

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И.М. Блянкинштейн
« _____ » _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Совершенствование методики расчета скорости движения транспортных
средств при проведении экспертизы ДТП

23.04.01 «Технология транспортных процессов»

23.04.01.01 – «Организация перевозок и управление на автомобильном
транспорте»

Научный руководитель	_____	профессор, к.т.н.	В. А. Ковалев
Выпускник	_____		К. А. Нелюбина
Рецензент	_____		А.В. Юдин

Красноярск 2019

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И.М. Блянкинштейн
« _____ » _____ 20 ____ г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации**

Студенту (ке): Нелюбиной Ксении Александровне

Группа: ФТ17-05М Направление (специальность): 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Тема выпускной квалификационной работы: «Совершенствование методики расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы ДТП»

Утверждена приказом по университету № 16347/С от 13.11.2017 г.

Руководитель ВКР: В.А. Ковалев, профессор кафедры «Транспорт», канд. техн. наук

Перечень разделов ВКР:

1 Анализ методов расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий;

2 Оценка состояния вопроса исследования дорожно-транспортных происшествий;

3 Разработка оптимального метода расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении;

Перечень графического материала: приложение Б «Презентационный материал»

Руководитель ВКР

В. А. Ковалев

Задание принял к исполнению

К. А. Нелюбина

« ____ » _____ 2017 г.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме «Совершенствование методики расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы ДТП» содержит 91 страницу текстового документа, 25 иллюстраций, 69 формул, 3 таблицы, 2 приложения, 42 использованных источника, 16 листов презентационного материала.

ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, СТОЛКНОВЕНИЕ, ДЕФОРМАЦИЯ, ПОСТУПАТЕЛЬНО-ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

В разделе «Анализ методов расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий» представлены используемые в Российской экспертной практике методы расчета скоростей транспортных средств при проведении экспертиз ДТП, выявлены недостатки применяемых методик.

В основной части выпускной квалификационной работы проведен анализ статистических данных и показателей аварийности ДТП, выявлены причины, определены последствия ДТП, рассмотрены виды судебных экспертиз выполняемых в федеральных судебно-экспертных учреждениях, организация автотехнической экспертизы РФ, а также анализ механизма ДТП при столкновениях транспортных средств. Проанализированы методы расчета скорости движения транспортных средств при встречных, попутных и перекрестных столкновениях. Разработан оптимальный метод расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном на правлении.

Научная новизна исследования: предложен аналитический метод расчета параметров движения транспортных средств в процессе столкновения и после него.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Анализ методов расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий.....	8
1.1 Расчет скорости движения транспортных средств по данным транспортно-трасологической диагностики.....	8
1.2 Расчет скорости движения транспортных средств на основе закона сохранения количества движения	10
1.3 Расчет скорости движения транспортных средств исходя из полученных деформаций.....	13
1.4 Выводы.....	16
2 Оценка состояния вопроса исследования дорожно-транспортных происшествий	18
2.1 Анализ статистических данных и показателей аварийности дорожно-транспортных происшествия	18
2.2 Анализ причин и последствий дорожно-транспортных происшествий....	26
2.3 Виды судебных экспертиз, организация автотехнической экспертизы в РФ.....	32
2.4 Анализ механизма дорожно-транспортных происшествий при столкновениях транспортных средств	35
2.5 Выводы.....	48
3 Разработка оптимального метода расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении	50
3.1 Использование методик расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении при экспертном анализе дорожно-транспортных происшествий	58
3.2 Выводы.....	62
Заключение	63
Список сокращений	65

Список использованных источников	66
Приложение А Перечень видов судебных экспертиз, выполняемых в федеральных судебно-экспертных учреждениях	72
Приложение Б Презентационный материал	76

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) и высокий уровень травматизма на дорогах мира являются основанием для реализации действенных мер по оптимизации системы обеспечения безопасности. Превышение допустимого значения скорости движения транспортных средств в населенном пункте или вне его является самым популярным нарушением требований Правил дорожного движения в Российской Федерации [1-2]. Исходя из этого воздействие на скоростной режим, т.е. регламентацию разрешенных скоростей для движения и контроль государственных органов за исполнением норм участниками дорожного движения, является одной из эффективных мер в отношении снижения количества ДТП и дорожно-транспортного травматизма.

В 2015 году главы государств ООН приняли Цели в области устойчивого развития (ЦУР), одной из новых задач, которых являются сокращение числа погибших и раненых в результате ДТП [3]. Принятие задачи в области дорожно-транспортного травматизма диктует необходимость повышения качества научных исследований ДТП для обеспечения объективности и достоверности восстановления параметров события, выявления причин предшествующих ДТП. Одним из основных факторов, который обуславливает возможность установления причины дорожно-транспортного происшествия, является значение скорости движения транспортных средств на момент столкновения [1; 4].

Существующие методики определения скорости транспортных средств на момент столкновения, которые были разработаны в основном советскими учеными в период последней четверти двадцатого века, в настоящее время не в полной мере учитывают изменения в конструкции транспортных средств, дорожной инфраструктуре, развитие научно-технического прогресса в области моделирования дорожно-транспортных ситуаций.

В связи с этим, задача разработки оптимального метода расчета скорости движения транспортных средств при столкновении является актуальной составной частью научной проблемы решаемой, с учетом затрат энергии на полную работу трения шин на дороге и деформацию элементов кузова.

Одним из методов, позволяющих получить скоростные параметры дорожно-транспортного происшествия, является математическое моделирование процесса столкновения транспортных средств [2]. Данный метод исследовался авторами: В.А. Иларионовым [5], Б.Е. Боровским [6], Н.М. Кристи [7] и другими исследователями.

Целью диссертационной работы является совершенствование метода расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертиз ДТП, позволяющего объективно восстановить события, выявить причины, обуславливающие и сопутствующие происшествию, выявить действия участников дорожно-транспортных происшествий на соответствие требованиям правил дорожного движения Российской Федерации и определить техническую возможность водителя транспортного средства предотвратить ДТП в данной дорожной ситуации.

Для достижения поставленной цели в данной работе предлагается решить следующие задачи:

- 1 Анализ методов расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий;
- 2 Оценка состояния вопроса исследования дорожно-транспортных происшествий;
- 3 Разработка оптимального метода расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении

Объектом исследования являются транспортные средства и участники дорожно-транспортного происшествия.

Предметом исследования является система «водитель-автомобиль-дорога-среда».

Научная новизна исследования: предложен аналитический метод расчета параметров движения транспортных средств в процессе столкновения и после него.

1 Анализ методов расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий

Расследование дорожно-транспортных происшествий относится к категории сложных. В данном случае вопрос определения скорости транспортных средств на момент дорожно-транспортного происшествия (наезда на пешехода, велосипедиста, препятствие, опрокидывания, столкновения) является трудно определяемым вопросом.

Одним из основных факторов, обуславливающим возможность установления причин ДТП является значение скорости движения транспортных средств на момент ДТП. Приоритетным методом определения скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы ДТП является моделирование движения транспортных средств основанное на физических законах [8].

Используемые в Российской экспертной практике методы определения скоростей транспортных средств при проведении экспертиз ДТП можно представить тремя способами. Первый способ основан на определении скорости по величине следов торможения, зафиксированных на месте происшествия. Второй способ базируется на учете параметров перемещения, скорость определяется на основании закона сохранения количества движения. Третий способ определения скорости исходя из полученных деформаций (определение кинетической энергии, затраченной на деформацию элементов кузова автомобиля).

1.1 Расчет скорости движения транспортных средств по данным транспортно-трассологической диагностики

При исследовании материально-вещественных последствий ДТП можно получить объективную оценку скорости транспортных средств. Одним из достоверных показателем, по которому можно судить о скорости транспортных

средств перед ДТП, являются следы торможения, зафиксированные на месте происшествия. Если на месте происшествия зафиксированы следы торможения транспортных средств, то для определения скорости транспортных средств применяют основную расчетную формулу [5-6; 9-10]:

$$V_a = 0,5 \cdot t_3 \cdot j + \sqrt{2 \cdot S_{\text{ю}} \cdot j}, \quad (1.1)$$

где V_a – величина скорости автомобиля, м/с;

$S_{\text{ю}}$ – длина следа юза автомобиля задних колес, м;

j – установившееся максимальное замедление при экстренном торможении автомобиля в исследуемых дорожных условиях, м/с²;

t_3 – время нарастания замедления автомобиля, с.

Методика определения скорости транспортного средства по длине следов торможения, зафиксированных на месте происшествия, наиболее применима при производстве автотехнической экспертизы по факту наезда транспортного средства на пешехода. При столкновении транспортных средств или наезде на препятствие, по формуле (1.1) определяется только часть скорости, соответствующая потерям кинетической энергии транспортного средства на участке торможения. Для того чтобы рассчитать начальную скорость автомобиля перед торможением, в месте происшествия необходимо дополнительно установить его скорость в момент столкновения транспортных средств или наезда на препятствие.

Скорость транспортных средств определенная по формуле (1.1) не учитывает угол взаиморасположения транспортных средств при столкновении, наличие нескольких стадий торможения и т.д.

Преимущество метода определения скорости транспортных средств с учетом следов тормозного пути заключается в степени научного подхода с множеством формул и данных для расчетов. Способ наименее затратный по времени.

Недостатки данного метода заключаются в том, что он не учитывает:

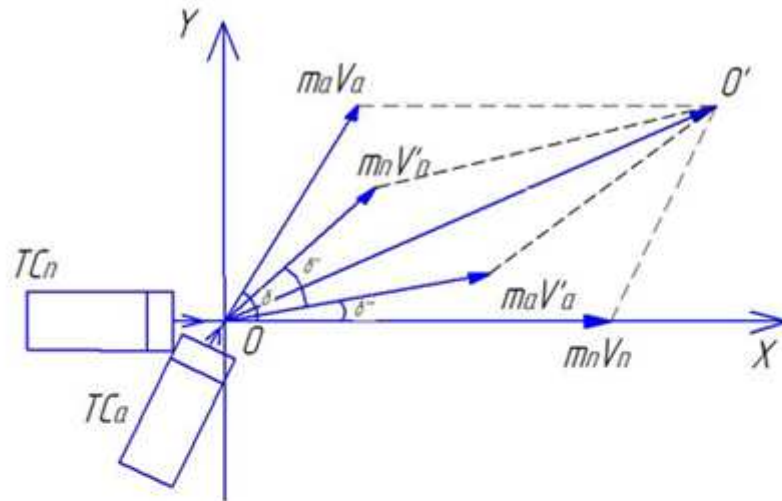
- наличие ABS, при которых следы торможения могут отсутствовать;
- затраты кинетической энергии на деформацию элементов кузова.

1.2 Расчет скорости движения транспортных средств на основе закона сохранения количества движения

Рассматриваемый метод основан на определении затрат энергии на перемещение транспортных средств при их разлете после столкновения [6; 9; 11]. Метод получил широкое применение при исследовании столкновений транспортных средств в перекрестном направлении.

По закону сохранения количества движения вектор равнодействующей количества движения двух транспортных средств до столкновения и непосредственно после него остается постоянным по величине и направлению. По определению закона сохранения количества движения следует, что параллелограммы, построенные на векторах количества движения транспортных средств до столкновения и после него, будут иметь общую диагональ – вектор равнодействующей количества движения транспортных средств в момент столкновения (рисунок 1.1).

Для определения скорости транспортных средств перед ДТП на схеме (рисунок 1.1) восстановим оси координат OX и OY , начало координат в точке O (точка соударения транспортных средств).



m_a – масса автомобиля ТС_а; m_2 – масса автомобиля ТС_п.
 V_a – скорость ТС_а на момент столкновения; V_n – скорость ТС_п на момент столкновения; V'_a – скорость ТС_а после столкновения; V'_n – скорость ТС_п после столкновения; δ – угол между направлениями движения ТС в момент удара; δ'' – угол между направлениями движения ТС после удара; δ''' – угол между направлениями движения ТС_п к моменту столкновения и ТС_а после него.

Рисунок 1.1 – Диаграмма векторов количества движения транспортных средств до и после столкновения

На основании закона сохранения количества движения, основная расчетная формула:

$$m_{п} \cdot V_{п} + m_{a} \cdot V_{a} = m_{п} \cdot V'_{п} + m_{a} \cdot V'_{a}, \quad (1.2)$$

- где m_a – масса автомобиля ТС_а, кг;
 m_2 – масса автомобиля ТС_п, кг;
 V_a – скорость ТС_а на момент столкновения, м/с;
 V_n – скорость ТС_п на момент столкновения, м/с;
 V'_a – скорость ТС_а после столкновения, м/с;
 V'_n – скорость ТС_п после столкновения, м/с;

Спроецируем векторы количества движения ТС на ось OX:

$$m_{\text{п}} \cdot V_{\text{п}} + m_{\text{а}} \cdot V_{\text{а}} \cdot \cos\delta = m_{\text{п}} \cdot V'_{\text{п}} \cdot \cos(\delta'' + \delta''') + m_{\text{а}} \cdot V'_{\text{а}} \cdot \cos(\delta'' + \delta'''), \quad (1.3)$$

где δ – угол между направлениями движения ТС в момент удара, град;

δ'' – угол между направлениями движения ТС после удара, град;

δ''' – угол между направлениями движения ТС_п к моменту столкновения и ТС_а после него, град.

