автотехнической экспертизы.

В настоящем практическом пособии подробно рассматриваются теоретические и практические вопросы проведения такого рода исследований.

Необходимо отметить, что большое влияние на характер движения АТС и возможность потери ими устойчивости и управляемости, часто приводящие к ДТП, оказывают дорожно-климатические условия. Классификация, свойства и степень влияния на дорожную обстановку

¹ Сведения о показателях состояния дорожного движения // Госавтоинспекция : сайт. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 21.02.2022). Режим доступа: свободный.

² Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения на 2018–2024 годы : распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 года № 1-р // Собр. законодательства Рос. Федерации. 29.01.2018. № 5. ст. 774.

данных условий, их взаимосвязь с поведением транспортных средств на дороге также рассматриваются в первой главе пособия.

Во второй главе вводятся понятия устойчивости и управляемости АТС, их классификация, рассматриваются причины и обстоятельства потери устойчивости в случае опрокидывания автомобиля, приводятся характеризующие их параметры и показатели.

В третьей главе пособия приводятся основные теоретические методики проведения исследования обстоятельств ДТП, сопровождающихся потерей устойчивости АТС, а также практические экспертные исследования реальных обстоятельств такого рода ДТП, а именно опрокидывания АТС категорий M_1 , M_2 с учетом влияния различных дорожно-климатических условий, и проводится их подробный сравнительный анализ.

В приложениях приведены практические расчеты для различных дорожно-транспортных ситуаций, возникающих в случае потери устойчивости АТС.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

§ 1.1. Статистический анализ ДТП за период 2017–2021 гг.

В течение пяти лет (2017–2021 гг.) на территории Российской Федерации произошло в общей сложности 780 293 ДТП (рис. 1.1).

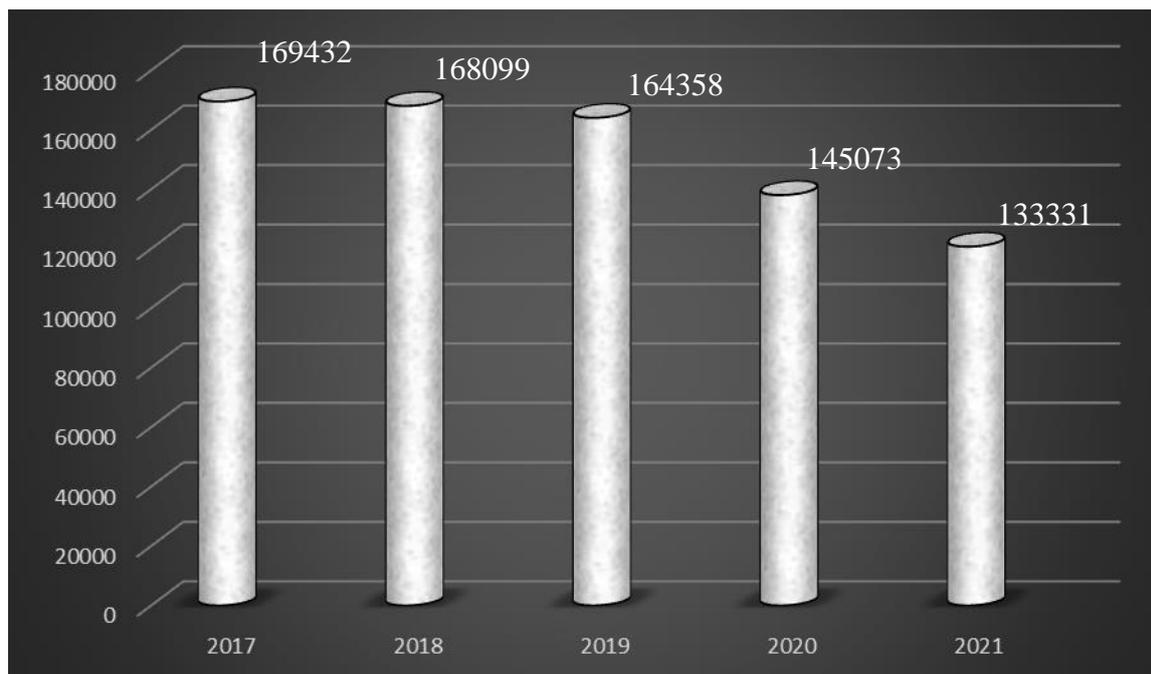


Рис. 1.1. Количество ДТП на территории России за период 2017–2021 гг.

Исходя из приведенных данных, можно отметить, что количество ДТП в нашей стране за указанные пять лет имеет тенденцию к постепенному уменьшению. Этот факт можно объяснить тем, что ввиду постоянного ужесточения ответственности за нарушения ПДД, в частности повышения штрафов за административные правонарушения, автомобилисты начали более ответственно относиться к управлению автомобилем на дороге. Немаловажную роль здесь играет и внедрение современных средств автоматизации управления дорожным движением.

В тот же период времени на территории Иркутской области произошло в общей сложности 14 985 дорожно-транспортных происшествий³ (рис. 1.2).

³ Сведения о показателях состояния дорожного движения // Госавтоинспекция : сайт. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 21.02.2022). Режим доступа: свободный.

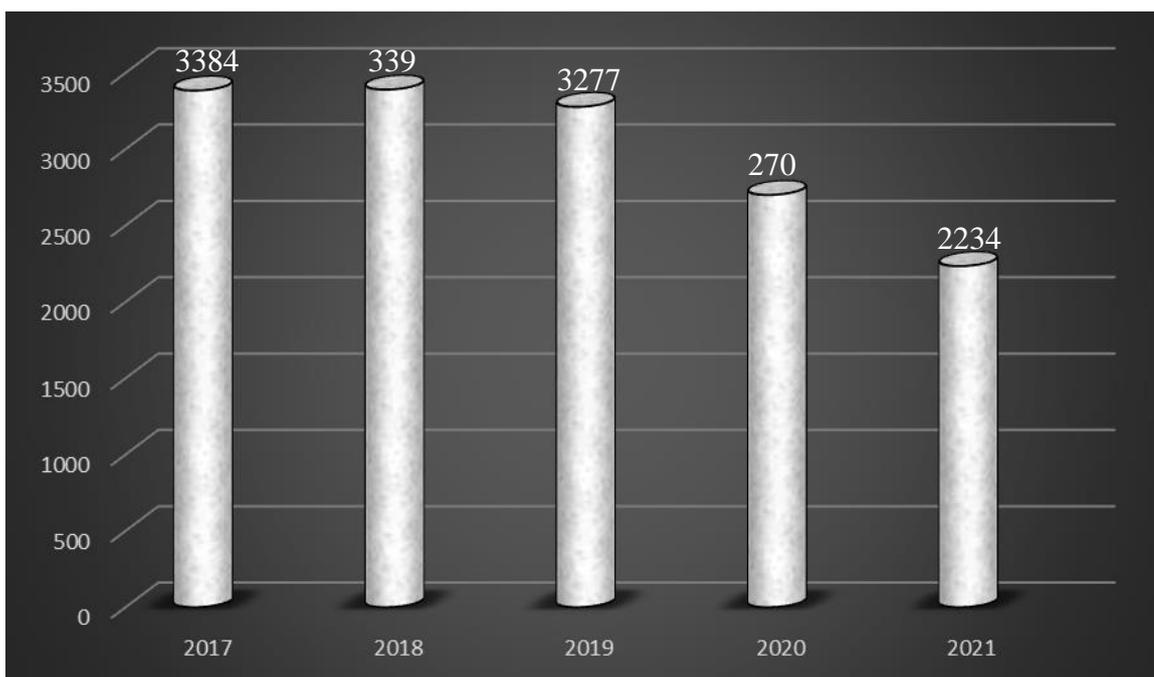


Рис. 1.2. Количество ДТП на территории Иркутской области за период 2017–2021 гг.

В процентном соотношении количество дорожно-транспортных происшествий на территории Иркутской области от их общего числа по Российской Федерации составляет 1,92 % (рис. 1.3).

Учитывая тот факт, что в Иркутской области количество автотранспорта составляет всего 1,39 % от общего числа автомобилей в России, число ДТП по Иркутской области является достаточно значительным.

Сложная обстановка с аварийностью в Иркутской области во многом объясняется следующими причинами:

- постоянно возрастающая мобильность населения;
- достаточно большой трафик транзитных грузовых перевозок;
- нарастающая диспропорция между увеличивающимся количеством автомобилей и размерами и качеством дорог, не рассчитанных на современные транспортные потоки.

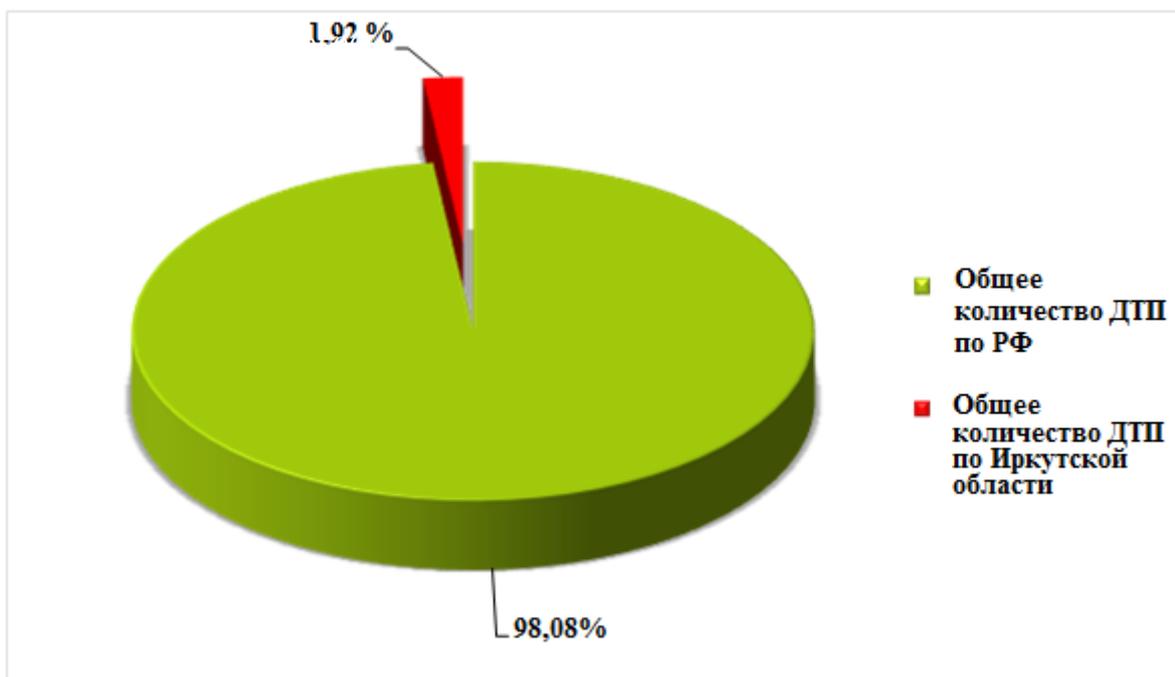


Рис. 1.3. Процентное соотношение количества ДТП на территории России и количества ДТП на территории Иркутской области за период 2017–2021 гг.

Если остановиться на конкретном виде ДТП, при котором происходит потеря устойчивости автотранспортного средства, то их доля в общем количестве ДТП на территории России за рассматриваемый период составила 10,36 %, или 80 838 случаев (рис. 1.4).

В Иркутской области количество ДТП, сопровождающихся потерей устойчивости автотранспортных средств, за 2017–2021 годы составило 1 943 случаев, или 12,97 % от общего числа ДТП в Иркутской области⁴ (рис. 1.5).

Основываясь на приведенных данных, можно сделать вывод о том, что как на территории Иркутской области, так и на территории Российской Федерации дорожно-транспортные происшествия, связанные с потерей устойчивости автотранспортных средств, не являются очень распространенными, однако необходимость проведения исследований в данном направлении является актуальной, как уже говорилось ранее, именно в силу немногочисленности такого рода ДТП и необходимости дальнейшего развития методологии проведения судебных автотехнических экспертиз.