Проекция количества движения транспортных средств на ось OY :

$$0 + m_{\text{а}} \cdot V_{\text{а}} \cdot \sin\delta = m_{\text{п}} \cdot V'_{\text{п}} \cdot \sin(\delta'' + \delta''') + m_{\text{а}} \cdot V'_{\text{а}} \cdot \sin\delta'''. \quad (1.4)$$

Скорости движения автомобилей ТС_а и ТС_п после столкновения возможно определить с помощью закона сохранения энергии: кинетическая энергия транспортных средств на стадии разлета равна работе сил, затраченной на преодоление сопротивления движению транспортных средств на пути разлета до их полной остановки:

$$\frac{m \cdot V^2}{2} = m \cdot g \cdot \varphi_{\delta} \cdot S, \quad (1.5)$$

где m – масса ТС, кг;

V – скорость движения ТС, м/с;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

φ_{δ} – коэффициент сцепления шин в боковом направлении;

S – путь перемещения ТС после столкновения, м.

Зная углы между направлениями движения транспортных средств из уравнения (1.3) и (1.4) можно определить скорости автомобилей перед столкновением.

Преимуществом метода определения скорости движения транспортных средств по закону сохранения количества движения является возможность

определить скорость движения ударяющего транспортного средства с учетом его перемещения после происшествия и перемещение ударяемого транспортного средства, которое совершено под действием ударяющего транспортного средства.

Рассматриваемый метод применяется в совокупности с методом расчета скорости движения транспортных средств по длине следа юза, при наличии на месте происшествия зафиксированных следов торможения.

По сравнению с первым способом расчета скорости движения транспортных средств данный метод является более сложным в расчетах, поэтому не всегда применим при проведении экспертизы ДТП. Применение метода определения скорости по закону сохранения количества движения является наиболее адекватным, не основывается на визуальном восприятии участников ДТП, эксперту не требуется осмотр транспортных средств, достаточно фото автомобилей. При реконструкции ДТП данным методом не учитывается фактический разворот транспортных средств после удара в учете общих энергетических затрат на работу трения шин на дороге. Скорости движения транспортных средств можно определить только после получения данных о направлении движения автомобилей, значения углов взаимного расположения транспортных средств относительно друг друга, оси дороги в момент происшествия, расстояние, на которое переместилось транспортное средство после столкновения.

1.3 Метод расчета скорости движения транспортных средств исходя из полученных деформаций

Данный метод определения скорости используют единицы экспертов. На данное время не существует методик для обоснования факта, что чем больше скорость транспортного средства, тем серьезнее повреждения он может получить. На скорость движения автомобиля влияет огромное количество факторов, а на образование повреждений еще большее. Потеря скорости

приторможении и столкновении зависит от шин (давления в них, степени износа, рисунка протектора, наличия шипов), наличия и типа антиблокировочной системы, системы эффективного торможения, состояния тормозных колодок, конструкции автомобиля, его срока службы, обтекаемости, загрузки, в том числе распределения груза, коэффициента сцепления шин с дорогой на конкретном участке, а также от многих других факторов, включая силу и направление ветра. Для определения скорости данным методом необходимо владеть информацией по конструкции автомобиля каждой марки, каждой модели и модификации, но данная информация заводами-изготовителями не разглашается. По прошествии времени металл стареет, и уже другим образом реагирует на нагрузки, а значит, свойства конструкций претерпели некоторые изменения [12].

В работе [13] предложена формула расчета начальной скорости автомобиля перед торможением с учетом потенциальной энергии деформации [13]:

$$V_a = 0,5 \cdot t_3 \cdot j + \sqrt{2 \cdot S_{\text{ю}} \cdot j + \frac{2U}{m - \Delta m} + 19,5 \cdot \varphi_y \cdot S_{\text{ц.м}}}, \quad (1.6)$$

где U – потенциальная энергия деформации;

m – масса ударяющегося ТС, кг;

Δm – часть массы автомобиля, не влияющая на изменение его кинетической энергии при ударе, м/с;

φ_y – коэффициент сцепления шин с дорогой в поперечном направлении;

$S_{\text{ц.м}}$ – длина траектории центра масс ТС после столкновения, м.

Скорость транспортных средств определенная предложенным методом, является минимально возможной. В зависимости от дорожной ситуации фактическое значение скорости транспортных средств перед ДТП будет больше расчетной на 15-20% [13].

Исследование деформаций и потери энергии при столкновениях отражены в работе [14]. Метод расчета потерь кинетической энергии при столкновении, на основе закона сохранения количества движения [14]:

$$\Delta E = \frac{1}{2} \cdot m_a \cdot m_n \cdot \left(\frac{1-\varepsilon^2}{m_a + m_n} \right) \cdot (V_n - V_a)^2, \quad (1.7)$$

где ΔE – потеря кинетической энергии, кгм;

m_a – масса автомобиля ТС_а, кг;

m_n – масса автомобиля ТС_п, кг;

ε – коэффициент восстановления, $\varepsilon \approx 0,09$, [14];

V_a – проекция скорости движения ТС_а на момент столкновения на линию удара АБ (см. рисунок 1.2).

V_n – проекция скорости движения ТС_п на момент столкновения на линию удара АБ (рисунок 1.2).

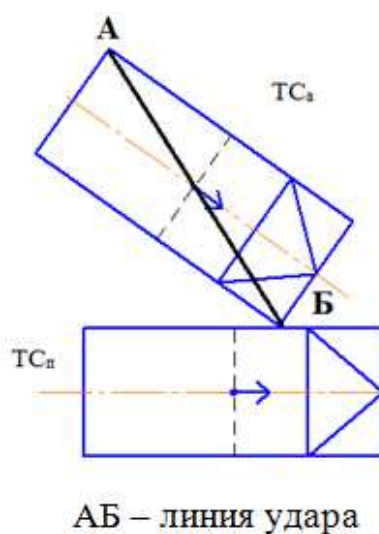


Рисунок 1.2 – Схема ДТП при перекрестном столкновении

Данный метод при производстве экспертизы дорожно-транспортных происшествий применяется редко, для достаточно обоснованного расчета

требуется значительное количество исходных данных, полученные при расчете данные имеют значительные погрешности.

1.4 Выводы

При исследовании механизма дорожно-транспортного происшествия существуют разнообразные подходы к определению скоростных параметров транспортных средств. Анализ применяемых в экспертной практике методик показал, что каждый из рассмотренных методов имеет ряд недостатков. Метод расчёта скорости транспортных средств по длине следов торможения не учитывает наличие ABS, при которых следы торможения могут отсутствовать. Известно, что он не учитывает затраты кинетической энергии на деформацию элементов кузова. Метод определения скорости по закону сохранения количества движения сложный в расчетах. При расчете скорости транспортных средств данным методом не учитывается фактический разворот автомобилей после удара в учете общих энергетических затрат на работу трения шин на дороге. Скорости движения транспортных средств можно определить только после получения данных о направлении движения автомобилей, значения углов взаимного расположения транспортных средств относительно друг друга, оси дороги в момент происшествия, расстояние, на которое переместилось транспортное средство после столкновения. Метод определения скорости транспортных средств, исходя из полученных деформаций, при производстве экспертизы ДТП применяется редко, т.к. для применения данного метода необходимо обладать большим количеством данных. Значение скорости транспортных средств определенное способом, предложенным в работе [13], будет больше расчетного на 15-20%.

При моделировании дорожно-транспортного происшествия эксперты применяя выше изложенные методы при определении скорости движения транспортных средств учитывают неполные затраты кинетической энергии, которые протекают при взаимодействии транспортных средств. Например, не

учитываются затраты кинетической энергии при столкновении на поворот транспортных средств вокруг центра масс.

На основе проведенного анализа существующих научно-исследовательских работ в области определения скорости движения транспортных средств при дорожно-транспортных происшествиях в диссертационной работе сформулированы следующие задачи исследования:

- оценка состояния вопроса исследования дорожно-транспортных происшествий;
- разработка оптимального метода расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении.

2 Оценка состояния вопроса в области исследования дорожно-транспортных происшествий

Дорожно-транспортные происшествия являются острой социально-экономической проблемой во всем мире. Дорожно-транспортное происшествие обозначает событие, возникшее в процессе движения по дорогам транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, груз, сооружения [15-16].

Автомобиль является наиболее потенциально опасным средством передвижения, на долю которого приходится большая часть дорожно-транспортных происшествий – 98,8 – 99,2 %.

2.1 Анализ статистических данных и показателей аварийности дорожно-транспортных происшествий

По данным Всемирной организации здравоохранения ежегодно во всем мире в результате ДТП гибнет около 1,3 млн. человек (186 тыс. из них дети), ежедневно погибают более 3 тыс. человек и около 100 тыс. человек получают серьёзные травмы [17]. На рисунке 2.1 представлен рейтинг стран по уровню смертности в дорожно-транспортных происшествиях за 2018 и 2015 года. По соотношению числа погибших к численности населения в ДТП, лидирующие позиции занимают такие страны, как Ливия, Индия и Китай. В Ливии за период с 2015 года по 2018 год уровень смертности увеличился на 3%, в Индии на 6%, в Китае данный показатель снизился на 6%. Из рейтинга представленных стран Россия занимает четвертое место по уровню смертности за период с 2015 по 2018 год данный показатель увеличился на 3%. Наиболее низкие показатели – в Японии и Швеции, уровень смертности в период за 2015-2018 год снизился на 13% и 3% соответственно.

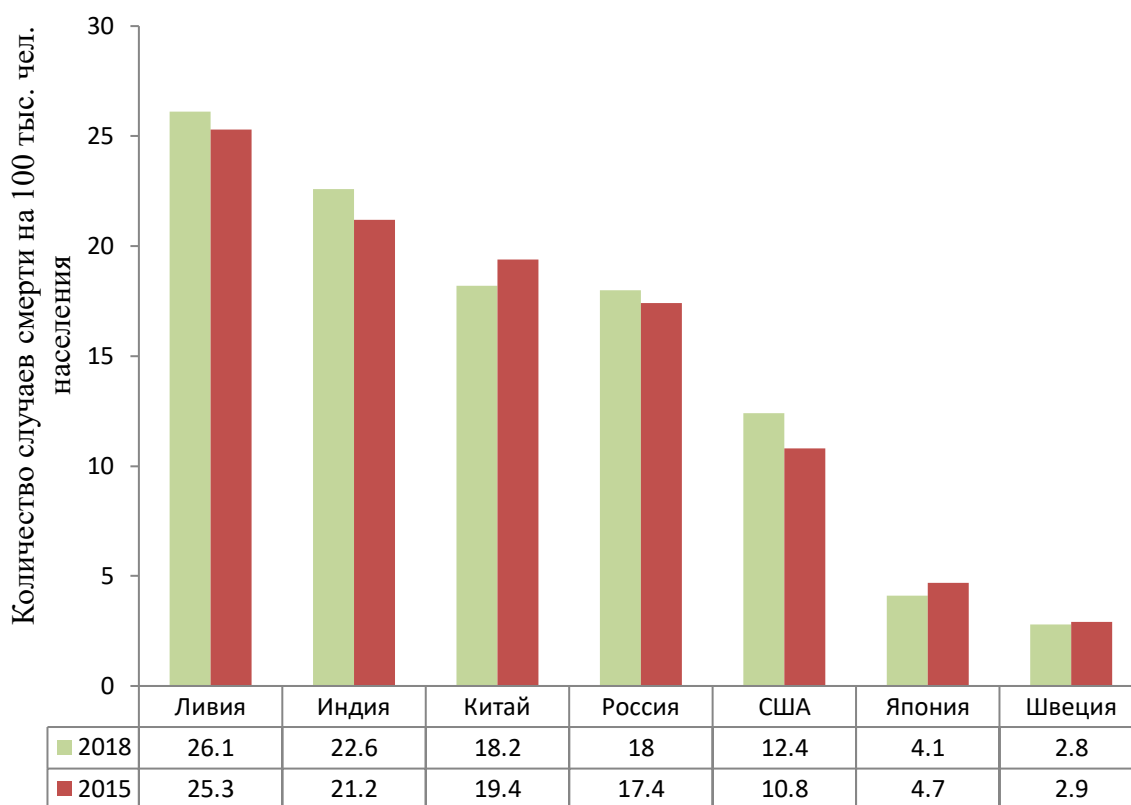


Рисунок 2.1 – Рейтинг стран по уровню смертности в дорожно-транспортных происшествиях за 2018 и 2015 года

В РФ за 2018 год на дорогах страны произошло 168099 дорожно-транспортных происшествий [18]. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года общее количество дорожно-транспортных происшествий уменьшилось на 1%, снизилось количество погибших (-4,6%), а также раненных (-0,24%) в этих дорожно-транспортных происшествиях (рисунок 2.2). Анализ данных аварийности в период с 2015 года по 2018 год показывает, что за 4 года в РФ количество ДТП уменьшилось на 8,6%, количество погибших (-21%) и раненых (-7%) также снизилось. Данные статистические факты говорят о снижении тяжести дорожно-транспортных происшествий за рассматриваемый период. Число погибших, указанных за период с 2015 года по 2018 год приведены с учетом тех, кто умер не только на месте ДТП, но и в течение 30 суток после него. В официальную статистику погибших в ДТП до 2009 года входили умершие не позднее 7 суток после происшествия [19].

Аварийность – показатель безопасности движения в виде абсолютного числа дорожно-транспортных происшествий, числа погибших и раненых или в виде отношения количества ДТП к числу транспортных средств, численности населения или пробегу автомобилей за определенный промежуток времени [20].

Дорожно-транспортная аварийность оценивается посредством основных показателей аварийности. К данным показателям относятся «количество ДТП с пострадавшими» и «число погибших в ДТП»

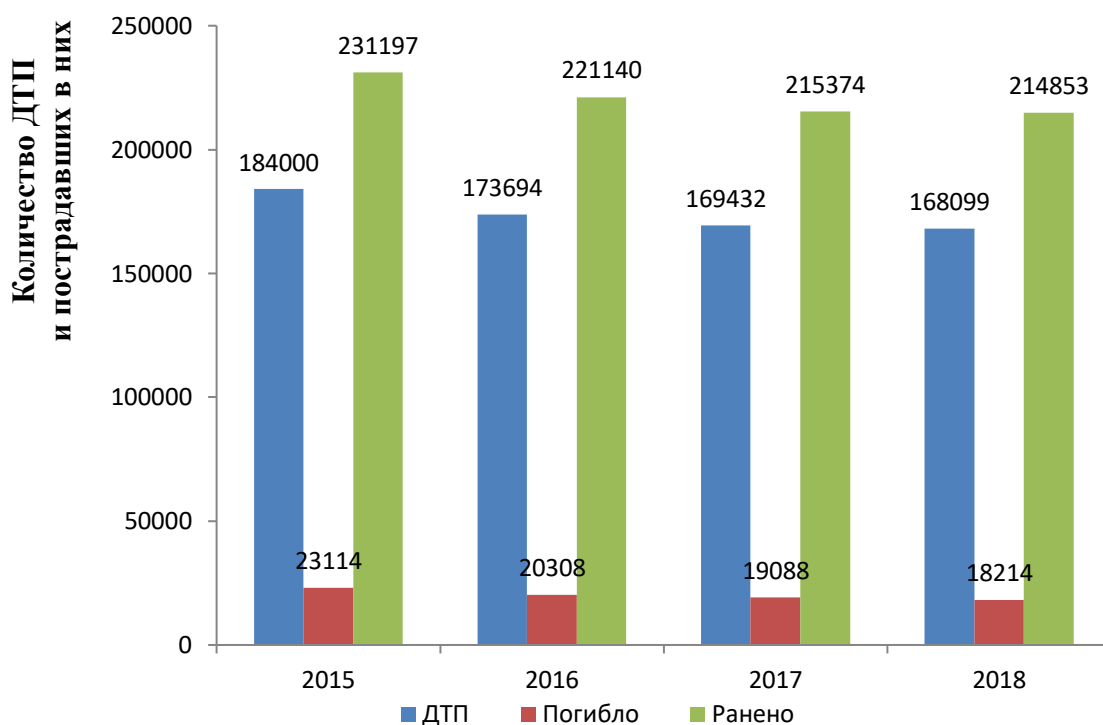


Рисунок 2.2 – Динамика основных показателей аварийности за 4 года в Российской Федерации

В Российской Федерации изменения смертности от дорожно-транспортных происшествий показывают резкое повышение смертности в возрастных группах 16-25 лет и 26-39 лет (рисунок 2.3) [18]. Помимо гибели людей ДТП наносят огромный ущерб мировой экономике. По оценкам специалистов, в России ежегодный экономический ущерб от ДТП 2,4 – 2,6% от

ВВП страны, это около 370 млрд. рублей (в том числе в результате ранения людей и гибели составляет около 230 млрд. рублей) [21].

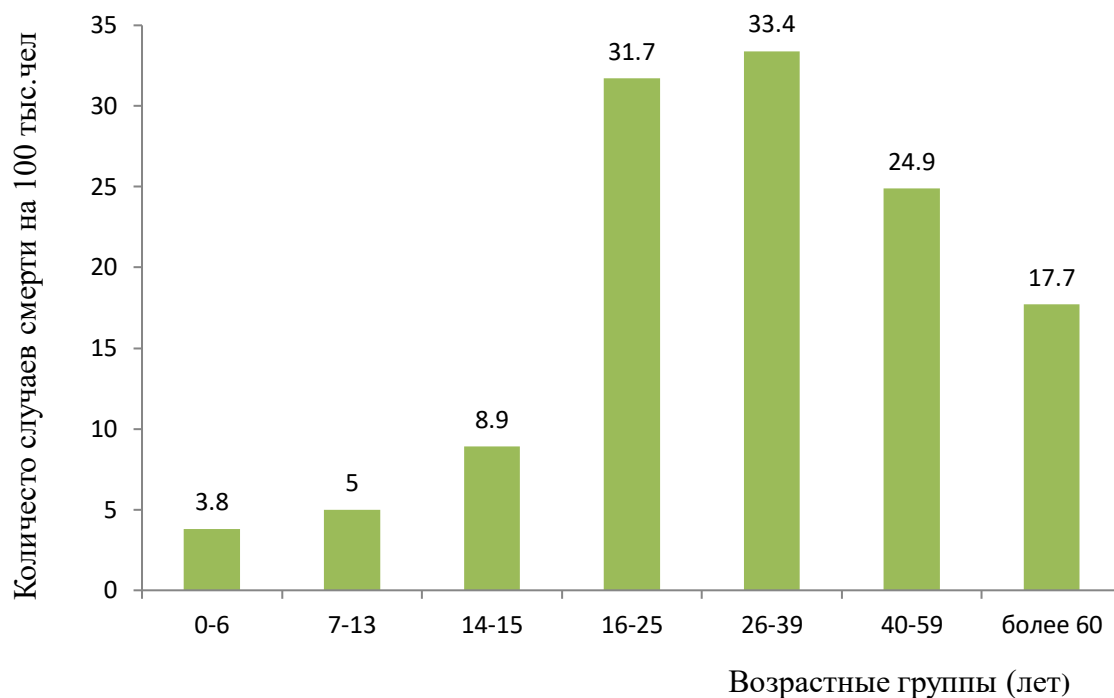


Рисунок 2.3 –Смертность от дорожно-транспортных происшествий по возрастным группам в РФ за 2017 год

Самыми напряженными днями в России за 2017 год, в которые произошло наибольшее количество аварий стали пятница и суббота, 25924 и 27496 дорожно-транспортных происшествий соответственно (рисунок 2.4) [18].

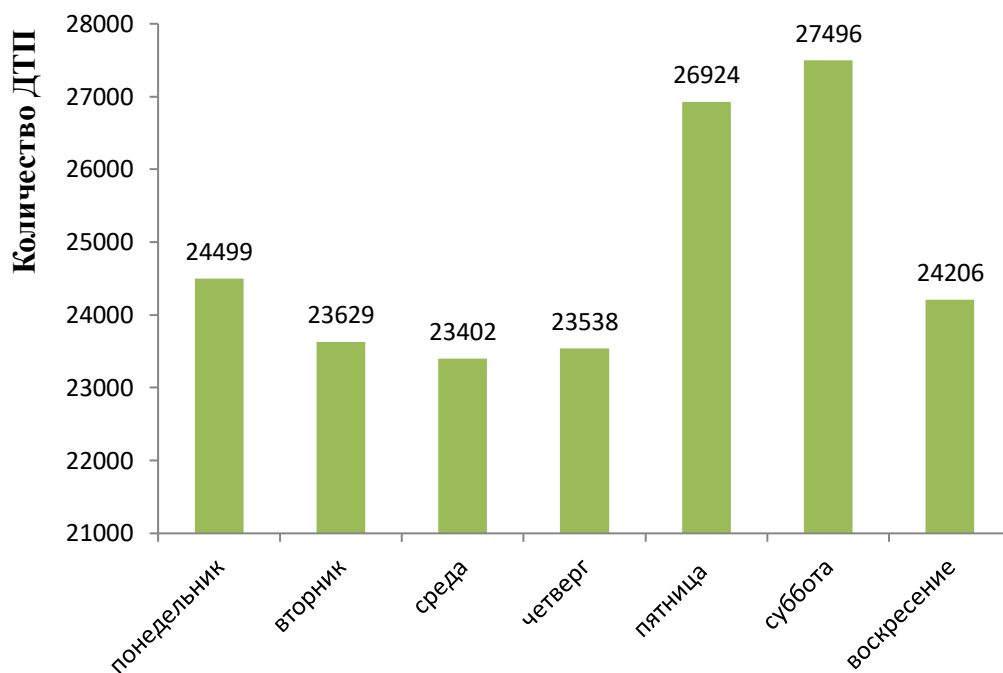


Рисунок 2.4 – Количество дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации за 2017 год, совершенных в зависимости от дня недели

Наиболее сложным временем суток за 2017 год, по данным статистики ГИБДД остаются вечерние часы с 17.00 по 21.00 час (рисунок 2.5), также в это время наблюдается и наибольшее количество, пострадавших в серьезных дорожно-транспортных происшествиях.

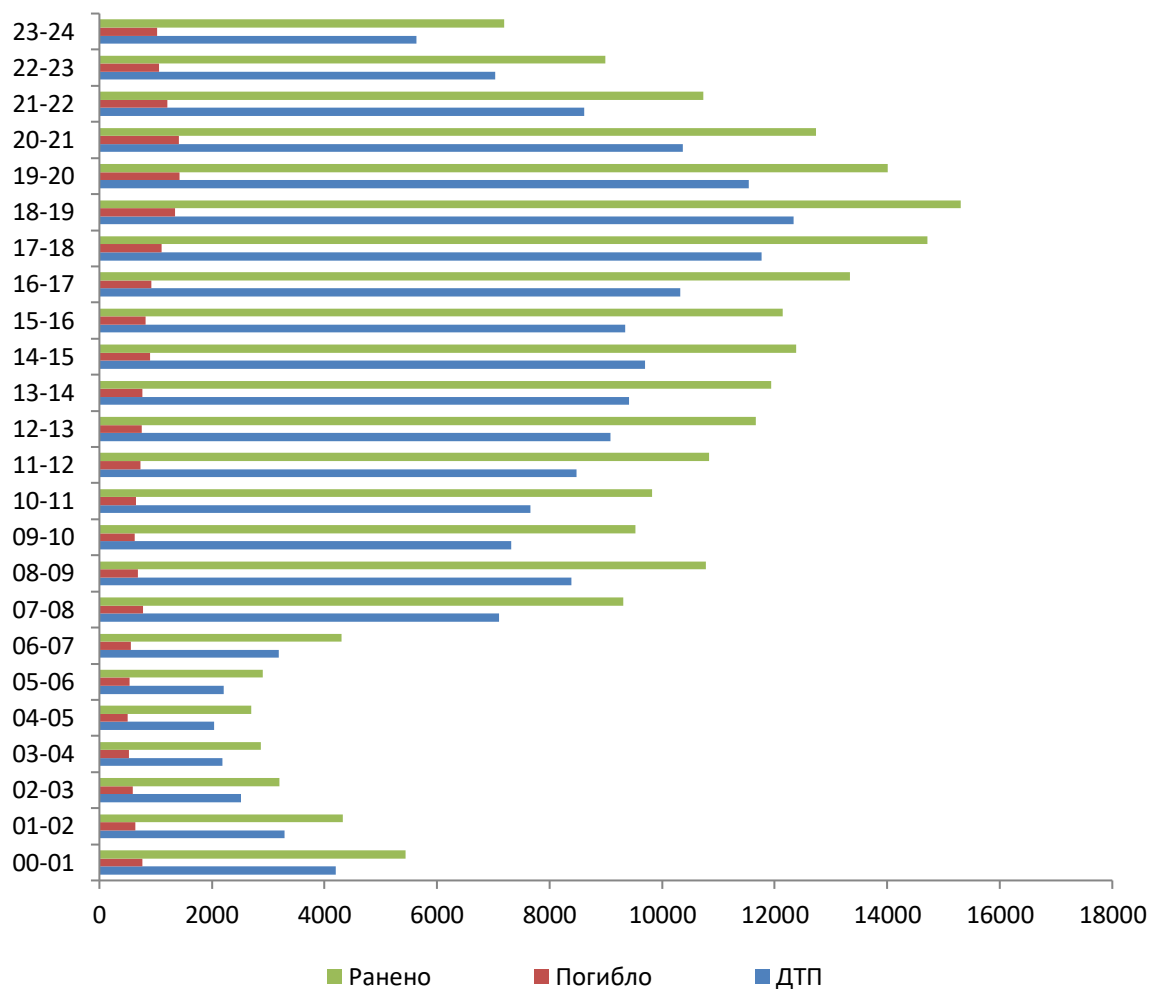


Рисунок 2.5 – Количество дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации за 2017 год, совершенных в зависимости от времени суток