⁴ Сведения о показателях состояния дорожного движения // Госавтоинспекция : сайт. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 21.02.2022). Режим доступа: свободный.

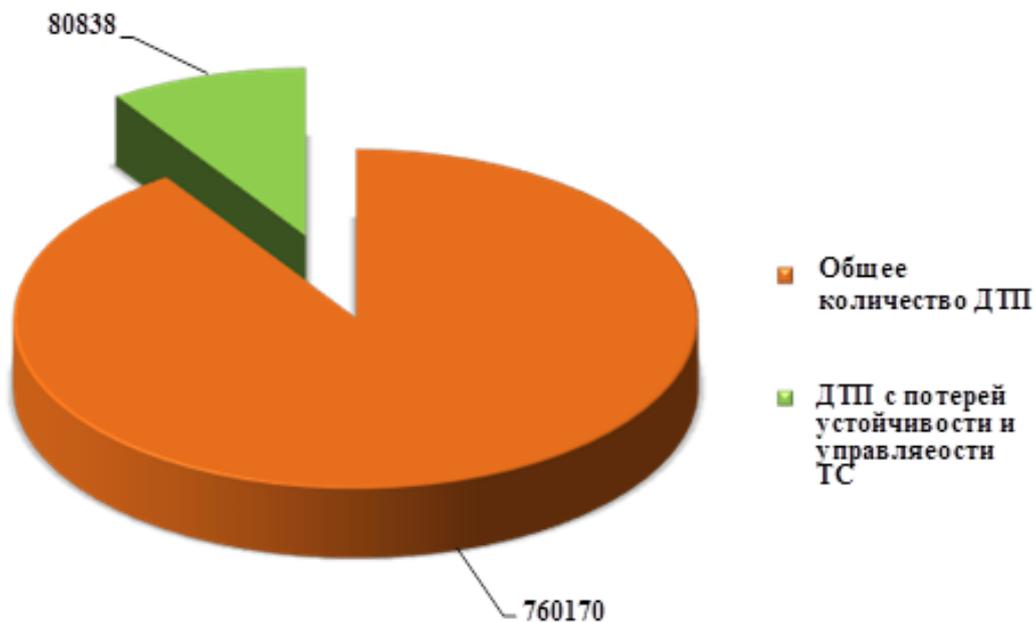


Рис. 1.4. Доля ДТП с потерей устойчивости АТС в общем числе ДТП, произошедших на территории России в 2017–2021 гг.

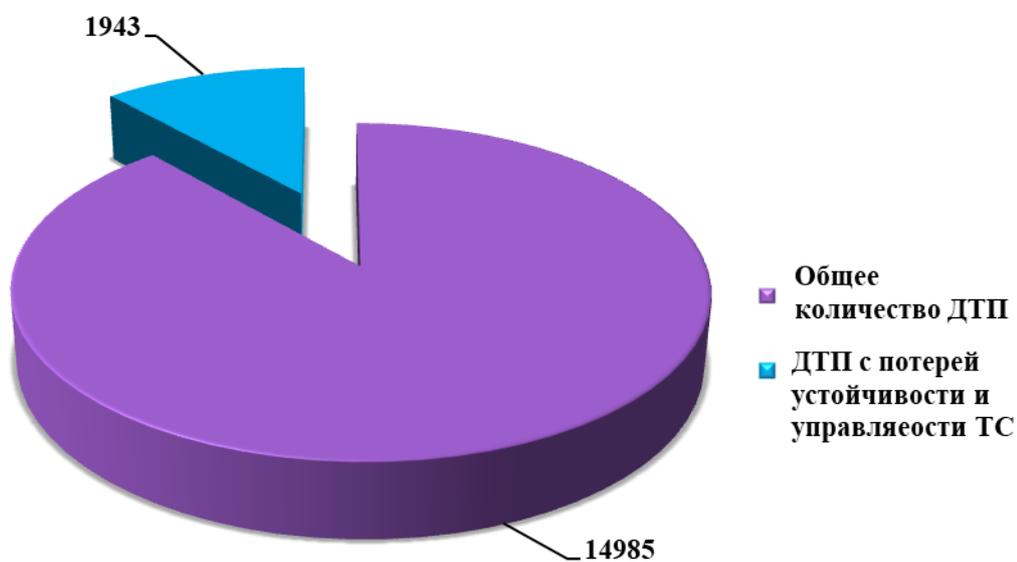


Рис. 1.5. Доля ДТП с потерей устойчивости АТС в общем числе ДТП, произошедших на территории Иркутской области в 2017–2021 гг.

§ 1.2. Климатические факторы, влияющие на безопасность движения АТС

Одной из особенностей автомобильного транспорта является высокая степень зависимости его функционирования от природных факторов. Большое влияние на характер движения транспортных средств и вероятность возникновения аварийных ситуаций оказывают климатические условия⁵.

Климатические условия характеризуют состояние атмосферы и атмосферных процессов. К таким условиям относятся температура, давление, влажность воздуха, ветер, облачность и осадки, туманы, грозы, а также продолжительность солнечного сияния, температура и состояние почвы, высота снежного покрова и др. Они могут быть длительно влияющими (например, отрицательная температура и снеговой покров в зимнее время) и кратковременно проявляющимися (осадки, туман, гололед).

Состояние почвы является важным условием функционирования любых дорог, действующих всесезонно. В весенний период грунт дорожного земляного полотна переувлажняется, и его прочность снижается. Разжиженный грунт оказывает слабое сопротивление нагрузке, создаваемой колесами автомобиля на дорожную одежду, которая под их воздействием прогибается, а после снятия нагрузки возвращается в прежнее положение. В это время, являющееся самым неблагоприятным для эксплуатации, дорога выполняет свои функции в большей степени за счет дорожной одежды и подвержена разрушению.

Согласно статистике, скользкие дороги являются одной из главных причин автотранспортных аварий и катастроф. До 30 % аварий на автомобильном транспорте в зимний период обусловлены гололедными явлениями. На большей части территории России длительность этого периода составляет от 5 до 50 дней. Гололед образуется в результате выпадения дождя или мороси при положительной температуре воздуха (+3°C) на покрытие с отрицательной температурой. В 95 % случаев появление гололеда происходит при температуре воздуха, приближающейся к 0°C, и относительной влажности воздуха от 80 % до 100 %. При возникновении скользкости коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги уменьшается до 0,08–0,15, что приводит к резкому снижению безопасности движения.

⁵ Кормилицына, Л. В., Михайлова, А. А. Факторы, влияющие на безопасность движения автомобильного транспорта // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения: международ. сб. науч. тр. Том № 21. Хабаровск: Тихоокеанский гос. ун-т, 2021. 146 с.

Высота и состояние снежного покрова на дороге также создают опасность для транспорта. Снежный покров на территории России держится от 200 дней в северных районах до нескольких дней в южных. Наличие на проезжей части снега высотой в 3–5 см уже вызывает необходимость снижения скорости движения автомобилей, а при высоте снежного покрова свыше 25 см движение становится невозможным. Уплотнение снега колесами движущихся автомобилей приводит к созданию снежного наката со скользкой поверхностью. Снежные заносы на железных дорогах образуют помехи движению и могут вызвать его прекращение⁶.

На практике встречаются различные виды наземного обледенения, среди которых можно выделить три основные группы.

К первой группе относится обледенение, образующееся в результате перехода (сублимации) пара в лед, минуя жидкое состояние. Оно может представлять собой иней, твердый (кристаллический) налет и кристаллическую изморозь.

При выпадении осадков в виде дождя повышается скользкость дороги и ухудшается видимость. Повышенная скользкость особенно опасна, когда начинается дождь: пыль или нанесенный на асфальте грунт растворяется водой, и образуется очень скользкий слой на дороге. Необходимо проявлять особую осмотрительность при подъезде к перекресткам с грунтовыми дорогами, а также при съезде на обочину. В этих случаях движение с минимальной скоростью – главное средство обеспечения безопасности.

При сильном дожде вода проникает к тормозным колодкам, намокание которых приводит к отказу тормозов или резкому снижению их эффективности. В условиях мокрого и скользкого дорожного покрытия остановочный путь может увеличиваться в 4–5 раз.

На грязной или влажной поверхности дороги образуется пленка, являющаяся смазывающей прослойкой между шиной и покрытием дороги, которое становится скользким. Особенно опасны первые капли дождя. Они смешиваются с пылью на дороге, и эта смесь действует, как смазка. По этой причине сцепление колес с дорогой резко уменьшается, и тормозной путь резко увеличивается.

Особую опасность для всех видов транспорта представляет туман. Сильный туман создает почти полное отсутствие видимости, в результате чего скорость движения транспортных средств должна быть резко снижена. Установлено, что в европейской части страны в течение года

⁶ Кузьмина, М. А., Котенкова, И. Н., Пиллюк, Н. Н. Влияние неблагоприятных дорожных и погодных-климатических условий на безопасность движения // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник) : научный мультидисциплинарный журнал. Краснодар : Издательский Дом – Юг. 2017. № 2. С. 234.

насчитывается около 40 туманных дней. Туман, как и темное время суток, кроме ухудшения общей видимости на дороге существенно снижает истинные расстояния и скорость движения транспорта. Так, дистанция до встречного автомобиля в тумане всегда кажется больше, а скорость его – меньше, чем на самом деле.

Наступление темного времени суток также отрицательно сказывается на безопасности движения. Несмотря на то, что интенсивность движения в этот период в 5–10 раз ниже, чем в светлое время, доля дорожно-транспортных происшествий составляет 40–60 % от их общего числа. Результаты исследований специалистов по безопасности дорожного движения, приведенные в таблице 1.1, подтверждают эти данные.

Таблица 1.1

Распределение основных видов ДТП в разное время суток

| № п/п | Виды ДТП | Распределение ДТП, % | |
|----------|---|----------------------|-------|
| | | днем | ночью |
| 1 | Наезды на пешеходов | 10 | 90 |
| 2 | Наезды на велосипедистов | 28 | 72 |
| 3 | Столкновения транспортных средств | 64 | 36 |
| 4 | Опрокидывание автомобилей | 43 | 57 |
| 5 | Наезды автомобилей на неподвижное препятствие | 38 | 62 |

С наступлением темноты ухудшается видимость дороги и расположенных на ней объектов. Фары автомобиля освещают лишь ограниченный участок дороги, причем объекты появляются в освещенной зоне внезапно, для их опознания требуется больше времени, чем днем. Время реакции водителя ночью увеличивается в среднем в 2 раза. Происшествия в темное время характеризуются большей тяжестью последствий. Основной предпосылкой повышения опасности движения в темное время суток является резкое снижение эффективности зрительного восприятия водителями дороги и окружающей обстановки, обусловленное физиологическими особенностями зрения человека. Если учесть, что до 90 % информации, на основе переработки которой происходит оценка обстановки, водитель получает при помощи зрения, становятся очевидными снижение надежности его действий в темный период и увеличение вероятности отказа в системе ВАДС. Таким образом, увеличение тяжести последствий ДТП в темное время суток объясняется тем, что водитель позже, чем днем, обнаруживает препятствие и, следовательно, в меньшей степени успевает снизить скорость движения. В

темноте водитель значительно хуже воспринимает обстановку, с меньшей точностью оценивает скорость своего автомобиля и, что очень важно, подвержен ослеплению светом фар, а иногда и стационарных источников света.

Еще одним из немаловажных факторов, оказывающих существенное влияние на безопасность движения, является состояние дорожного покрытия⁷. Износ дорожного покрытия зависит от сроков его эксплуатации и непосредственно связан с вышеописанными климатическими условиями. В результате длительной эксплуатации шероховатости срезаются трением шин о поверхность дороги, и коэффициент сцепления на таком покрытии уменьшается. Иногда на изношенном покрытии появляется волнистость (так называемая «гребенка»), резко ухудшающая управляемость автомобиля. В результате частых колебаний передние колеса теряют заданное направление, а у задних колес резко уменьшается коэффициент сцепления, что может привести к боковому заносу.