Дорожно-транспортные происшествия входят в десятку ведущих причин смерти в глобальных масштабах. В результате дорожно-транспортных происшествий возникают большие потери человеческого «капитала» в мире. Всемирной организацией здравоохранения опубликованы данные за 2017 год, в которых указаны десять основных причин смерти населения мира. Данные представлены в соответствии с обработанными показателями 2015 года [22]:

- ишемическая болезнь сердца – 8,76 млн. случаев;
- инсульт – 6,24 млн. случаев;

– респираторные инфекции нижних дыхательных путей – 3,19 млн. случаев;

– хроническая обструктивная болезнь легких – 3,17 млн. случаев;

– рак легких, трахеи и бронхов–1,69 млн. случаев;

– диабет – 1,59 млн. случаев;

– болезнь Альцгеймера и другие виды деменций – 1,54 млн. случаев;

– диарея – 1,39 млн. случаев;

– туберкулез – 1,37 млн. случаев;

– ДТП – 1,34 млн. случаев смерти.

В абсолютных значениях, график десяти основных причин смерти за 2015 год представлен на рисунке 2.6, в млн. случаев смерти.

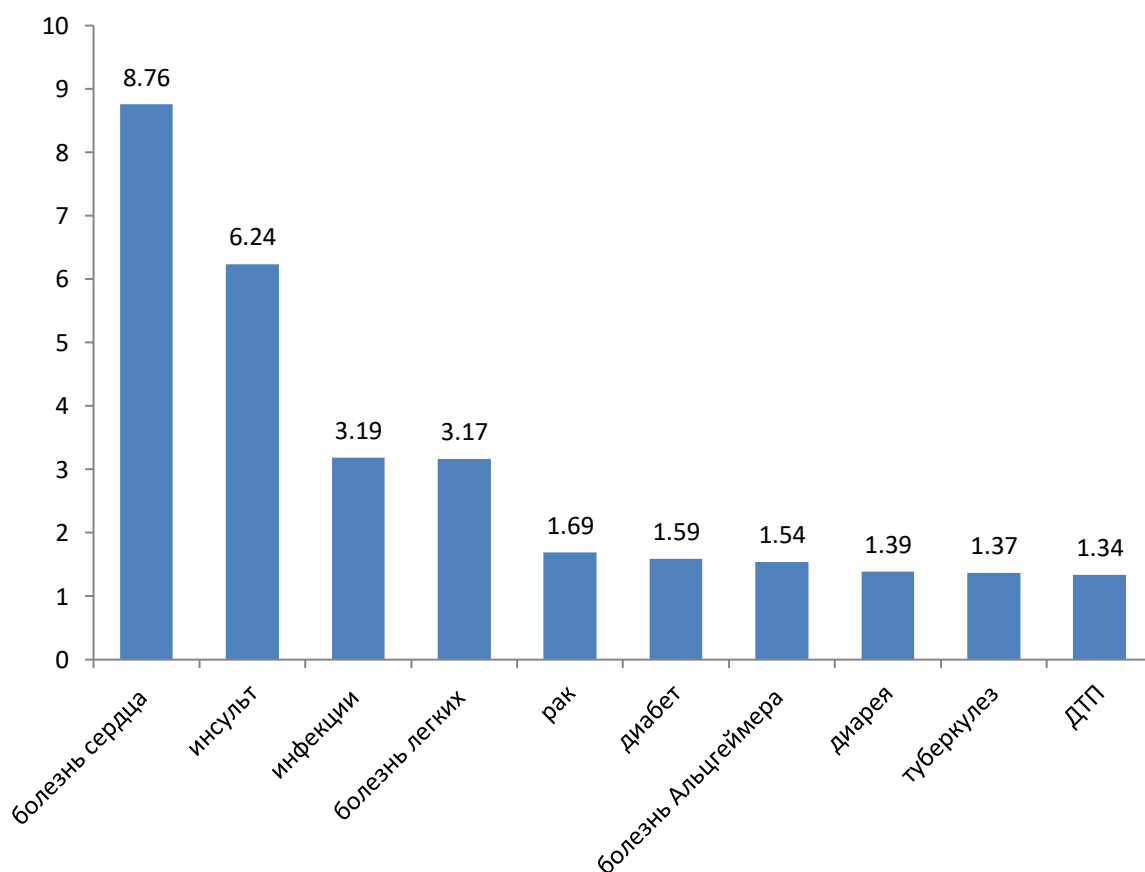


Рисунок 2.6 – Десять ведущих причин смерти в мире за 2015 год

Главы государств ООН в 2015 году приняли Цели в области устойчивого развития. Одной из главных задач ЦУР является сокращение почти вдвое числа погибших и раненых в результате ДТП. Сокращение смертности в результате ДТП является важной задачей на пути к повышению безопасности дорожного движения [3].

В Российской Федерации для социально-экономического развития распоряжением Правительства утверждена «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года» от 22 ноября 2008 года № 1734-р. Целями стратегии является повышение безопасности дорожного движения, а также стремление к нулевой смертности в дорожно-транспортных происшествиях к 2030 году. Ожидаемым результатом реализации Транспортной стратегии является существенное снижение аварийности, рисков и угроз безопасности по всем видам транспорта. Число погибших за год в дорожно-транспортных происшествиях в расчете на 100 тыс. человек сократится с 23,5 человека до 8 человек, то есть почти в 3 раза [23].

Оценить эффективность мероприятий принимаемых в мире для повышения безопасности дорожного движения возможно за счет определения численности людей, которые ежегодно умирают, получают травмы при ДТП и выявления причин, которые привели к происшествию.

2.2 Анализ причин дорожно-транспортных происшествий и последствий аварийности

ДТП является следствием ошибки, сбоя или отказа какого-либо звена в системе «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС), причиной гибели или ранения людей, повреждения транспортных средств и сооружений.

Причина дорожно-транспортного происшествия есть обстоятельство, послужившее причиной возникновения аварийной обстановки.

Аварийная обстановка – это такая дорожная обстановка, в которой водитель не располагает технической возможностью предотвратить дорожно-транспортное происшествие [7].

Причины, повлекшие за собой дорожно-транспортное происшествие можно подразделить на две группы: субъективные и объективные.

К субъективным причинам относятся [1]:

- нарушение Правил дорожного движения водителем, пешеходом, пассажиром, иным участником дорожного движения;
- нарушение правил безопасности движения и эксплуатации транспортных средств.

Объективными причинами считаются [1]:

- недостатки в планировании улиц и автодорог;
- уровень освещенности проезжей части в темное время суток; состояние дорожного покрытия;
- различные средства регулирования;
- тормозные, маневренные и другие свойства транспортных средств.

Исследования дорожно-транспортных происшествий показывают, что в среднем на каждое из них приходится не менее трех причин. Одна из них является главной. В статистических данных по дорожно-транспортному происшествию обычно указывается, что нарушения водителями правил дорожного движения и их ошибки являются главными причинами 70–80 % дорожно-транспортного происшествия, на рисунке 2.7 приведены данные по

количеству дорожно-транспортных происшествий и пострадавшие из-за нарушения правил дорожного движения в Российской Федерации в период с 2015 по 2017 год, неисправность транспортных средств – 1–3 %, а неудовлетворительные дорожные условия – 3–7 %.

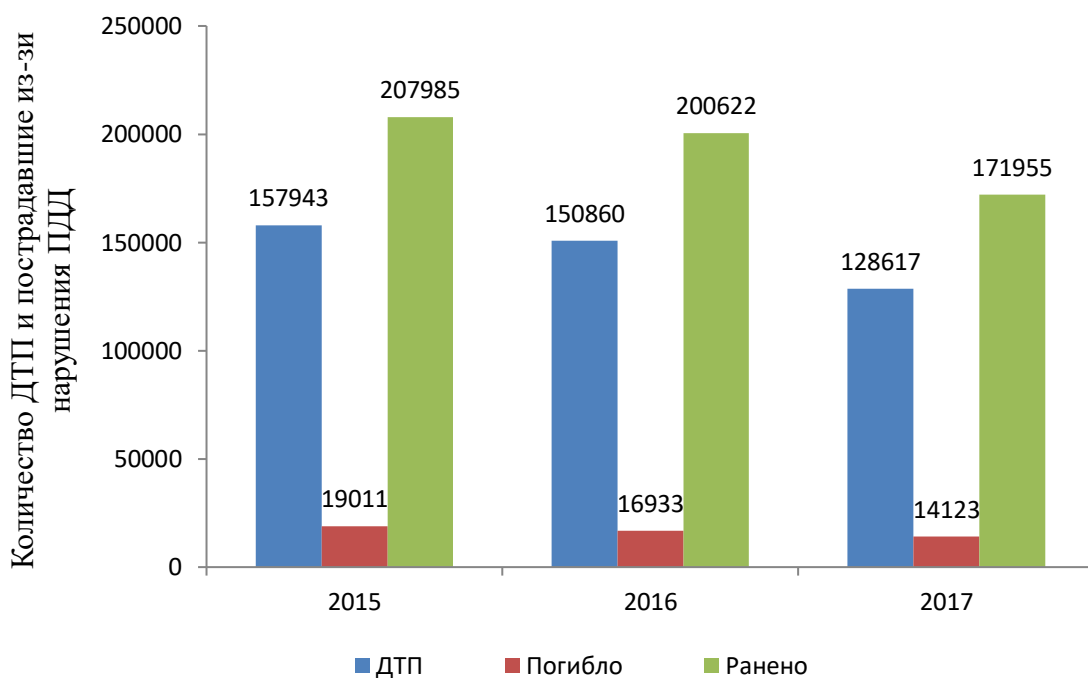


Рисунок 2.7 – Дорожно-транспортные происшествия и пострадавшие из-за нарушения правил дорожного движения водителями транспортных средств

Основные причины дорожно-транспортных происшествий по деятельности водителей [1-2]:

- превышение ситуационной скорости при входе в конфликтную зону (20-50 %);
- несоблюдение правил обгона и выезд на встречное направление (10-20 %);
- несоблюдение правил проезда перекрестков (10-20 %);
- несоблюдение дистанции и боковых интервалов (5-15 %).

Превышение скорости является наиболее распространенным нарушением правил дорожного движения [1-2]. На рисунке 2.8 представлены статистические данные о количестве дорожно-транспортных происшествий по причине превышения скорости в Российской Федерации в период за 2000 год по 2013 год [3; 22].

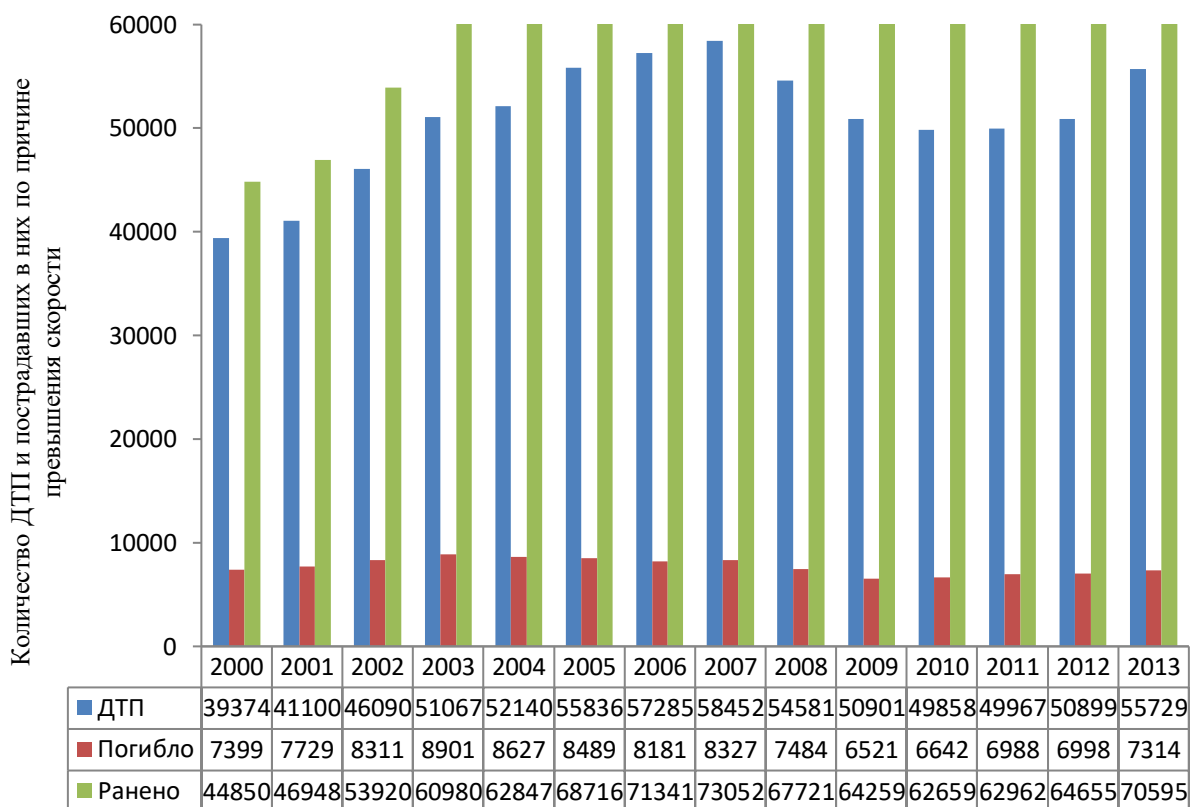


Рисунок 2.8 – Количество дорожно-транспортных происшествий по причине превышения скорости в Российской Федерации

Анализ данных показал высокий уровень травматизма и гибель людей в ДТП по причине превышения скорости. По данным каждая десятая травма, которая получена в ДТП, по выше указанной причине, несовместима с жизнью.

Исследования показывают, что ДТП, которые произошли по деятельности водителей транспортных средств, почти на 70 % обусловлены плохим прогнозированием дорожной ситуации и ошибками в оценке опасности независимо от возраста и стажа работы водителей.

Для уменьшения количества ДТП, которые произошли по выше указанной причине, необходимо систематическое проведение занятий с водителями в течение всего периода их профессиональной деятельности, на которых должны рассматриваться опасные ситуации и разбираться конкретные ДТП с раскрытием механизма развития дорожной ситуации.

Неисправности транспортных средств как причины ДТП распределяются по системам и узлам следующим образом [2]:

- тормозное управление – 20-50 %;
- рулевое управление – 10-15 %;
- ходовая часть, шины – 10-30 %;
- приборы освещения и сигнализация – 10 %.

Нередко причинами ДТП также становятся неправильное размещение и закрепление груза, перегрузка транспортного средства выше нормы, нарушения при перевозке крупногабаритных грузов и др.

Причины ДТП из-за неудовлетворительных дорожных условий выше 70 % приходится на низкое сцепление, 5-15 % – на выбоины и необустроенность обочин, около 5 % – на отсутствие дорожных знаков и информации, 7-10 % – на плохую освещенность и видимость.

В случаях, когда причиной ДТП не является превышение скорости, от величины скорости в момент столкновения зависит тяжесть последствий происшествия. Зависимость количества тяжелых аварий и аварий со смертельным исходом от изменения скорости движения представлена на рисунке 2.9.

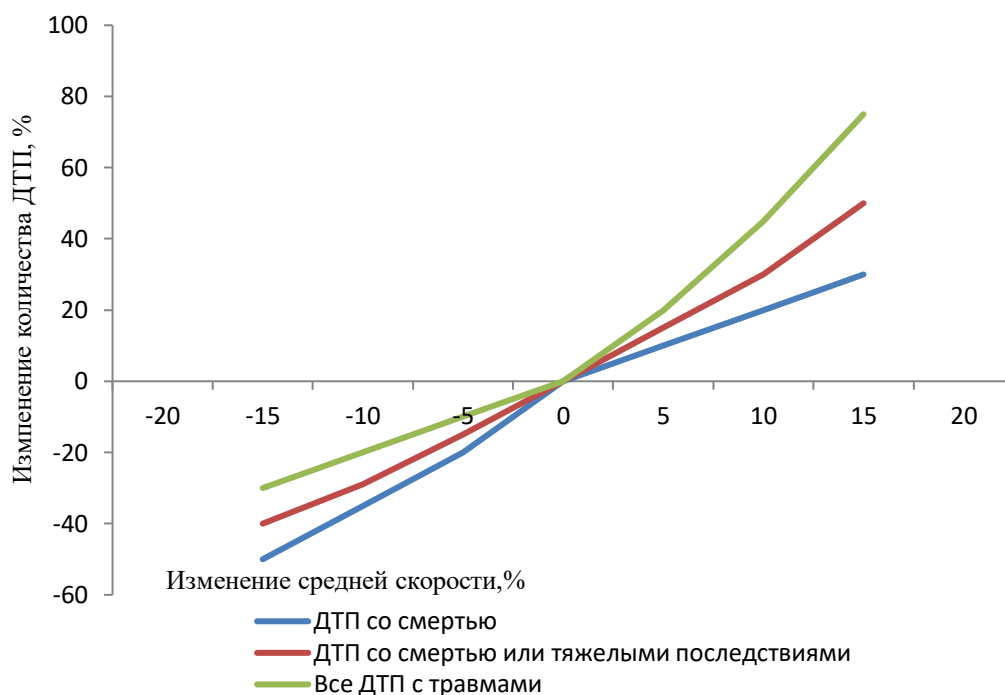


Рисунок 2.9 – Зависимость количества тяжелых аварий и аварий со смертельным исходом от изменения скорости движения

Анализ данных представленных на рисунке 2.9 показал, что повышение скорости на 10% приводит к увеличению количества всех аварий на 21%, к увеличению количества тяжелых аварий или аварий со смертельным исходом на 33%, к увеличению количества аварий со смертельным исходом на 46%. Снижение скорости на 10% – к уменьшению этих видов аварий соответственно – 19%, 27% и 34%.

Основные особенности, которые усложняют борьбу с аварийностью в настоящий момент для Российской Федерации, сводятся к следующему [24-25]:

- увеличилось количество транспортных средств, при сохранении прежнего количества дорожной транспортной сети и ухудшения качества дорожной сети;
- увеличился объем перевозок личным транспортом, снизилась роль общественного транспорта в обеспечении перевозок населения;
- непрофессионализм значительного количества владельцев личных легковых автомобилей, связанный с низким качеством подготовки водителей;

– снижение транспортной дисциплины как главной причины увеличения числа ДТП.

В России на государственном уровне проводится реализация ряда Федеральных целевых программ (ФЦП) для преодоления этих негативных явлений. Одним из важнейших является завершенная на сегодняшний день ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 гг.», действующая ФЦП на период 2013–2020 гг. [26-27]. Обзор данных, приведенных в ФЦП показывает, что основными видами ДТП в РФ являются столкновения транспортных средств, наезды на препятствие, пешехода, стоящий автомобиль, опрокидывание транспортных средств. Анализ статистических данных показал, что наиболее распространенной причиной ДТП в настоящее время остается превышение скорости водителями транспортных средств.

Принятая Стратегия безопасности дорожного движения в РФ на период 2018 – 2024 годы. Цели Стратегии заключаются в повышении безопасности дорожного движения, стремлении к нулевой смертности в дорожно-транспортных происшествиях к 2030 году [28].

Согласно принятой стратегии к отчетной дате количество погибших должно составить не более 4 погибших на 100000 населения.

Основные направления реализации Стратегии [28]:

- изменение поведения участников дорожного движения с целью безусловного соблюдения норм и правил дорожного движения;
- повышение защищенности от дорожно-транспортных происшествий и их последствий наиболее уязвимых участников дорожного движения, прежде всего детей и пешеходов;
- совершенствование УДС по условиям безопасности дорожного движения, включая развитие работ по организации дорожного движения;
- совершенствование организационно-правовых механизмов допуска транспортных средств и их водителей к участию в дорожном движении;

- совершенствование системы управления безопасностью дорожного движения;
- развитие системы оказания помощи и спасения пострадавших в результате дорожно-транспортных происшествий.

2.3 Виды экспертиз, организация судебной автотехнической экспертизы в РФ

Организацией, осуществляющей научно-методическое руководство экспертной работой в России, является Российский Федеральный центр судебной экспертизы (РФЦСЭ).

Министерство юстиции РФ утвердило перечень видов судебных экспертиз, выполняемых в федеральных судебно-экспертных учреждениях, приказ от 27 декабря 2012 года № 237 (с изменениями на 19 сентября 2017 года) [29].

Полный перечень видов судебных экспертиз представлен в приложении А, таблице А1. В таблице 1 приведен перечень судебных экспертиз, относящихся к классу транспортных.

Таблица 1 – Перечень видов судебных экспертиз, относящихся к классу транспортных

Вид судебной экспертизы	Область исследования
Транспортно-трасологическая идентификация	Исследование механизмов, транспортных средств
Автотехническая экспертиза	исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия, исследование технического состояния транспортных средств, исследование следов на транспортных средствах и месте дорожно-транспортного происшествия (транспортно-трасологическая диагностика)

Окончание таблицы 1

Вид судебной экспертизы	Область исследования
Автотехническая экспертиза	исследование транспортных средств в целях определения стоимости восстановительного ремонта и оценки, исследование технического состояния дороги, дорожных условий на месте дорожно-транспортного происшествия

Судебная автотехническая экспертиза (САТЭ) – род судебной инженерно-транспортной экспертизы, цель которой заключается в экспертном исследовании и установлении механизма ДТП, техническое состояние транспортного средства и дороги, поведения его участников [30].

Возможности судебной автотехнической экспертизы определены пределами компетенции эксперта автотехника, совокупностью материалов и исходными данными, которые предоставляются эксперту для производства экспертизы. Пределы компетенции эксперта автотехника установлены программами подготовки экспертов по специальностям: 13.1. «Исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия». Данная программа утверждена приказом министра юстиции РФ №154 от 20.04.2004 г. [31].

В состав САТЭ входят следующие виды судебных экспертиз [30]:

- обстоятельств ДТП;
- технического состояния транспортных средств;
- следов на транспортном средстве и месте ДТП (транспортно-трассологическая диагностика);
- технического состояния дороги;
- дорожных условий на месте ДТП.

Судебная экспертиза обстоятельств ДТП включает:

- экспертное исследование дорожно-транспортных ситуаций (ДТС);
- расчет параметров движения транспортных средств, пешеходов;
- анализ действий и возможностей водителей.

Предметом судебной экспертизы обстоятельств ДТП являются фактические данные об обстоятельствах ДТП, техническом состоянии транспортного средства, скорости его движения, покрытии проезжей части, режиме движения транспортных средств и т.д.

В общем виде задачи, решаемые в рамках судебной экспертизы обстоятельств ДТП, формулируются следующим образом:

- выяснение и анализ факторов, сопутствовавших ДТП. К таким факторам относятся: данные о техническом состоянии транспортных средств и дороги, параметры движения транспортных средств и пешеходов, организация дорожного движения;

- систематизация факторов, которые могли способствовать возникновению и развитию ДТП, а также их исследование (теоретическое и экспериментальное);

- установление причин ДТП и технической возможности его предотвращения участниками ДТП;

- определение поведения участников ДТП и соответствия их действий требованиям Правил дорожного движения и других нормативных актов.

Рассмотрим этапы процесса производства судебной автотехнической экспертизы [32]:

- ознакомление с постановлением, изучение материалов дела, уяснение задачи предстоящей экспертизы и оценка исходных данных;

- построение информационной модели исследуемого ДТП;

- проведение расчетов, составление графиков и схем;

- оценка проведенных исследований, уточнение первоначальной модели ДТП;

- формулирование выводов;

- составление и оформление заключения эксперта.

Производство экспертного исследования дорожно-транспортных происшествий осуществляется на основе апробированных методов исследования событий. При проведении исследования в рамках САТЭ особое

внимание уделяется выбору методики, используемой экспертом производства расчетов.

2.4 Анализ механизма дорожно-транспортных происшествий при столкновениях транспортных средств

Механизм дорожно-транспортного происшествия – это процесс сближения транспортного средства с местом возникновения аварийной ситуации (местом наезда, столкновения, опрокидывания и т.п.) с момента возникновения гласной остановки и процесс развития аварийной ситуации до момента, когда наступление вредных последствий прекращается [7].