Таким образом, очевидно, что при проведении экспертных исследований обстоятельств ДТП анализ связи их происхождения с дорожно-климатическими условиями является одной из первоочередных задач исследования.

⁷ Горев, А. Э., Олещенко, Е. М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 256 с.

ГЛАВА 2. УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ДОРОГЕ

§ 2.1. Устойчивость и управляемость АТС

При рассмотрении причин и обстоятельств дорожно-транспортных происшествий часто возникают вопросы, связанные с исследованием устойчивости и управляемости автотранспортных средств – участников ДТП.

Необходимо отметить, что понятия управляемости и устойчивости автомобиля взаимосвязаны, поскольку они определяются в основном одними и теми же конструктивными параметрами автомобиля: компоновкой, особенностями рулевого управления, характеристиками шин, параметрами подвесок. В то же время влияние параметров автомобиля на его управляемость и устойчивость может быть различным. Например, с увеличением момента инерции автомобиля относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести, улучшается устойчивость автомобиля при прямолинейном движении, и в то же время ухудшается управляемость: для изменения направления движения к рулевому управлению необходимо приложить большие усилия⁸.

Общие определения понятий устойчивости и управляемости звучат следующим образом:

а) управляемость – свойство управляемого водителем автомобиля сохранять в определенной дорожно-климатической обстановке заданное направление движения или изменять его в соответствии с воздействием на рулевое управление;

б) устойчивость – свойство автомобиля, характеризующее его способность сохранять заданное направление движения при воздействии внешних сил, стремящихся отклонить его от этого направления.

Для устойчивости различают два понятия:

1) устойчивость (курсовая) – способность автомобиля, управляемого водителем, сохранять заданное направление прямолинейного движения при действии на него внешних возмущающих сил;

2) устойчивость (собственная) – способность автомобиля без участия водителя (с закрепленным или свободным рулевым управлением) противостоять действию внешних возмущающих сил.

⁸ Судебная автотехническая экспертиза: учебник для образовательных организаций высшего образования системы МВД России, сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации / В. Ф. Гольчевский, А. А. Несмеянов, Д. В. Седов и др. Иркутск : ФГКОУ ВО ВСИ МВД России, 2021. 594 с.

Этой же нормалью предусматривается определение параметров управляемости автомобиля и характеристик, оказывающих непосредственное влияние на управляемость автомобиля.

В задачу определения параметров управляемости автомобиля входит установление параметров управляемости при движении по прямой (курсовая устойчивость), управляемости при объезде неожиданного препятствия (маневр «перестановка»), предельной скорости движения при входе в поворот («вход в круг»).

В задачу определения характеристик, оказывающих непосредственное влияние на управляемость автомобиля, в частности входит установление скорости движения по окружности на поверхности с малым коэффициентом сцепления (лед). Оценочным параметром является величина предельной скорости движения середины передней оси автомобиля по окружности.

Нарушение устойчивости автомобиля выражается в произвольном изменении направления движения.

Различая продольную и поперечную устойчивость автомобиля, необходимо углубиться в суть этих понятий. Продольной (курсовой) устойчивостью автомобиля называют его свойство двигаться без корректирующих воздействий со стороны водителя, т. е. при неизменном положении рулевого колеса.

Автомобиль с плохой курсовой устойчивостью произвольно меняет направление движения («рыскает» по дороге), создавая угрозу другим транспортным средствам и пешеходам, и требует от водителя постоянных корректирующих действий с целью удержания автомобиля на полосе движения.

Нарушение поперечной устойчивости при прямолинейном движении, как и курсовой устойчивости, может быть вызвано следующими причинами:

- действием боковых сил (ветра, поперечной составляющей массы и др.);
- моментом, создаваемым различными по величине тяговой или тормозной силами на колесах левого и правого борта;
- буксованием или скольжением колес одного борта;
- резким разгоном, торможением или поворотом управляемых колес;
- неодинаковой регулировкой колесных тормозов;
- неисправностью в рулевом управлении (большой люфт, заклинивание);
- разрывом шин и др.

Показатели поперечной устойчивости автомобиля – это максимально возможные скорость движения по окружности и угол поперечного наклона

дороги (косогора). Оба показателя могут быть определены из условий поперечного скольжения колес (заноса) или опрокидывания. Таким образом, показатели поперечной устойчивости следующие:

$V_{зан}$ – максимальная (критическая) скорость движения по окружности, соответствующая началу заноса автомобиля;

$V_{опр}$ – максимальная (критическая) скорость движения по окружности, соответствующая началу опрокидывания автомобиля;

$\beta_{зан}$ – максимальный (критический) угол косогора, соответствующий началу поперечного скольжения колес;

$\beta_{опр}$ – максимальный (критический) угол косогора, соответствующий началу опрокидывания автомобиля.

Автомобиль с плохой курсовой устойчивостью занимает полосу, существенно превышающую его габаритную ширину. «Рыскание» по дороге требует от водителя постоянных корректирующих действий с целью удержания автомобиля на полосе движения.

Поперечная устойчивость транспортного средства – это способность транспортного средства двигаться в поперечной плоскости без заноса и потери управляемости под влиянием внешних возмущающих воздействий.

Потеря поперечной устойчивости при криволинейном движении может привести к прогрессивно нарастающему поперечному скольжению шин по дороге (заносу) или потере управляемости автомобилем. «Рысканья» автомобиля на криволинейных участках дороги обычно не наблюдается, поскольку скорости при этом относительно невелики. При криволинейном движении потерю устойчивости обычно вызывает центробежная сила.

Показателями поперечной устойчивости автомобиля при криволинейном движении являются максимально возможные скорости движения по дуге окружности и угол поперечного уклона дороги (косогора). Оба показателя могут быть определены из условий заноса или потери управляемости автомобилем.

Для повышения безопасности на дорогах, предназначенных для скоростного движения, все левые повороты имеют односкатный профиль (вираж). На вираже проезжая часть и обочины имеют поперечный уклон, направленный к центру закругления.

§ 2.2. Классификация причин и обстоятельств опрокидывания АТС

Очень часто при потере устойчивости автотранспортного средства происходит его опрокидывание. Это происходит в том случае, когда точка на опорной поверхности, через которую проходит вектор равнодействующей всех внешних сил, действующих на него, выходит за пределы опорной площади (ограниченной линиями, проходящими через точки приложения реакций опор). Это могут быть силы инерции или взаимодействия АТС с препятствиями, сила веса самого транспортного средства и др.

Основные причины опрокидывания АТС можно подразделить на 3 группы⁹:

- 1) опрокидывание под действием силы инерции движущегося АТС;
- 2) опрокидывание под воздействием момента приложенной к АТС силы;
- 3) опрокидывание под действием силы веса самого АТС.

Причинами опрокидывания под действием силы инерции движущегося АТС являются:

– движение АТС с заносом по поверхности дороги с высоким значением коэффициента сцепления или с вязким рыхлым грунтом, в который колеса врезаются при их боковом смещении;

– ограничение смещения колес в направлении движения АТС (упор в бордюр, выбоину в процессе заноса; боковое опрокидывание; упор передних колес в неподвижное препятствие – опрокидывание через переднюю ось);

– резкий поворот АТС с радиусом, не соответствующим избранной скорости по условиям устойчивости на дорогах с высоким коэффициентом сцепления (или коэффициентом сопротивления перемещению колес в поперечном направлении на неровной твердой поверхности). При этом опрокидывание возможно без возникновения заноса;

– резкие колебания кузова АТС после удара о препятствие. При отбрасывании от места удара вертикальные составляющие реакций на колесах одной стороны могут резко возрастать в результате перераспределения нагрузки. Это способствует увеличению сил сцепления с покрытием дороги и потому увеличивает опрокидывающий инерционный момент.

Причинами опрокидывания под воздействием момента от приложенной к АТС силы являются:

⁹ Несмеянов, А. А., Рыбаков, И. А. Экспертное исследование обстоятельств дорожно-транспортных происшествий, связанных с опрокидыванием транспортных средств // Производство судебных автотехнических экспертиз : мат-лы всерос. науч.-практ. конф. Иркутск : ФГКОУ ВО ВСИ МВД России, 2017. С. 43.

– действие силы удара при столкновении с другим АТС, приложенной выше его центра тяжести. Опрокидывание возможно при нанесении удара под углом к продольной оси;

– действие вертикальной составляющей силы удара при наезде на препятствие или переезде через него колесами одной стороны;

– действие силы со стороны оборванного карданного вала при его упоре в поверхность дороги.

Причинами опрокидывания под воздействием силы веса АТС являются:

– потеря опоры под колесами одной стороны, когда АТС выезжает за пределы моста или обочины, за которой расположен откос;

– движение вдоль крутого откоса, когда центр тяжести выходит за линию, проходящую через точки приложения реакций колес одной стороны.

Среди обстоятельств, способствовавших опрокидыванию АТС, можно выделить: связанные с действиями водителя, с дорожными условиями и с состоянием ТС. Если были способствовавшие опрокидыванию обстоятельства, устанавливающему его причины эксперту следует учитывать, в какой мере избранный водителем режим движения соответствовал конкретной дорожной обстановке. Причиной опрокидывания может быть вся совокупность обстоятельств, если водитель не имел возможности своевременно среагировать на них.

Обстоятельства, способствующие опрокидыванию АТС¹⁰:

1. Обстоятельства, связанные с действиями водителя:

– высокая скорость движения АТС, что увеличивает силы инерции, действующие на него при изменении направления движения, силы взаимодействия при столкновениях и наездах на препятствия, размах колебаний корпуса АТС после удара и вероятность возникновения заноса, приводящего к опрокидыванию;

– резкие приемы управления, способствующие увеличению действующих на АТС инерционных сил и возникновению заноса.

2. Обстоятельства, связанные с дорожными условиями:

– движение под уклон и с боковым креном, что при повороте снижает устойчивость АТС в результате возникающего крена в направлении опрокидывания;

– вязкий, рыхлый, неровный грунт или покрытие с высоким значением коэффициента сцепления, что вызывает более сильное

¹⁰ Попов, И. М., Несмеянов, А. А. Практические вопросы проведения экспертного исследования обстоятельств опрокидывания грузовых автотранспортных средств, произошедших при неблагоприятных дорожных условиях // Производство судебных автотехнических экспертиз : мат-лы всерос. науч.-практ. конф. Иркутск : ФГКОУ ВО ВСИ МВД России, 2019. С. 64.

сопротивление проскальзыванию колес в процессе заноса и, следовательно, возрастание опрокидывающего инерционного момента;

– низкое значение коэффициента сцепления и другие причины возникновения заноса, способствующие опрокидыванию, если оно возможно в конкретном случае при движении АТС с заносом и разворотом.

3. Обстоятельства, связанные с состоянием АТС:

– технические неисправности, которые могут влиять на опрокидывание автомобиля при отрыве одного из передних колес, при неисправности рулевого механизма (обрыв пальца рулевой тяги) или тормозной системы, когда одно из передних колес или одна сторона колес срабатывает раньше, чем остальные колеса; при поломке одной из шаровых опор передней подвески (большой износ или поломка вследствие усталости металла или заводского брака);

– неравномерное распределение нагрузки по ширине АТС или перемещение грузов в поперечном направлении. Это смещает центр тяжести АТС к колесам одной стороны, снижая устойчивость против опрокидывания на эту сторону. Например, наличие жидкого груза (цистерны с жидкостью, самосвалы с жидким бетоном) способствует смещению центра тяжести АТС в направлении опрокидывания: высокое расположение центра тяжести АТС способствует увеличению опрокидывающего момента равнодействующей инерционных сил.

При наличии способствовавших опрокидыванию обстоятельств в процессе установления его причин следует учитывать, в какой мере избранный водителем режим движения соответствовал конкретной дорожной обстановке. Причиной опрокидывания может быть совокупность способствовавших ему обстоятельств, если водитель не имел возможности своевременно учесть их.

Для выявления причины опрокидывания в зависимости от конкретных обстоятельств происшествия может быть достаточным исследование установленных в ходе следствия данных. Однако в отдельных случаях может потребоваться изучение следов и повреждений непосредственно на АТС, а также исследование места происшествия.

ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПОТЕРЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

§ 3.1. Общая методология проведения экспертного исследования обстоятельств ДТП, связанных с потерей устойчивости АТС

При проведении экспертных исследований обстоятельств ДТП, связанных с потерей устойчивости АТС, в постановлении о назначении автотехнической экспертизы обычно излагаются следующие исходные данные¹¹:

1. Тип (марка) АТС, число пассажиров, масса груза, техническое состояние.

2. Дорожные условия: тип покрытия, продольный профиль, ширина проезжей части, состояние покрытия (сухое, мокрое, грязное, снег, лед и т. д.).

3. Радиус закругления проезжей части.

4. Техническое состояние и скорость транспортного средства.

5. Описание действий водителя перед потерей устойчивости ТС.

Основными вопросами, которые ставятся перед специалистом в этом случае, как правило, являются следующие:

1. Какова критическая скорость автомобиля на повороте с данным радиусом?

2. Возможно ли опрокидывание или занос на повороте с данным радиусом на указанной скорости и указанной загрузке?

3. Располагал ли водитель АТС технической возможностью предотвратить съезд путем торможения?

4. Какова причина потери устойчивости АТС? Не вызвано ли это техническим состоянием АТС, дорожными условиями или действиями водителя по управлению АТС?

5. Какими пунктами ПДД РФ следовало руководствоваться водителю в данной ДТС, и соответствовали ли его действия требованиям Правил с технической точки зрения?

Для ответа на большинство приведенных вопросов необходимо знание расчетных методик определения искомых параметров. Рассмотрим их.

¹¹ Суворов, Ю. Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП : учеб. пособие. М. : Право и закон, 2013. 367 с.

В целом потеря автомобилем устойчивости выражается в опрокидывании или скольжении. Более вероятно и опасно нарушение поперечной устойчивости, возникающее вследствие действия боковых сил: центробежной силы, поперечной составляющей силы тяжести, бокового ветра, ударов о неровности дороги. Показатели поперечной устойчивости автомобиля: максимально возможные скорость движения по окружности и угол поперечного наклона дороги (косогора). Оба показателя могут быть определены из условий поперечного скольжения колес (заноса) или опрокидывания.

Рассмотрим теперь выражения для определения вышеупомянутых и связанных с ними величин¹²:

1. Максимально допустимая при прямолинейном движении автомобиля без пробуксовки ведущих колес скорость определяется по формуле 3.1:

$$V_{\text{бук}} = 3,6 \cdot \sqrt{\frac{G}{W_B} \left[\frac{a \cdot \varphi_x}{L - \varphi_x \cdot h_{\text{ц}}} - f - i_{\text{пу}} - \frac{\delta_{\text{BP}}}{g} \cdot j \right]} \quad [\text{км/ч}] \quad (3.1),$$

где

G – вес автомобиля [Н];

W_B – фактор обтекаемости [$\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$];

j – установившееся замедление автомобиля при торможении [$\text{м} / \text{с}^2$];

L – база автомобиля [м];

$h_{\text{ц}}$ – высота центра тяжести автомобиля [м];

φ_x – коэффициент продольного сцепления шин с покрытием дороги;

f – коэффициент сопротивления качению;

$i_{\text{пу}}$ – передаточное число рулевого управления;

δ_{BP} – коэффициент учета вращающихся масс.

Данная скорость уменьшается при уменьшении коэффициента сцепления, увеличении сопротивления дороги или ускорения. Следовательно, потеря курсовой устойчивости наиболее вероятна на участках дороги со скользким неровным покрытием (укатанный снег, частично обледенелый асфальтобетон, булыжник, подъемы). Часто водители преодолевают подъем «с ходу», увеличив подачу газа. Движение

¹² Молодцов, В. А. Безопасность транспортных средств : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология транспортных процессов» (профили подготовки: "Организация и безопасность движения», «Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий»). Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «Тамбовский гос. технический ун-т», 2013. 235 с.

по подъему требует большой тяговой силы. Если при этом на пути автомобиля встречается участок, покрытый ледяной или снежной коркой, с малым коэффициентом сцепления, то ведущие колеса начнут пробуксовывать. Пробуксовка колес опасна, так как буксующее колесо не может противостоять даже малой поперечной силе без бокового скольжения, которое приводит к заносу автомобиля¹³.

2. Критическая скорость движения по окружности, соответствующая началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)) при отсутствии поперечного уклона, рассчитывается по формуле 3.2:

$$V_{зан} = 3,6 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot L \cdot \varphi_y}{tg\theta}} = \sqrt{127 \cdot R_M \cdot \varphi_y}, \text{ [км/ч]}$$

(3.2),

где

θ – угол поворота передних колес автомобиля;

φ_y – коэффициент поперечного сцепления шин с покрытием дороги;

R_M – максимальный радиус поворота центра тяжести автомобиля на закруглении дороги [м] (формула 3.3):

$$R_M = R + (B_D - B_T) \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}} - \frac{B_T}{2} \text{ [м]}$$

(3.3),

где

R – наружный радиус закругления разрешенной для движения данного транспортного средства полосы дороги [м];

B_D – ширина этой полосы в средней части закругления [м];

B_T – ширина полосы движения транспортного средства [м];

α – угол поворота дороги.

3. Критическая скорость движения по окружности, соответствующая началу заноса при поперечном уклоне, рассчитывается по формуле 3.4:

¹³ Чава, И. И. Судебная автотехническая экспертиза. Исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия : учеб.-метод. пособие. М. : Изд. центр Ин-т повышения квалификации Рос. Федерации Центра судеб. экспертизы, 2007. 98 с.

$$V_{зан} = \sqrt{127R_M \frac{\varphi_y \pm tg\beta}{1 \mp \varphi_y^2 tg\beta}} \quad [\text{км/ч}]$$

(3.4),

где

β – угол поперечного уклона дороги.

4. Критическая скорость движения по окружности, соответствующая началу опрокидывания при отсутствии поперечного уклона.

При повороте на горизонтальной дороге поперечная сила, действующая на автомобиль, может вызвать не только боковое скольжение, но и опрокидывание. Опрокидывание автомобиля происходит относительно его наружных колес. В момент отрыва внутренних колес от дороги нормальные реакции равны нулю, и весь вес автомобиля воспринимается наружными колесами. В этом случае опрокидывающий момент, создаваемый поперечной силой, уравнивается восстанавливающим моментом, обусловленным весом автомобиля.

Критическая скорость по опрокидыванию определяется по формуле 3.5:

$$V_{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{B * R * g}{2 * h_g}}, \quad [\text{км/ч}]$$

(3.5),

где:

B – среднее значение колеи автомобиля [м];

R – радиус поворота [м];

g – ускорение свободного падения [м/с²];

h_g – высота центра тяжести автомобиля [м].

5. Критический угол косогора, соответствующий началу опрокидывания автомобиля, определяется из выражения 3.6:

$$tg\beta_{опр} = \frac{6,5B_D gR_M \mp V_{опр}^2 h_{ц}}{6,5B_D V_{опр}^2 \pm h_{ц} gR_M}$$

(3.6).

§ 3.2. Проведение экспертных исследований обстоятельств опрокидывания АТС

В качестве обзорного примера практического применения методологии проведения расследования ДТП, связанных с потерей устойчивости АТС, рассмотрим экспертное исследование обстоятельств опрокидывания пассажирских автотранспортных средств категорий M_1 , M_2 .

Исследование № 1

Краткие обстоятельства дела и исходные данные:

8 октября 2021 года около 03.20 часов на 444 км автодороги А-370 в Кировском районе Приморского края водитель автомашины «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) Петров А. К. при прохождении поворота не справился с управлением и совершил съезд в кювет и опрокидывание, в результате чего пассажир Осипов Н. В. получил телесные повреждения, которые относятся к категории причинивших тяжкий вред здоровью.

Проезжая часть в месте происшествия – мокрый асфальтобетон, без дефектов дорожного покрытия, имеется небольшой уклон по ходу движения автотранспортного средства, предназначена для движения в двух направлениях. Ширина проезжей части составляет 7 метров. На расстоянии 57 метров до места съезда автомобиля с дороги имеется дорожный знак 1.11.1. «Опасный поворот направо». Угол поворота дороги 112° ; продольный уклон дороги – 18° ; радиус кривой – 180 метров. Дорожно-транспортное происшествие произошло в ночное время. Путем следственного эксперимента установлено, что видимость полотна дороги с места водителя в дальнем свете фар составляет 58 метров. Место съезда находится по ходу движения а/м «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) с левой стороны автодороги. Установлено, что автомобиль перед происшествием двигался со скоростью около 90–100 км/ч; следов торможения не обнаружено, расстояние от места съезда автомашины с проезжей части до полной остановки автомашины составляет 19 метров. Автомобиль «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) перед происшествием технически был исправен, в салоне автомобиля в момент ДТП находились 2 человека.

Перед экспертом поставлены вопросы:

1. Какое значение безопасной скорости движения должен был избрать водитель Петров А. К.?

2. В случае если скорость а/м «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) под управлением Петрова А. К. не позволяла ему осуществить безопасный маневр поворота направо,

располагал ли водитель Петров А. К. технической возможностью предотвратить съезд путем снижения скорости движения а/м торможением?

3. Не имеется ли у водителя автотранспортного средства превышения скорости, и не находится ли это превышение в причинной связи со случившимся происшествием?

4. Какими требованиями ПДД РФ должен был руководствоваться водитель а/м «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) с технической точки зрения для обеспечения безопасности дорожного движения?

На рисунке 3.1 приведена модель автомобиля, аналогичная рассматриваемой в экспертном исследовании.



Рис. 3.1. Автомобиль Toyota Probox I

Ответим теперь на заданные вопросы:

1. Определим значение максимального радиуса поворота центра тяжести АТС на закруглении дороги:

$$R_M = R + (B_D - B_T) \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}} - \frac{B_T}{2} = 180 + (3,5 - 1,69) \frac{\cos \frac{112}{2}}{1 - \cos \frac{112}{2}} - \frac{1,69}{2} = 181,45 \text{ м,}$$

где:

R – наружный радиус закругления разрешенной для движения данного транспортного средства полосы дороги, м: 180 м,

B_d – ширина этой полосы в средней части закругления, м: 3,5 м,
 B_T – ширина полосы движения транспортного средства, м: 1,69 м,
 α – угол поворота дороги, 112° .

Определяем критическую скорость движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующую началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)) по формуле:

$$V_{зан} = \sqrt{127 * R_M * \varphi_y},$$

где:

R_M – максимальный радиус поворота центра тяжести автомобиля «Toyota Probox I» на закруглении дороги, м: 181,45 м.

φ_y – коэффициент поперечного сцепления шин с покрытием дороги:

$$\varphi_y = 0,8\varphi_x,$$

где $\varphi_x = 0,45$ – коэффициент продольного сцепления шин с покрытием дороги.

$$\varphi_y = 0,8 * 0,45 = 0,36.$$

Тогда критическая скорость движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующая началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)):

$$V_{зан} = \sqrt{127 * 181,45 * 0,36} = 91,08 \text{ км/ч.}$$

В результате произведенного расчета значение критической скорости движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующей началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)), определено около 91,08 км/ч.