Дорожно-транспортные происшествия классифицируются следующим образом:

- столкновения: встречное, попутное, перекрестное;
- опрокидывания;
- наезд на: стоящее транспортное средство, препятствие, пешехода, велосипедиста, гужевой транспорт;
- иные дорожно-транспортные происшествия.

На рисунке 2.10 представлено распределение в процентах количества дорожно-транспортных происшествий по видам.

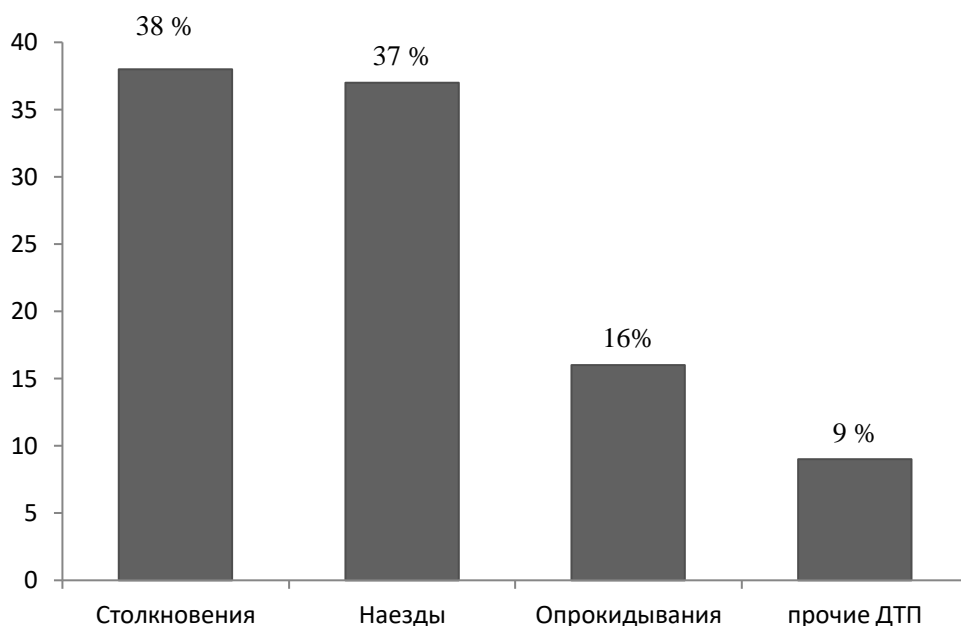


Рисунок 2.10 – Распределение количества дорожно-транспортных происшествий, %

Наибольший удельный вес ДТП связан со столкновениями транспортных средств, на долю которых, приходится 38% от общего числа.

Под столкновением транспортных средств понимается происшествие, возникшее в результате взаимного контакта механических транспортных средств в процессе их движения и повлекшее за собой гибель или телесные повреждения людей, повреждения транспортных средств, сооружений, грузов или иной материальный ущерб [2].

В процессе столкновений автомобили, пассажиры и водители подвергаются воздействию ударных нагрузок, которые действуют в течение короткого промежутка времени, но воздействие таких нагрузок весьма значительны.

Процесс удара при столкновениях разделяют на три фазы [1; 7; 9].

Первая фаза продолжается от момента соприкосновения тел до момента их наибольшего сближения. Продолжительность первой фазы составляет 0,05 – 0,10 секунд [2; 7; 9; 32].

Вторая фаза продолжается от момента наибольшего сближения до момента разъединения тел. Длительность второй фазы составляет 0,02 – 0,04 секунды [2; 7; 9; 32].

Третья фаза – отбрасывание, движение после столкновения. Характеристика первой фазы заключается в переходе кинетической энергии тел в механическую энергию разрушения и деформаций деталей, а также в потенциальную энергию и тепло. Во второй фазе удара потенциальная энергия упругих частей, деформированных в процессе сближения тел, вновь переходит в кинетическую энергию, способствуя разъединению тел.

Классификация видов столкновений транспортных средств, отвечающая потребностям автотехнической экспертизы, должна способствовать наиболее полной разработке методике экспертного исследования обстоятельств, которые определяют механизм столкновения.

Существуют различные классификаций видов столкновений транспортных средств, которые представлены в работах таких исследователей, как В.А. Иларионова [5], Ю.Г. Корухова [33], С.А. Евтюкова, Я.В. Васильев [34], Ю.Б. Суворов [35], Э.Р. Домке [1].

Проанализировав классификации видов столкновений транспортных средств, приведем виды столкновений, по положению транспортных средств в момент удара. Классификация видов столкновений приведена на рисунке 2.11.

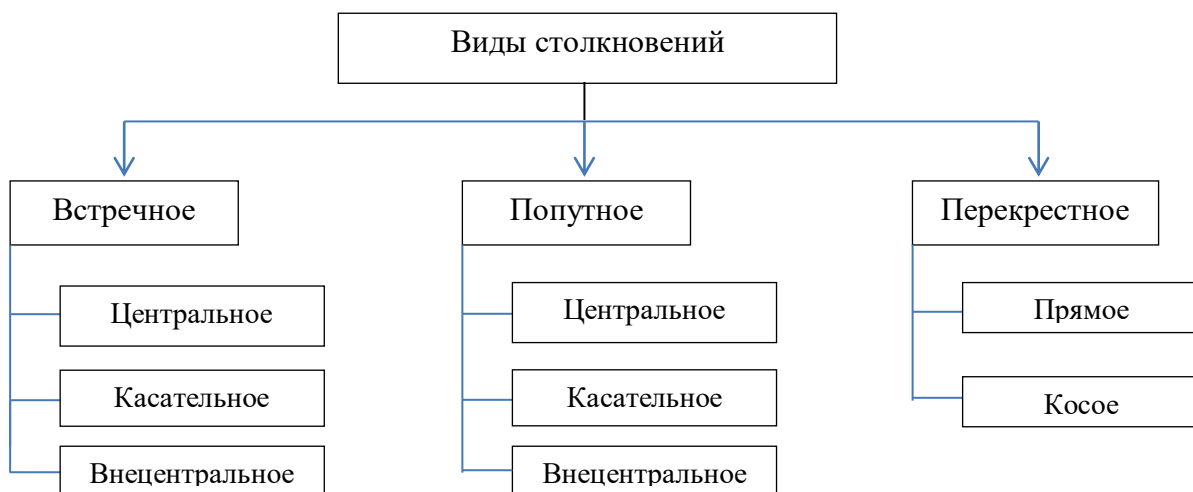


Рисунок 2.11 – Виды столкновений, по положению транспортных средств в момент удара

По данным американской исследовательской группы Корнельской лаборатории аэронавтики на встречные столкновения приходится 56,5% от общего числа ДТП, попутные – 7,8%, перекрестные столкновения составляют 35,7% [36]. Данные представлены на рисунке 2.12.

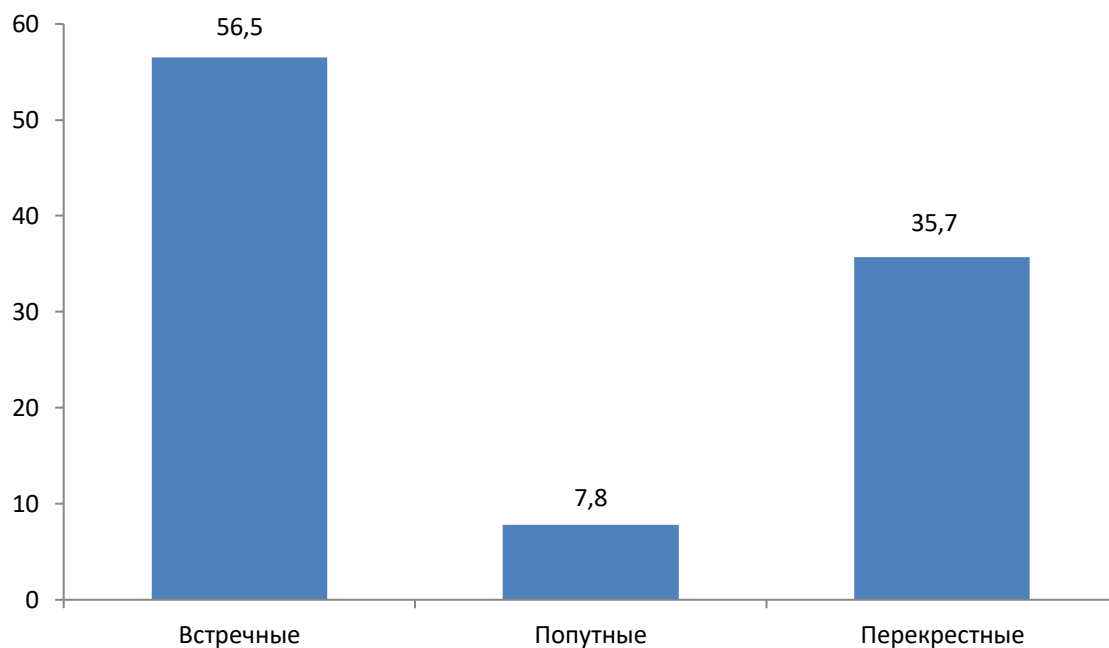


Рисунок 2.12 – Распределение количества дорожно-транспортных происшествий при столкновении, %

Столкновения транспортных средств являются наиболее опасным видом ДТП по числу жертв и размерам материального ущерба [5].

Причины столкновений – обстоятельства, которые создали дорожную обстановку, в которой водитель своевременно не обнаружил опасности столкновения и не принял необходимые меры для его предотвращения.

Причины приводящие к столкновению транспортных средств [2]:

- неисправности транспортных средств, приводящие к изменению направления движения или лишаящие водителя предпринять следующие действия: снизить скорость, остановиться, совершить объезд препятствия.

- неблагоприятные дорожные условия, которые приводят к произвольному изменению направления движения транспортных средств или потере управляемости (скользящая проезжая часть, разные значения коэффициента сцепления под колесами).

- неблагоприятная дорожная обстановка. В полосе движения транспортных средств возникает препятствие, при котором водитель вынужден применить резкий маневр или торможение, что приводит к потере управляемости транспортных средств и выезду в опасном направлении.

- действия водителей, не соответствующие требованиям Правил дорожного движения и создающие помеху.

- применение приемов управления, приводящие к потере управляемости транспортных средств (резкое торможение при совершении поворота или на скользкой дороге, крутой поворот рулевого колеса при выезде из колеи);

- прочие (неправильная организация движения, неудовлетворительная видимость дорожных знаков или их отсутствие).

Основной задачей автотехнической экспертизы при исследовании столкновений является установление механизма дорожно-транспортного происшествия. Для восстановления механизма столкновения транспортных средств необходимо определить место ДТП, взаимное расположение транспортных средств в момент удара, расположение на дороге, скорости транспортных средств перед столкновением. Методика экспертного

исследования при установлении механизма столкновения зависит от вида столкновения, определяемого характером удара: блокирующее, скользящее. Блокирующий удар характеризуется участками транспортного средства, которые в процессе взаимодействия сцепляются, и проскальзывание между ними отсутствует. При скользящем ударе скорости транспортных средств не уравниваются, и контактирующие участки смещаются относительно друг друга. Отличительная особенность механизма столкновения заключается в том, что при блокирующем ударе процесс столкновения состоит из двух фаз, вторая фаза удара заканчивается до разъединения транспортных средств. Данное взаимодействие объясняется величиной импульса сил упругих деформаций, которая невелика по сравнению с импульсом силы удара, при глубоком внедрении контактирующих частей силы сцепления между ними препятствуют разъединению транспортных средств. При скользящем ударе механизм столкновения состоит из трех стадий и определяется по результатам воздействия сил удара на транспортные средства (отбрасыванию, развороту транспортных средств, рассеиванию осколков).

Далее рассмотрим виды столкновений транспортных средств в момент удара.

2.4.1 Дорожно-транспортные происшествия при встречных столкновениях

Встречное столкновение – столкновение транспортных средств, у которых в момент удара угол между векторами скоростей этих автомобилей равен 180° [7].

В зависимости от степени перекрытия передней части транспортных средств встречные прямые столкновения классифицируются на: центральные, касательные, внецентральные. На рисунках 2.13-2.15 представлены схемы встречных столкновений.

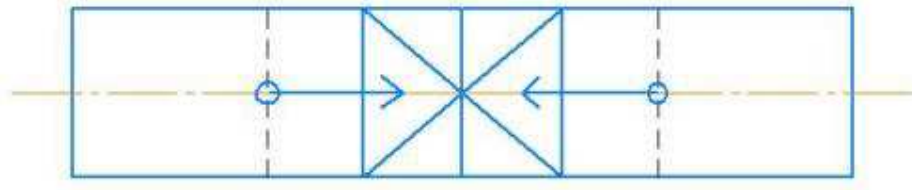


Рисунок 2.13–Встречное центральное столкновение

Встречное столкновение характеризуется тем, что в подобных происшествиях автомобили останавливаются на месте столкновения или отталкиваются друг от друга на равные расстояния, при условии, что вес и скорости этих автомобилей одинаковы.

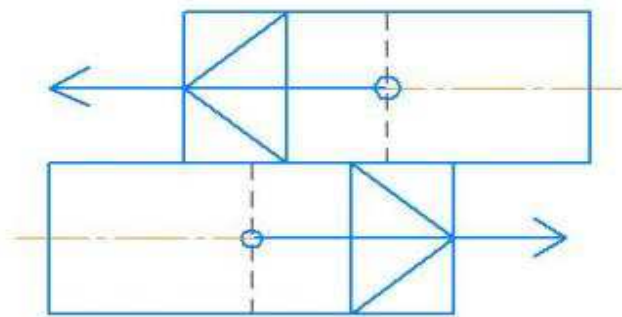
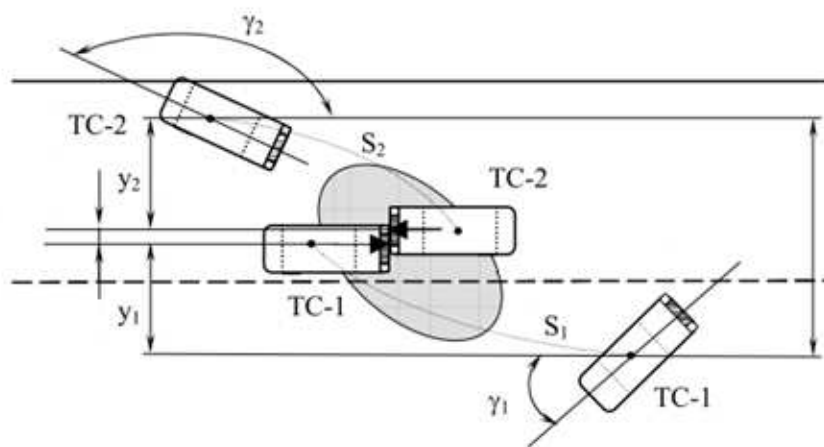


Рисунок 2.14–Встречное касательное столкновение

В случае если веса и скорости автомобилей не одинаковы, автомобиль, масса которого легче или меньше скорость, будет отброшен на большее расстояние от места столкновения.

Наиболее распространённое встречное внецентральное столкновение.



Y_1 – расстояние перемещения центра масс ТС-1; Y_2 – расстояние перемещения центра масс ТС-2; $\gamma_{1,2}$ – угол разворота продольной оси ТС-1, ТС-2; $S_{1,2}$ – расстояние перемещения центра масс ТС-1, ТС-2

Рисунок 2.15–Встречное внецентральное столкновение

При внецентральном встречном столкновении на большой скорости автомобили обычно совершают перемещение с разворотом по первоначальному направлению с отклонением центра масс на сторону своего движения (рисунок 2.15).

Рассмотрим случай, когда на схеме дорожно-транспортного происшествия отсутствуют следы скольжения шин в зоне контактирования транспортных средств. По закону равенства количества движения транспортных средств в поперечном направлении относительно линии дороги найдем соотношение координат перемещения центров масс Y_1 и Y_2 [8]:

$$m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2, \quad (2.12)$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{2 \cdot \varphi_6 \cdot Y_2}}{\sqrt{2 \cdot \varphi_6 \cdot Y_1}}, \quad (2.13)$$

где Y_1 – расстояние перемещения центра масс ТС-1, м;

Y_2 – расстояние перемещения центра масс ТС-2, м.

Кинетическая энергия затрачивается на поступательное и вращательное движение транспортного средства со скольжением шин. По закону сохранения энергии определим скорости движения транспортных средств после столкновения:

$$\frac{m \cdot V^2}{2} = \frac{m \cdot g \cdot \varphi_x \cdot S + 2 \cdot m \cdot g \cdot \varphi_6 \cdot a \cdot b \cdot \gamma}{L}, \quad (2.14)$$

где φ_x – значение реализуемого сцепления в поперечном направлении;

a, b – координаты центра массы ТС;

γ – угол разворота продольной оси;

Из энергетического баланса скорость каждого транспортного средства после столкновения определяется по формуле:

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot \varphi_y \cdot \left(S + \frac{2 \cdot a \cdot b \cdot \gamma}{L} \right)}. \quad (2.15)$$

Если на месте ДТП зафиксированы следы торможения транспортных средств, скорость автомобилей определяется с помощью метода описанного в пункте 1.1.

Для достоверного определения скорости транспортных средств при встречных столкновениях, существует возможность применения рассмотренных методик в главе 1. Учтены полные затраты кинетической энергии при взаимодействии транспортных средств: работа поступательного движения (линейное перемещение центра масс автомобилей) и вращательного (угол разворота продольной оси).

2.4.2 Дорожно-транспортные происшествия при попутных столкновениях

Попутное столкновение – столкновение транспортных средств, у которых в момент удара угол между векторами скоростей этих автомобилей равен 0° (автомобили движутся параллельными или близкими к ним курсами) [7].

Попутные столкновения транспортных средств подразделяются на центральные, внецентральные, касательные. На рисунках 2.16-2.18 представлены схемы попутных столкновений транспортных средств.

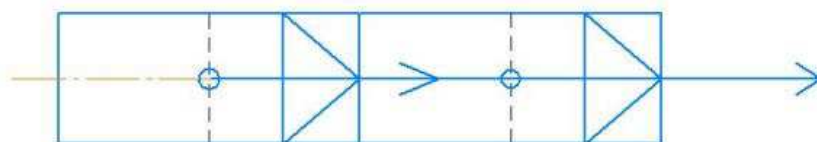


Рисунок 2.16–Попутное центральное столкновение

При попутном столкновении оба автомобиля до происшествия движутся в одном направлении. После происшествия оба автомобиля могут остановиться в сцепленном состоянии или оттолкнуться друг от друга.

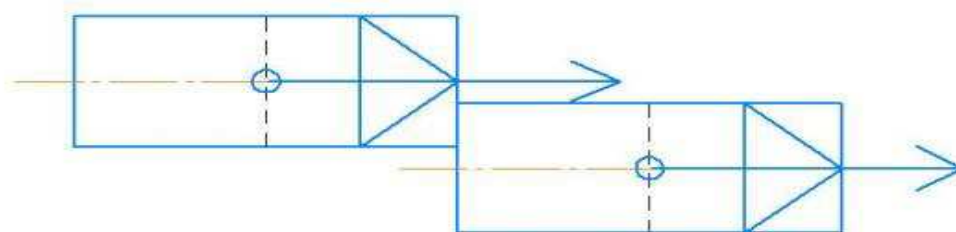


Рисунок 2.17–Попутное внецентральное столкновение

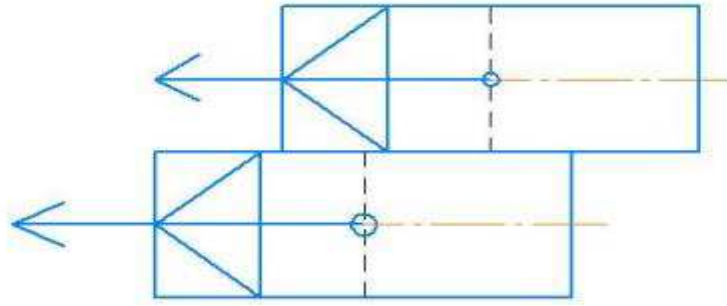


Рисунок 2.18–Попутное касательное столкновение

Если передний автомобиль двигался с малой скоростью, то скорость заднего транспортного средства можно определить с помощью уравнения закона сохранения количества движения. Суммарное количество движения двух транспортных средств перед столкновением равно количеству движения этих транспортных средств после удара. Скорость транспортных средств в момент столкновения можно определить по формуле (1.2). Скорости автомобилей после столкновения определяются по закону сохранения энергии, формула (1.5)

Если автомобили после столкновения будут двигаться в сцепленном состоянии, то скорость транспортных средств в момент столкновения определяют с помощью формулы [37; 38]:

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot V_3, \quad (2.16)$$

где V_3 – скорость ТС в сцепленном состоянии.

При попутных столкновениях скорости транспортных средств определяют на основе законов сохранения количества движения и энергии, см. пункт 1.2.

2.4.3 Дорожно-транспортные происшествия при перекрестных столкновениях

Перекрестные столкновения подразделяются на косые и прямые.

Перекрестное прямое столкновение – столкновение транспортных средств, у которых в момент удара угол между векторами скоростей этих автомобилей равен 90° [7].

На рисунке 2.19 представлена схема перекрестного прямого столкновения двух транспортных средств.

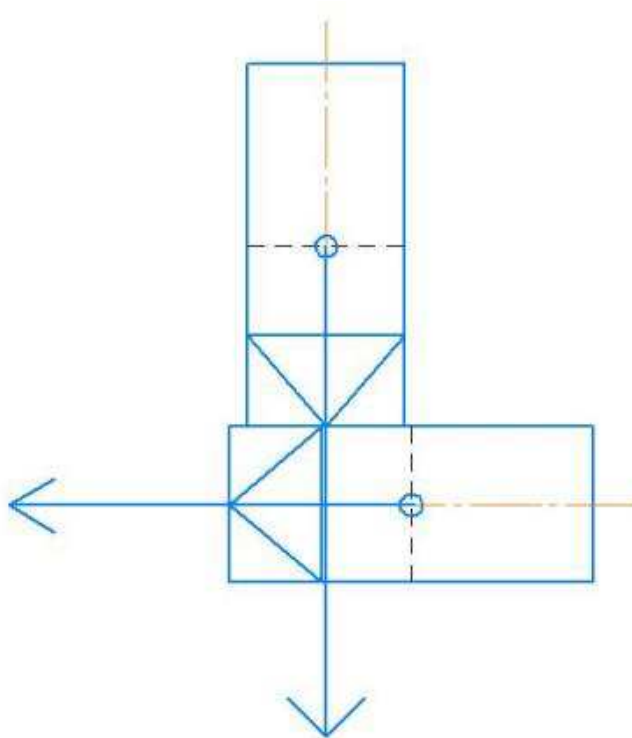


Рисунок 2.19–Перекрестное прямое столкновение

Схема перекрестного косоугольного столкновения представлена на рисунке 2.20.

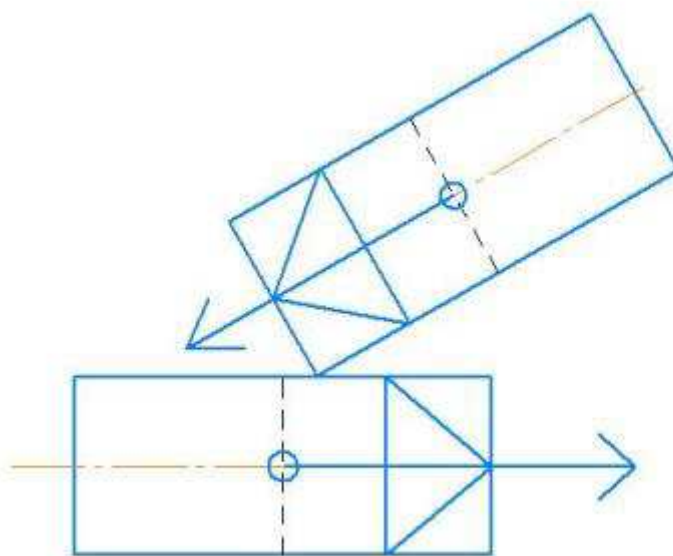


Рисунок 2.20 – Перекрестное косоугольное столкновение

Методика расчета скорости движения транспортных средств при ДТП в перекрестном столкновении описана в пункте 1.2.

В дорожно-транспортных происшествиях при перекрестных столкновениях транспортные средства совершают сложные движения (автомобили перемещаются относительно друг друга и далеко разъезжаются от места происшествия). Полная работа, совершенная в процессе взаимодействия транспортных средств, определяется суммой работ поступательного и вращательного движения. Однако, описанная методика (см. пункт 1.2) для расчета скоростей движения транспортных средств в перекрестном направлении не учитывает затраты кинетической энергии на деформацию автомобилей. Кроме того, учет работы трения шин на дороге при вращательном движении затруднен отсутствием четкой методики определения количества оборотов, что в конечном итоге негативно сказывается на достоверности анализируемых событий.

2.5 Выводы

РФ входит в число стран мира с высоким рейтингом смертности в дорожно-транспортных происшествиях (за 2018 год 18 на 100 тыс. человек). С каждым годом количество дорожно-транспортных происшествий снижается. Так, например, за период с 2015 года по 2018 год число происшествий снизилось на 8,6%. Изучение дорожно-транспортных происшествий показало, что наиболее высокий уровень смертности приходится на возрастную группу от 16 до 39 лет.