Определим теперь допустимую скорость автомобиля «Toyota Probox I», соответствующую пределу видимости, по формуле:

$$V_{в} = 3,6 * j * T \left[\sqrt{\frac{2S}{j(t_1 + t_2 + 0,5t_3)^2} + 1} - 1 \right],$$

где:

t_1 – время реакции водителя в условиях сложившейся дорожно-транспортной ситуации, с: 0,8;

t_2 – время запаздывания срабатывания тормозного привода, с: 0,2;

t_3 – время нарастания замедления при экстренном торможении, с: 0,15;

S – предел видимости дороги, м: 58,0 м;

j – установившееся замедление автомобиля, м/с^2 : 6,74;

$$j = j_{табл} \cos \alpha_d \pm g \sin \alpha_d = 3,9 \times 0,95 + 9,8 \times 0,31 = 6,74 \text{ м/с}^2;$$

$j_{\text{мабл}} = 3,9 \text{ м/с}^2$, т. к. $\varphi_x = 0,45$ – коэффициент продольного сцепления шин с покрытием дороги; автомобиль груженный с гидроприводом тормозов.

Тогда:

$$V_{\text{в}} = 3,6 * 6,74 * 1,075 \left[\sqrt{\frac{2 * 58}{6,74(0,8 + 0,2 + 0,5 * 0,15)^2} + 1} - 1 \right] = 77,7 \text{ км/ч.}$$

В результате произведенных выше расчетов значение критической скорости движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующей началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)), определено около 91,08 км/ч; значение допустимой скорости автомобиля «Toyota Probox I», соответствующей пределу видимости, определено около 77,7 км/ч. Отсюда можно сделать вывод о том, что в условиях места происшествия водитель автомобиля «Toyota Probox I» Петров А. К. должен был вести транспортное средство со скоростью меньше, чем значение критической скорости движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующей началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)), т. е. не более 77,7 км/ч.

2. В случае если скорость а/м «Toyota Probox I» под управлением Петрова А. К. не позволяла ему осуществить безопасный маневр поворота направо, располагал ли водитель Петров А. К. технической возможностью предотвратить съезд путем снижения скорости движения а/м торможением?

Определим путь движения автомобиля при торможении в интервале изменения скорости от V_a до V_n , если скорость автомобиля (V_{a1}) = 90 км/ч:

$$S_{a1} = TV_{a1} + \frac{(V_{a1}^2 - V_n^2)}{2j}, \text{ м.}$$

где:

$V_{a1} = 90 \text{ км/ч} = 25 \text{ м/с}$, $V_n = V_{\text{зан}} = 91,08 \text{ км/ч} = 25,3 \text{ м/с}$: значение критической скорости движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующей началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса));

j – установившееся замедление автомобиля при торможении, м/с^2 : 6,74.

$$S_{a1} = 1,075 * 25 + \frac{(25^2 - 25,3^2)}{2 * 6,74} = 25,76 \text{ м.}$$

Сравниваем рассчитанный выше путь движения автомобиля при торможении в интервале изменения скорости от V_a до V_n с расстоянием, на котором водитель мог видеть опасный поворот:

$$S_{a1} = 25,76 м < S = 58 м.$$

Так как путь движения автомобиля при торможении в интервале изменения скорости от V_a до V_n меньше, чем предел видимости дороги, то можно сделать вывод, что водитель Петров А. К. при скорости автомобиля $V_{a1} = 90 км/ч$ располагал технической возможностью предотвратить съезд путем торможения.

Определим путь движения автомобиля при торможении в интервале изменения скорости от V_a до V_n , если скорость автомобиля (V_{a2}) = 100 км/ч:

$$S_{a2} = TV_{a2} + \frac{(V_{a2}^2 - V_n^2)}{2j}, м.$$

где:

$V_{a2} = 100 км/ч = 27,78 м/с$, $V_n = V_{зан} = 91,08 км/ч = 25,3 м/с$: значение критической скорости движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующей началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса));

j – установившееся замедление автомобиля при торможении, $м/с^2$: 6,74.

$$S_{a2} = 1,075 * 27,78 + \frac{(27,78^2 - 25,3^2)}{2 * 6,74} = 39,63 м.$$

Сравниваем рассчитанный выше путь движения автомобиля при торможении в интервале изменения скорости от V_a до V_n с расстоянием, на котором водитель мог видеть опасный поворот:

$$S_{a2} = 39,63 м < S = 58 м.$$

Так как путь движения автомобиля при торможении в интервале изменения скорости от V_a до V_n меньше, чем предел видимости дороги, то можно сделать вывод о том, что водитель Петров А. К. при скорости автомобиля $V_{a2} = 100 км/ч$ располагал технической возможностью предотвратить съезд путем торможения.

3. Для начала сравним скорость, с которой двигался автомобиль «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) под управлением Петрова А. К. перед съездом, со значением критической скорости движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующей началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)):

$$V_{a2} = 100 км/ч > V_{зан} = 91,08 км/ч.$$

Таким образом, скорость автомобиля «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) под управлением Петрова А. К. перед съездом больше значения критической скорости движения данного автомобиля по окружности, соответствующей началу заноса (критической скорости автомобиля по условиям

поперечного скольжения (заноса)). Из этого можно сделать вывод, что у водителя транспортного средства имелось превышение скорости, которое и могло стать причиной случившегося происшествия.

4. Как следует из кратких обстоятельств дела и исходных данных, происшествие произошло в ночное время на 444 км автодороги А-370, где скорость движения транспортных средств ограничена 90 км/ч. Дорожная часть в месте происшествия – мокрый асфальт. На данном участке дороги имеется дорожный знак 1.11.1. «Опасный поворот направо».

Следовательно, от водителя автомашины «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) Петрова А. К. требовалось повышенное внимание ввиду состояния дорожного покрытия, а также опасного участка дороги, и действия водителя регламентированы требованием пункта 10.1 ПДД РФ.

Таким образом, с технической точки зрения для обеспечения безопасности дорожного движения водитель автомашины «Toyota Probox I» (государственный регистрационный номер СхххМС 125RUS) Петров А. К. должен был руководствоваться требованиями пункта 10.1 ПДД РФ, суть которого изложена выше. Действия водителя автомобиля «Toyota Probox I» не соответствовали требованию указанного пункта Правил.

С традиционной точки зрения, проведенное исследование можно было бы считать законченным. Однако тут существует один достаточно важный момент: при определении безопасной скорости движения АТС не учитывалась такая величина, как высота центра тяжести автомобиля, существенно влияющая на устойчивость автомобиля, так как считается допустимым пренебрегать ее значением для легковых транспортных средств, в силу того что у них центр тяжести располагается довольно низко, и предполагается, что автомобиль скорее уйдет в занос, чем опрокинется. Было рассмотрено 23 дорожно-транспортные ситуации с участием автомобиля «Toyota Probox I» в различных дорожных условиях, чтобы проанализировать необходимость внесения изменений в традиционную методику проведения экспертных исследований (Приложение 1).

Была рассмотрена зависимость поперечной устойчивости а/м «Toyota Probox I» от расположения его центра тяжести (высота центра тяжести $h_g = 0,6; 0,8; 1,0; 1,35; 1,45$ м) на дорожных покрытиях: мокрый асфальтобетон, сухой асфальтобетон, мокрый щебень, снежный накат (укатанный снег).

Полученные результаты расчетов критической скорости автомобиля по условию прохождения поворота при различной высоте центра тяжести автомобиля, на разных дорожных покрытиях, и ее сравнение со скоростью по условию заноса АТС приведены в таблицах 3.1–3.4.

Таблица 3.1

Результаты расчетов критических скоростей автомобиля при прохождении поворота на дорожном покрытии – мокрый асфальтобетон

| Высота центра тяжести автомобиля h_g , м | Критическая скорость опрокидывания $V_{кр}^{opr}$, км/ч | Критическая скорость скольжения (заноса) $V_{кр}^{ск}$, км/ч | Вывод |
|---|---|--|-----------------------------|
| 0,6 | 163,31 | 85,53 | Автомобиль перейдет в занос |
| 0,8 | 141,43 | 85,53 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,0 | 126,50 | 85,53 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,35 | 108,88 | 85,53 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,45 | 105,06 | 85,53 | Автомобиль перейдет в занос |

Таблица 3.2

Результаты расчетов критических скоростей автомобиля при прохождении поворота на дорожном покрытии – сухой асфальтобетон

| Высота центра тяжести автомобиля h_g , м | Критическая скорость опрокидывания $V_{кр}^{opr}$, км/ч | Критическая скорость скольжения (заноса) $V_{кр}^{ск}$, км/ч | Вывод |
|---|---|--|------------------------------|
| 0,6 | 163,31 | 113,15 | Автомобиль перейдет в занос |
| 0,8 | 141,43 | 113,15 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,0 | 126,50 | 113,15 | Автомобиль перейдет /в занос |
| 1,35 | 108,88 | 113,15 | Автомобиль опрокинется |
| 1,45 | 105,06 | 113,15 | Автомобиль опрокинется |

Таблица 3.3

Результаты расчетов критических скоростей автомобиля при прохождении поворота на дорожном покрытии – мокрый щебень

| Высота центра тяжести автомобиля h_g , м | Критическая скорость опрокидывания $V_{кр}^{opr}$, км/ч | Критическая скорость скольжения (заноса) $V_{кр}^{ск}$, км/ч | Вывод |
|---|---|--|-----------------------------|
| 0,6 | 163,31 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |
| 0,8 | 141,43 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,0 | 126,50 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,35 | 108,88 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,45 | 105,06 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |

Таблица 3.4

Результаты расчетов критических скоростей автомобиля при прохождении поворота на дорожном покрытии – укатанный снег

| Высота центра тяжести автомобиля h_g , м | Критическая скорость опрокидывания $V_{кр}^{opr}$, км/ч | Критическая скорость скольжения (заноса) $V_{кр}^{ск}$, км/ч | Вывод |
|---|---|--|-----------------------------|
| 0,6 | 163,31 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |
| 0,8 | 141,43 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,0 | 126,50 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,35 | 108,88 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,45 | 105,06 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |

Если приведенные в таблицах 3.1–3.4 результаты отобразить графически, то получим следующее (рис. 3.2–3.5).

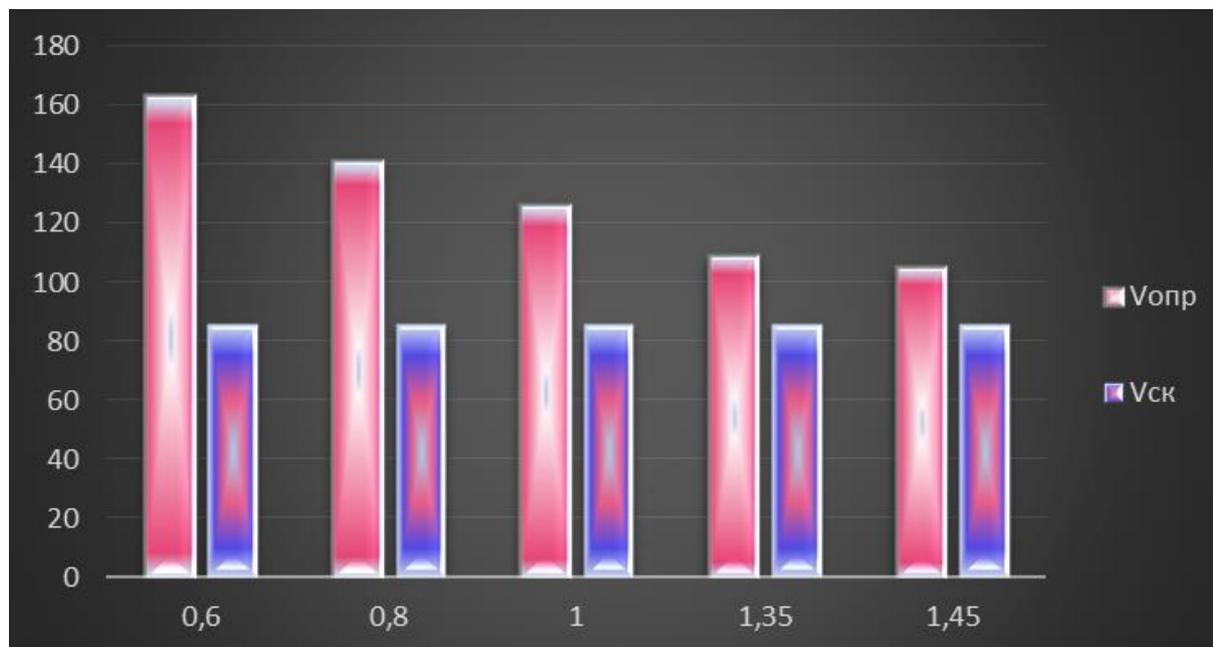


Рис. 3.2. Критические скорости автомобиля «Toyota Probox I» на дорожном покрытии – мокрый асфальтобетон

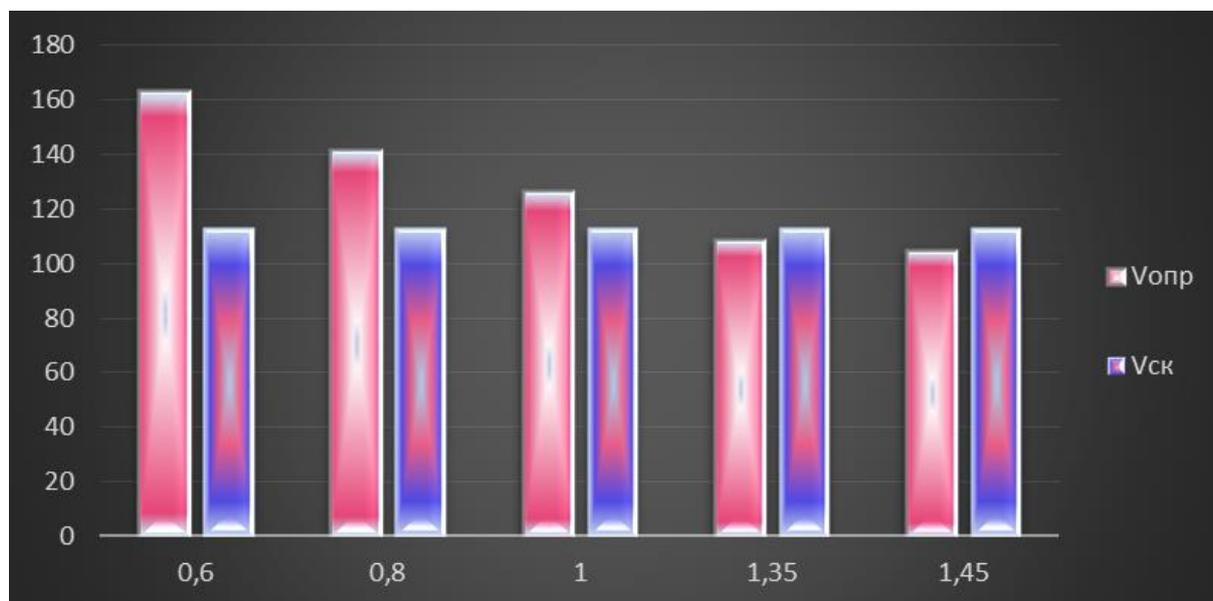


Рис. 3.3. Критические скорости автомобиля «Toyota Probox I» на дорожном покрытии – сухой асфальтобетон

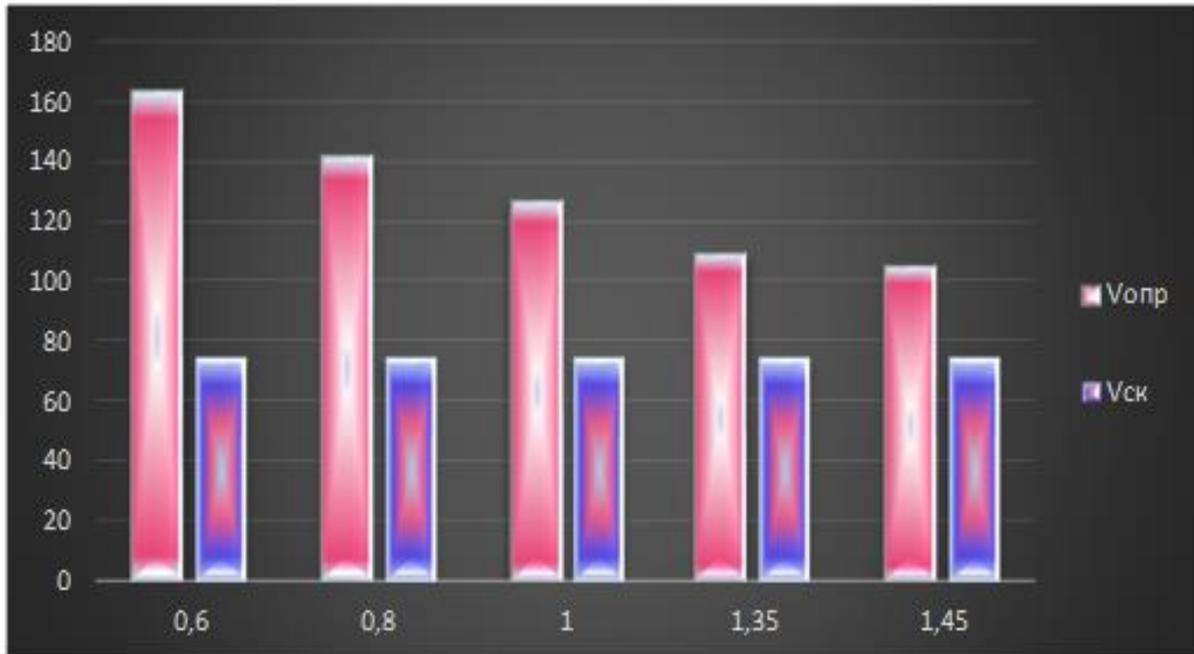


Рис. 3.4. Критические скорости автомобиля «Toyota Probox I» на дорожном покрытии – мокрый щебень

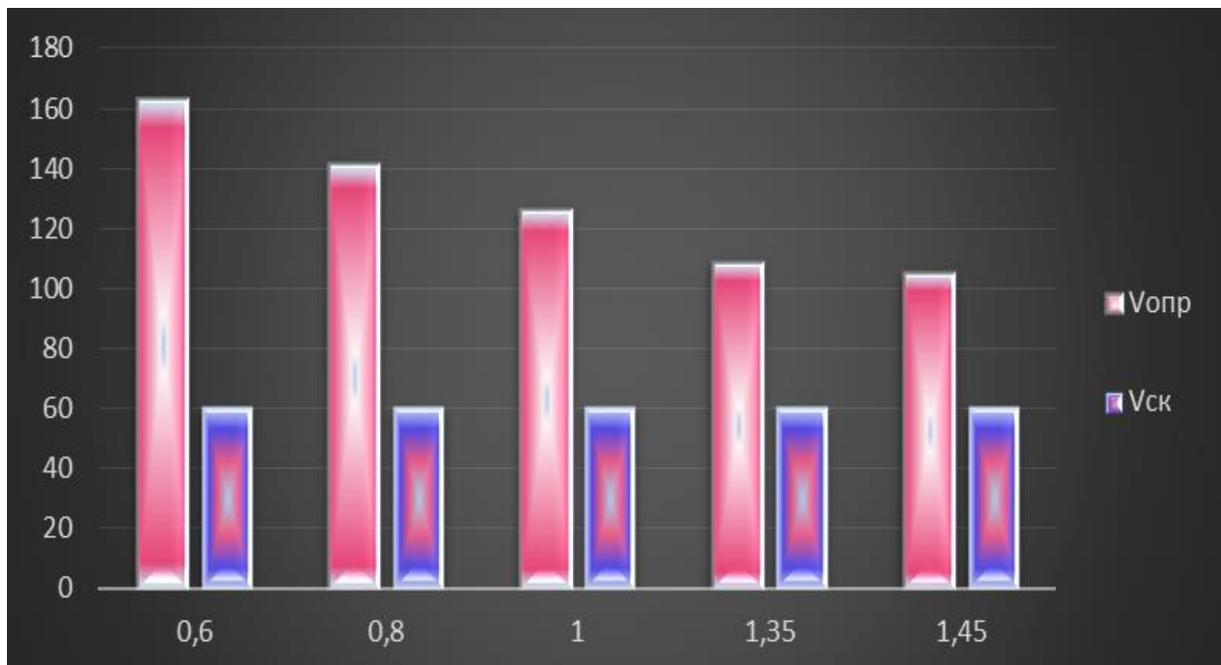


Рис. 3.5. Критические скорости автомобиля «Toyota Probox I» на дорожном покрытии – укатанный снег

Проводя общий анализ полученных данных, получаем, что автомобиль «Toyota Probox I» может опрокинуться при прохождении поворота только при максимально большой высоте центра тяжести (1,35–1,45 м) на дорожном покрытии – сухой асфальтобетон. Во всех остальных случаях автомобиль уходит в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса в данной дорожной ситуации.

Аналогичные исследования зависимости поперечной устойчивости автомобиля от расположения его центра тяжести были проведены для пассажирского автотранспортного средства «Mercedes-Benz Sprinter» категории M_2 (Приложение 2).

На рисунке 3.6 приведена модель автомобиля, аналогичная рассматриваемой в экспертном исследовании.

Заданные условия:

1. Высота центра тяжести $h_g = 0,6; 0,8; 1,0; 1,35; 1,45$ м).
2. Дорожное покрытие:
 - мокрый асфальтобетон;
 - сухой асфальтобетон;
 - мокрый щебень;
 - снежный накат (укатанный снег).

Полученные результаты приведены в таблицах 3.5–3.8.



Рис. 3.6. Автомобиль Mercedes-Benz Sprinter

Таблица 3.5

Результаты расчетов критических скоростей автомобиля при прохождении поворота на дорожном покрытии – мокрый асфальтобетон

| Высота центра тяжести автомобиля h_g , м | Критическая скорость опрокидывания $V_{кр}^{opr}$, км/ч | Критическая скорость скольжения (заноса) $V_{кр}^{ск}$, км/ч | Вывод |
|---|---|--|-----------------------------|
| 0,8 | 155,85 | 90,72 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,2 | 127,25 | 90,72 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,5 | 113,82 | 90,72 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,6 | 110,21 | 90,72 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,8 | 103,9 | 90,72 | Автомобиль перейдет в занос |

Таблица 3.6

Результаты расчетов критических скоростей автомобиля при прохождении поворота на дорожном покрытии – сухой асфальтобетон

| Высота центра тяжести автомобиля h_g , м | Критическая скорость опрокидывания $V_{кр}^{opr}$, км/ч | Критическая скорость скольжения (заноса) $V_{кр}^{ск}$, км/ч | Вывод |
|---|---|--|-----------------------------|
| 0,8 | 155,85 | 104,75 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,2 | 127,25 | 104,75 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,5 | 113,82 | 104,75 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,6 | 110,21 | 104,75 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,8 | 103,9 | 104,75 | Автомобиль опрокинется |

Таблица 3.7

Результаты расчетов критических скоростей автомобиля при прохождении поворота на дорожном покрытии – мокрый щебень

| Высота центра тяжести автомобиля h_g , м | Критическая скорость опрокидывания $V_{кр}^{опр}$, км/ч | Критическая скорость скольжения (заноса) $V_{кр}^{ск}$, км/ч | Вывод |
|---|---|--|-----------------------------|
| 0,8 | 155,85 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,2 | 127,25 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,5 | 113,82 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,6 | 110,21 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,8 | 103,9 | 74,07 | Автомобиль перейдет в занос |

Таблица 3.8

Результаты расчетов критических скоростей автомобиля при прохождении поворота на дорожном покрытии – укатанный снег

| Высота центра тяжести автомобиля h_g , м | Критическая скорость опрокидывания $V_{кр}^{опр}$, км/ч | Критическая скорость скольжения (заноса) $V_{кр}^{ск}$, км/ч | Вывод |
|---|---|--|-----------------------------|
| 0,8 | 155,85 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,2 | 127,25 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,5 | 113,82 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,6 | 110,21 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |
| 1,8 | 103,9 | 60,48 | Автомобиль перейдет в занос |

Графическое отображение результатов приведено на рисунках 3.7–3.10.

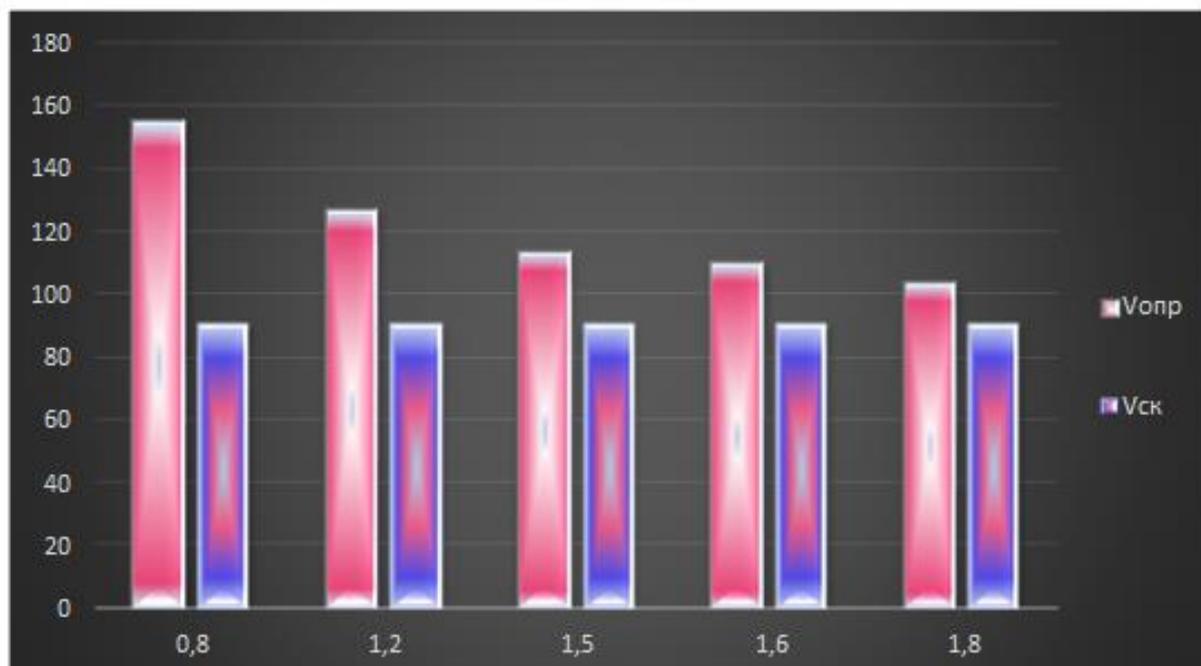


Рис. 3.7. Критические скорости автомобиля «Mercedes-Benz Sprinter» на дорожном покрытии – мокрый асфальтобетон

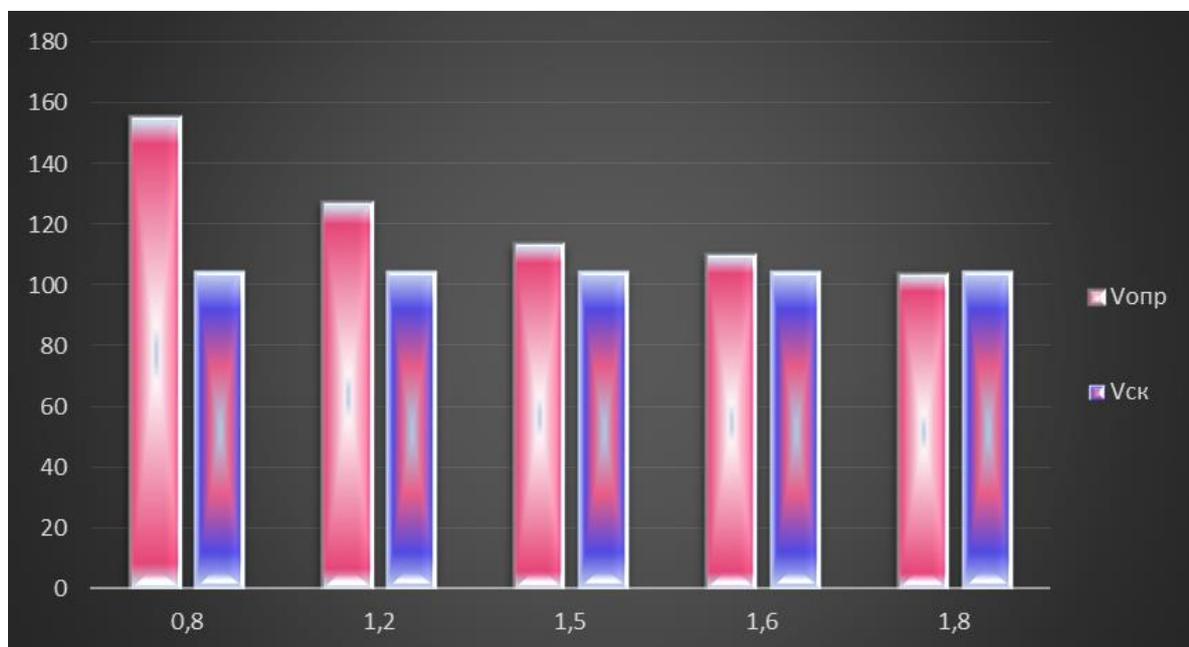


Рис. 3.8. Критические скорости автомобиля «Mercedes-Benz Sprinter» на дорожном покрытии – сухой асфальтобетон

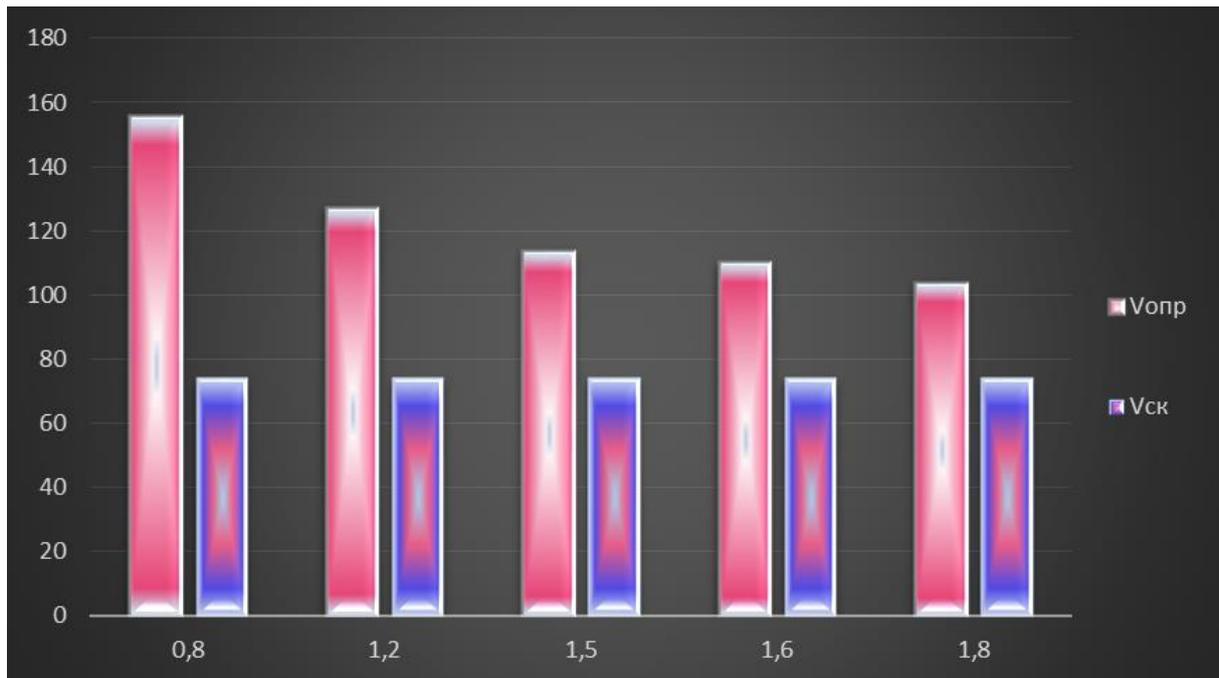


Рис. 3.9. Критические скорости автомобиля «Mercedes-Benz Sprinter» на дорожном покрытии – мокрый щебень

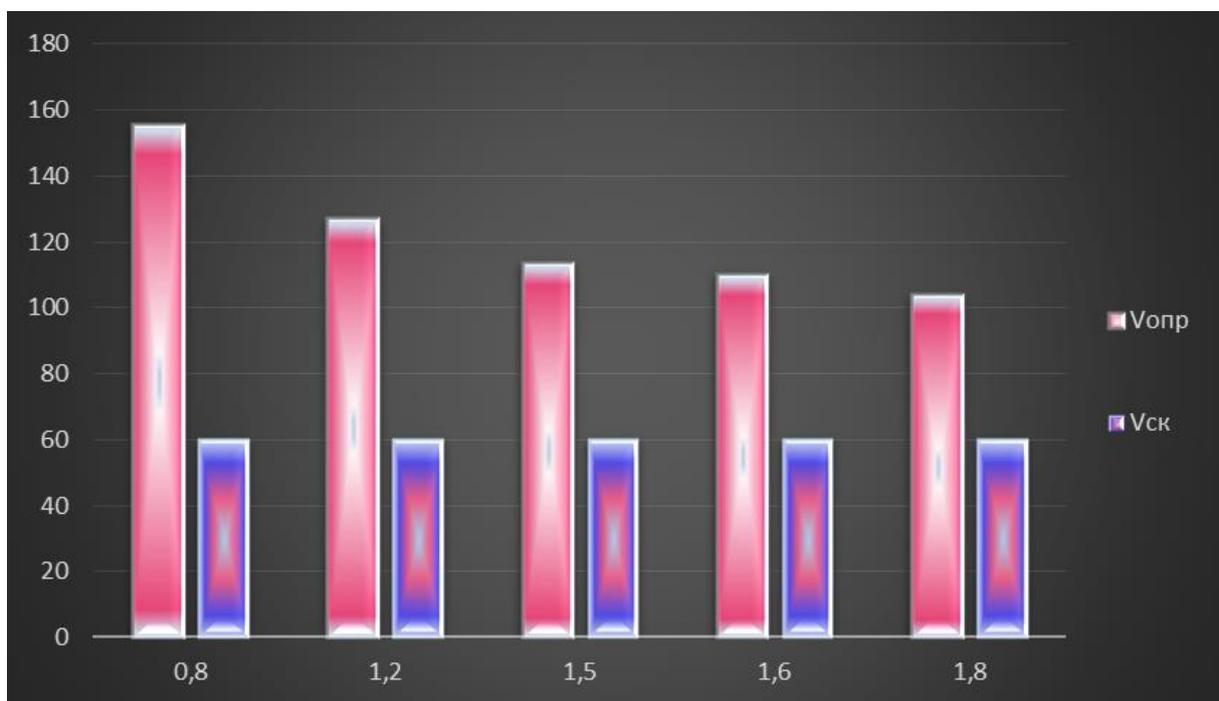


Рис. 3.10. Критические скорости автомобиля «Mercedes-Benz Sprinter» на дорожном покрытии – укатанный снег

Проводя общий анализ полученных данных, получаем, что автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter» может опрокинуться при

прохождении поворота только при максимально большой высоте центра тяжести (1,8 метров) на дорожном покрытии – сухой асфальтобетон. Во всех остальных случаях автомобиль уходит в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

Таким образом, в целом можно сделать вывод, что пренебрежение такой величиной, как высота центра тяжести автомобиля, в большинстве случаев оправданно, так как центр тяжести у автомобилей категорий M_1 , M_2 расположен достаточно низко, и автомобиль обычно уходит в занос, а не опрокидывается на повороте при достижении определенной критической скорости.

Другими словами, автомобиль, двигаясь по кривой, при превышении определенной скорости должен скользить (наступает занос или снос), но не опрокидываться. Однако при определенных условиях (сухой асфальт, высокая скорость вхождения в поворот, хорошие сцепные свойства шин, неправильная загрузка салона, перегруженный багажник на крыше) подъема кузова может оказаться достаточно, чтобы автомобиль неожиданно опрокинулся.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Несмеянов, А. А. Проведение экспертных исследований обстоятельств дорожно-транспортных происшествий : учебное пособие / А. А. Несмеянов, С. Н. Думнов, И. С. Щербаков. – Иркутск : ФГКОУ ВО ВСИ МВД России, 2020. – 99 с.

2. Суворов, Ю. Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП : учебное пособие / Ю. Б. Суворов. – М. : Право и закон, 2013. – 367 с.

3. Судебная автотехническая экспертиза : учебник для образовательных организаций высшего образования системы МВД России, сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации / В. Ф. Гольчевский, А. А. Несмеянов, Д. В. Седов и др. – Иркутск : ФГКОУ ВО ВСИ МВД России, 2021. – 593 с.

4. Типовые экспертные методики исследования вещественных доказательств. Ч. I / Под ред. канд. техн. наук Ю. М. Дильдина. Общая редакция канд. техн. наук В. В. Мартынова. – М. : ЭКЦ МВД России, 2010. – 568 с.

5. Чава, И. И. Судебная автотехническая экспертиза. Исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия : учебно-методическое пособие / И. И. Чава. – М. : Изд. центр ИПК РФЦСЭ, 2007. – 98 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Определение возможности опрокидывания автомобиля «Toyota Probox I» в различных дорожных условиях

Основные исходные данные те же, что и в Исследовании № 1 (§ 3.2).

ДТС № 1:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,6 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальт.

Определим безопасную скорость для прохождения поворота. Для этого вычислим критическую скорость при движении автомобиля на повороте (для случая поперечного опрокидывания):

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{B * R * g}{2 * h_g}},$$

где:

B – среднее значение колеи автомобиля, м;

R – радиус поворота, м;

g – ускорение свободного падения, 9,8 м/с²;

h_g – высота центра тяжести автомобиля.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 0,6}} = 163,31 \text{ км/ч}.$$

Если сравнить полученную скорость с критической скоростью движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующей началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)), то:

$$V_{кр}^{опр} = 163,31 \text{ км/ч} > V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}.$$

Видно, что уже при скорости $V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}$ автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 2:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,8 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 0,8}} = 141,43 \text{ км/ч},$$

$$V_{кр}^{опр} = 141,13 \text{ км/ч} > V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}.$$

Видно, что уже при скорости $V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}$ автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание, как и в первом случае, может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 3:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,0 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,0}} = 126,50 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{опр} = 126,50 \text{ км/ч} > V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}.$$

Видно, что уже при скорости $V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}$ автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание, как и в первом случае, может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 4:

Исходные данные те же, что и в Исследовании №1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,35 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,35}} = 108,88 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{опр} = 108,88 \text{ км/ч} > V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}.$$

Видно, что уже при скорости $V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}$ автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание, как и в первом случае, может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 5:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,45 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,45}} = 105,06 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{опр} = 105,06 \text{ км/ч} > V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}.$$

Видно, что уже при скорости $V_{зан} = 91,08 \text{ км/ч}$ автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание, как и в первом случае, может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 6:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,6 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 0,6}} = 163,31 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{\varphi_y * g * R},$$

$\varphi_y = 0,8\varphi_x$ – коэффициент поперечного сцепления шин с покрытием дороги, где $\varphi_x = 0,7$ – коэффициент продольного сцепления шин с покрытием дороги:

$$\varphi_y = 0,8 * 0,7 = 0,56.$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,56 * 9,8 * 180} = 113,15 \text{ км/ч}.$$

Если сравнить полученную скорость с критической скоростью движения автомобиля «Toyota Probox I» по окружности, соответствующей началу заноса (критическая скорость автомобиля по условиям поперечного скольжения (заноса)), то получим:

$$V_{кр}^{ск} = 113,15 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 163,31 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при

прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 7:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,6 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 0,6}} = 163,31 \text{ км/ч.}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч.}$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 163,31 \text{ км/ч.}$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 8:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,6 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 0,6}} = 163,31 \text{ км/ч.}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч.}$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 163,31 \text{ км/ч.}$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 9:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,8 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 0,8}} = 141,43 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,56 * 9,8 * 180} = 113,15 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 113,15 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 141,43 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 10:

Исходные данные те же, что и в Исследовании №1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,8 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 0,8}} = 141,43 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 141,43 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 11:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,8 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 0,8}} = 141,43 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 141,43 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 12:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,0 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,0}} = 126,50 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,32 * 9,8 * 180} = 85,53 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 85,53 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 126,50 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 13:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,0 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,0}} = 126,50 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,56 * 9,8 * 180} = 113,15 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 113,15 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 126,50 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 14:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,0 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,0}} = 126,50 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 126,50 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения больше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 15:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,0 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,0}} = 126,50 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 126,50 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 16:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,35 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальт.

Определим безопасную скорость для прохождения поворота, для этого вычислим критическую скорость при движении автомобиля на повороте:

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,35}} = 108,88 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,32 * 9,8 * 180} = 85,53 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 85,53 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 108,88 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 17:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,35 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,35}} = 108,88 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,56 * 9,8 * 180} = 113,15 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 113,15 \text{ км/ч} > V_{кр}^{опр} = 108,88 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения больше, чем критическая скорость опрокидывания при движении автомобиля на повороте для случая поперечного, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации произойдет опрокидывание автомобиля при прохождении поворота.

ДТС № 18:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,35 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,35}} = 108,88 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 108,88 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 19:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,35 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,35}} = 108,88 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 108,88 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 20:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,45 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,45}} = 105,06 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,32 * 9,8 * 180} = 85,53 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 85,53 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 105,06 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 21:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,45 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальт.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,45}} = 105,06 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,56 * 9,8 * 180} = 113,15 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 113,15 \text{ км/ч} > V_{кр}^{опр} = 105,06 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения больше, чем критическая скорость опрокидывания при движении автомобиля на повороте для случая поперечного, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации произойдет опрокидывание автомобиля при прохождении поворота.

ДТС № 22:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,35 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,45}} = 105,06 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 105,06 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 23:

Исходные данные те же, что и в Исследовании № 1.

Ширина колеи автомобиля: 1,4 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,45 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{opr} = 3,6 \sqrt{\frac{1,4 * 180 * 9,8}{2 * 1,45}} = 105,06 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{opr} = 105,06 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Определение возможности опрокидывания автомобиля «Mercedes-Benz Sprinter» в различных дорожных условиях

Основные исходные данные те же, что и в Исследовании № 1 (§ 3.2).

ДТС №1:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», порожний.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,80 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальтобетон.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 0,80}} = 155,85 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,36 * 9,8 * 180} = 90,72 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 90,72 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 155,85 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 2:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», порожний.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,80 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальтобетон.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 0,80}} = 155,85 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,48 * 9,8 * 180} = 104,75 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 104,75 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 155,85 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость

при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод о том, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 3:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», порожний.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,80 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 0,80}} = 155,85 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 155,85 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 4:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», порожний.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 0,80 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 0,80}} = 155,85 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 155,85 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при

прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 5:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с 50 %-ой нагрузкой.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,20 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальтобетон.

Определим безопасную скорость для прохождения поворота, для этого вычислим критическую скорость при движении автомобиля на повороте:

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,20}} = 127,25 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,36 * 9,8 * 180} = 90,72 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 90,72 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 127,25 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 6:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с 50 %-ой нагрузкой.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,20 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальтобетон.

Определим безопасную скорость для прохождения поворота, для этого вычислим критическую скорость при движении автомобиля на повороте:

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,20}} = 127,25 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,48 * 9,8 * 180} = 104,75 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 104,75 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 127,25 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость

при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 7:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с 50 %-ой нагрузкой.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,20 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,20}} = 127,25 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 127,25 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 8:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с 50 %-ой нагрузкой.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,20 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,20}} = 127,25 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 127,25 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-

транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 9:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», груженный.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,50 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальтобетон.

$$V_{кр}^{opr} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,50}} = 113,82 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,36 * 9,8 * 180} = 90,72 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 90,72 \text{ км/ч} < V_{кр}^{opr} = 113,82 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 10:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», груженный.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,50 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальтобетон.

$$V_{кр}^{opr} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,50}} = 113,82 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,48 * 9,8 * 180} = 104,75 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 104,75 \text{ км/ч} < V_{кр}^{opr} = 113,82 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 11:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», грузеный.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,50 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,50}} = 113,82 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 113,82 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 12:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», грузеный.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,50 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,50}} = 113,82 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 113,82 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 13:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с превышением полной массы.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,60 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальтобетон.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,60}} = 110,21 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,36 * 9,8 * 180} = 90,72 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 90,72 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 110,21 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 14:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с превышением полной массы.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,60 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальтобетон.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,60}} = 110,21 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,48 * 9,8 * 180} = 104,75 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 104,75 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 110,21 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 15:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с превышением полной массы.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,60 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,60}} = 110,21 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 110,21 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 16:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с превышением полной массы.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,60 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,60}} = 110,21 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 110,21 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 17:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с превышением полной массы.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,80 м.

Дорожное покрытие: мокрый асфальтобетон.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,80}} = 103,9 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,36 * 9,8 * 180} = 90,72 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 90,72 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 103,9 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 18:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с превышением полной массы.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,80 м.

Дорожное покрытие: сухой асфальтобетон.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,80}} = 103,9 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,48 * 9,8 * 180} = 104,75 \text{ км/ч}.$$

$$V_{кр}^{ск} = 104,75 \text{ км/ч} > V_{кр}^{опр} = 103,9 \text{ км/ч}.$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения больше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации произойдет опрокидывание автомобиля при прохождении поворота.

ДТС № 19:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с превышением полной массы.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,80 м.

Дорожное покрытие: мокрый щебень.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,80}} = 103,9 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,24 * 9,8 * 180} = 74,07 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 74,07 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 103,9 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

ДТС № 20:

Автомобиль «Mercedes-Benz Sprinter», с превышением полной массы.

Ширина колеи автомобиля: 1,7 м.

Высота центра тяжести автомобиля: 1,80 м.

Дорожное покрытие: укатанный снег.

$$V_{кр}^{опр} = 3,6 \sqrt{\frac{1,7 * 180 * 9,8}{2 * 1,80}} = 103,9 \text{ км/ч}$$

$$V_{кр}^{ск} = 3,6 \sqrt{0,16 * 9,8 * 180} = 60,48 \text{ км/ч} .$$

$$V_{кр}^{ск} = 60,48 \text{ км/ч} < V_{кр}^{опр} = 103,9 \text{ км/ч} .$$

Так как критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного скольжения меньше, чем критическая скорость при движении автомобиля на повороте для случая поперечного опрокидывания, можно сделать вывод, что в данной дорожно-транспортной ситуации не произойдет опрокидывания автомобиля при прохождении поворота. Автомобиль уйдет в занос, соответственно, опрокидывание может стать лишь следствием заноса.

Учебное издание

Несмеянов Алексей Александрович
Щербаков Иван Сергеевич
Беляк Александр Леонидович

ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ,
ПРОИЗОШЕДШИХ ВСЛЕДСТВИЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Практическое пособие

Редактор
Л. Ю. Ковальская

Подписано в печать 02.05.2023. Формат 60 x 84/16
Усл. печ. л. 4,0. Тираж 50 экз. Заказ № 18.

Восточно-Сибирский институт МВД России,
г. Иркутск, ул. Лермонтова, 110.
Отпечатано в НИиРИО Восточно-Сибирского института МВД России,
г. Иркутск, ул. Лермонтова, 110.