Следует также отметить, что по дням недели и в зависимости от времени суток дорожно-транспортные происшествия распределяются также не равномерно, при этом большая часть приходится на пятницу и субботу в вечерний пик. Это объясняется ростом интенсивности движения транспорта и пешеходов и накопленной усталостью за рабочий день участников движения. Дорожно-транспортные происшествия входят в десятку ведущих причин смерти в мире. Наряду с остальными странами мира Россия, с учетом международного уровня проводит мероприятия, способствующие повышению безопасности дорожного движения.

Превышение скорости транспортных средств является наиболее распространенной причиной дорожно-транспортных происшествий [1-2].

Наибольший удельный вес дорожно-транспортных происшествий составляют столкновения транспортных средств, на долю которых, приходится 38% от общего числа.

Основной задачей автотехнической экспертизы при исследовании столкновений является установление механизма дорожно-транспортного происшествия. Для восстановления механизма столкновения транспортных средств необходимо определить место дорожно-транспортного происшествия, взаимное расположение транспортных средств в момент удара, расположение на дороге, скорости транспортных средств перед столкновением. Получение

необходимых данных затрудняется отсутствием универсальной методики, пригодной для всех видов столкновений транспортных средств.

Анализ видов столкновений и методов для расчета скоростей движения при данном виде дорожно-транспортных происшествий показал, что для объективного расчета скоростей движения автомобилей, существующие методики применимы только при встречных и попутных столкновениях. Применяя выше изложенные методики для расчета скорости движения транспортных средств при дорожно-транспортном происшествии в перекрестном направлении затрудняется учет затрат кинетической энергии на деформацию автомобилей, работы трения шин на дороге при поступательно-вращательном движении.

3 Разработка оптимального метода расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении

Анализ методик для расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертиз дорожно-транспортных происшествий показал, что не существует универсальной методики для расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении.

В данной работе предлагается метод расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении, который учитывает полную работу трения шин на дороге при поступательно-вращательном движении автомобиля и затраты энергии на деформацию элементов кузова в процессе столкновения.

Работа трения шин автомобиля на дороге при поступательном движении определяется его массой, состоянием и типом дорожного покрытия, расстоянием, на которое переместится центр масс автомобиля, обозначаемый на схеме происшествия (см. рисунок 3.1).

Работа трения шин на дороге при вращательном движении будет определена с помощью предлагаемого метода расчета количества оборотов автомобиля, совершенных им после перекрестного столкновения, при его вращательном движении.

Правильный расчет количества оборотов, следовательно, учет полной работы трения шин на дороге позволит повысить достоверность восстанавливаемого события и получить материалы для объективного рассмотрения дорожно-транспортного происшествия.

Рассмотрим динамику движения транспортного средства после перекрестного столкновения. Определим скорость ударяющего транспортного средства (TC_a) на момент столкновения с ударяемым транспортным средством (TC_b).

Для расчета скоростей движения транспортных средств на момент столкновения составим схему ДТП (см. рисунок 3.1).

Кинетическая энергия вращения ударяемого транспортного средства (ТС_п), полученная им в результате удара со стороны ударяющего (ТС_а) в переднюю ось [38]:

$$W_{\text{вр.п}} = \frac{J_{\text{п}} \cdot \omega_{\text{п}}^2}{2}, \quad (3.1)$$

где $W_{\text{вр.п}}$ – кинетическая энергия вращения ТС_п, кг·м²;

$J_{\text{п}}$ – момент инерции ТС_п относительно центра масс, кг·м² ;

$\omega_{\text{п}}$ – угловая скорость вращения ТС_п, рад/с.

$$J_{\text{п}} = \frac{m_{\text{п}} \cdot L_{\text{п}}^2}{12}, \quad (3.2)$$

где $m_{\text{п}}$ – масса ТС_п, кг;

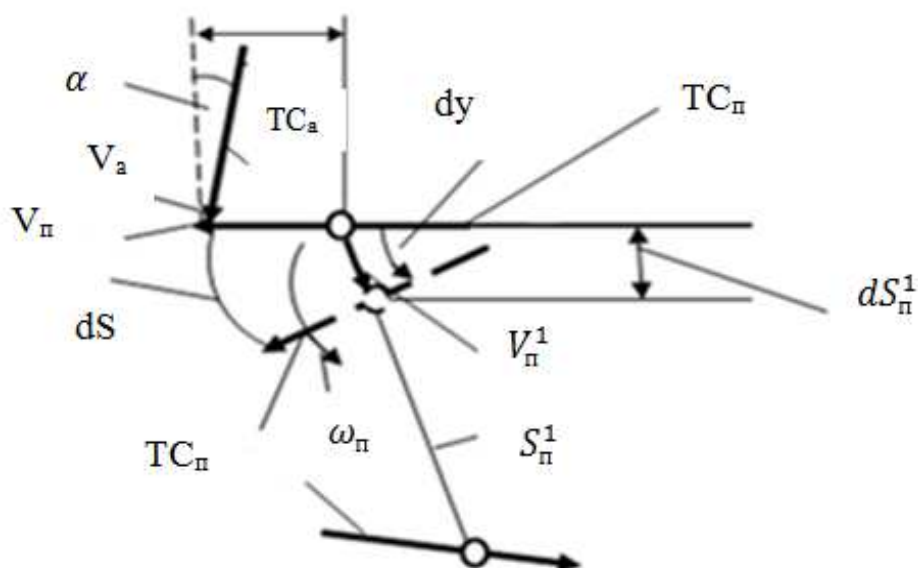
$L_{\text{п}}$ – база ТС_п, м.

$$\omega_{\text{п}} = \frac{2 \cdot V_{\text{а}}}{L_{\text{п}}}, \quad (3.3)$$

где $V_{\text{а}}$ – скорость ТС_а на момент удара (в начальный момент вращения ТС_п), м/с.

Тогда выражение (3.1) с учетом выражения (3.2) и (3.3) примет вид:

$$W_{\text{вр.п}} = \frac{m_{\text{п}} \cdot V_{\text{а}}^2}{6}. \quad (3.4)$$



$ТС_а$ – ударяющее транспортное средство; α – угол приложения ударного импульса; $ТС_п$ – ударяемое транспортное средство; $V_а$ – скорость $ТС_а$ на момент удара; $V_п$ – скорость $ТС_п$ на момент удара; $V_п^1$ – скорость перемещения центра масс $ТС_п$ после удара; dS – элементарный путь перемещения передней части $ТС_п$; dy – бесконечно малый угол поворота $ТС_п$ относительно центра масс; $\omega_п$ – угловая скорость поворота $ТС_п$ относительно центра масс; S – путь перемещения центра масс $ТС_п$ после удара; $dS_п^1$ – элементарное малое перемещение центра масс $ТС_п$ после удара за бесконечно малый промежуток времени; H – плечо приложения ударного импульса относительно центра масс

Рисунок 3.1 – Расчетная схема

Кинетическая энергия $ТС_п$ во время поворота вокруг центра масс переходит в работу трения шин. Кинетическая энергия $ТС_п$ может быть определена следующим образом:

$$M_{вр.п} = G_п \cdot \varphi_6 \cdot L_п \cdot \pi \cdot \frac{\gamma}{360}, \quad (3.5)$$

где $M_{вр.п}$ – работа трения шин на дороге, кг · м;

$G_п$ – вес $ТС_п$, кг;

φ_6 – коэффициент сцепления шин в боковом направлении;
 γ – суммарный угол поворота ТС_п за время вращения, град.

$$\varphi_6 = \varphi_1(0,5 \div 0,85), \quad (3.6)$$

где φ_1 – коэффициент сцепления шин в продольном направлении [39].

Так как

$$W_{вр.п} = M_{вр.п} \quad (3.7)$$

Далее, с учетом выражений (3.4) и (3.5), получим:

$$\frac{m_{п} \cdot V_a^2}{6} = G_{п} \cdot \varphi_6 \cdot L_{п} \cdot \pi \cdot \frac{\gamma}{360}. \quad (3.8)$$

Из выражения (3.8) найдем суммарный угол поворота ТС_п за время вращения:

$$\gamma = \frac{60 \cdot m_{п} \cdot V_a^2}{G_{п} \cdot \varphi_6 \cdot L_{п} \cdot \pi}. \quad (3.9)$$

Элементарное малое перемещение $dS_{п}^1$ центра масс ТС_п (см. рисунок 3.1) за бесконечно малый промежуток времени dt :

$$dS_{п}^1 = V_{п}^1 \cdot dt, \quad (3.10)$$

где $V_{п}^1$ – скорость ТС_п после столкновения, м/с;

При повороте ТС_п на бесконечно малый угол $d\gamma$ его передняя часть опишет элементарную дугу dS :

$$dS = \frac{L_{\Pi}}{2} \cdot d\gamma. \quad (3.11)$$

Или

$$dS = \frac{L_{\Pi} \cdot \omega_{\Pi}}{2} \cdot dt. \quad (3.12)$$

Из выражения (3.10) получим:

$$dt = \frac{dS_{\Pi}^1}{V_{\Pi}^1}. \quad (3.13)$$

Тогда, с учетом выражения (3.13), получим:

$$\int dS = \frac{L_{\Pi}}{2} \cdot \omega_{\Pi} \cdot \frac{1}{V_{\Pi}^1} \int dS_{\Pi}^1. \quad (3.14)$$

Откуда

$$S = S_{\Pi}^1 \cdot \frac{L_{\Pi}}{2} \cdot \frac{\omega_{\Pi}}{V_{\Pi}^1}. \quad (3.15)$$

Подставив значение ω_{Π} из выражения (3.3) в выражение (3.15), получим:

$$S = S_{\Pi}^1 \cdot \frac{V_a}{V_{\Pi}^1}. \quad (3.16)$$

Откуда

$$V_a = V_{\Pi}^1 \cdot \frac{S}{S_{\Pi}^1}. \quad (3.17)$$

Подставив значение V_a из выражения (3.17) в выражение (3.9), получим:

$$\gamma = \frac{60 \cdot m_{\pi} \cdot (V_{\pi}^1)^2 \cdot \pi^2 \cdot L_{\pi}^2 \cdot \gamma^2}{G_{\pi} \cdot \varphi_{\delta} \cdot L_{\pi} \cdot \pi \cdot (S_{\pi}^1)^2 \cdot 360^2}. \quad (3.18)$$

Преобразуем выражение (3.18):

$$\gamma = \frac{2160 \cdot G_{\pi} \cdot (S_{\pi}^1)^2 \cdot \varphi_{\delta}}{m_{\pi} \cdot L_{\pi} \cdot \pi \cdot (V_{\pi}^1)^2}. \quad (3.19)$$

Где

$$V_{\pi}^1 = \sqrt{2 \cdot S_{\pi}^1 \cdot j_a}, \quad (3.20)$$

где j_a – замедление в боковом направлении, м/с².

Подставив значение V_{π}^1 из выражение (3.20) в выражение (3.19), после преобразований, получим:

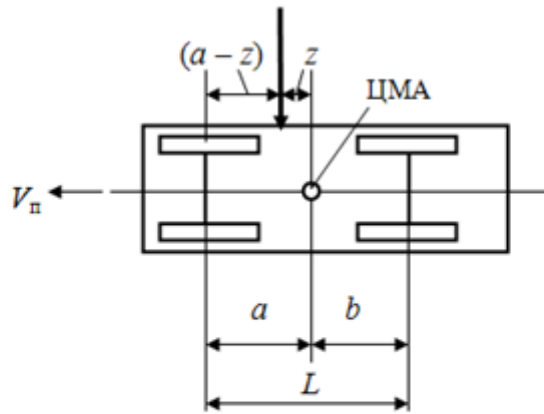
$$\gamma = \frac{1080 \cdot G_{\pi} \cdot S_{\pi}^1 \cdot \varphi_{\delta}}{m_{\pi} \cdot L_{\pi} \cdot \pi \cdot j_a} \cdot K_{об} \cdot \cos \alpha, \quad (3.20)$$

где α – угол приложения ударного импульса (см. рисунок 1).

Преобразуем выражение (3.20), получим:

$$\gamma = \frac{1080 \cdot m_{\pi} \cdot g \cdot S_{\pi}^1 \cdot \varphi_{\delta}}{m_{\pi} \cdot L_{\pi} \cdot \pi \cdot j_a} \cdot K_{об} \cdot \cos \alpha, \quad (3.21)$$

где $K_{об}$ – коэффициент учитывающий место приложения ударного импульса относительно центра масс автомобиля, $0 \leq K_{об} \leq 1$ (рисунок 3.2).



z – место приложения ударного импульса относительно центра масс автомобиля

Рисунок 3.2 – Схема приложения ударного импульса

Откуда

$$\gamma = \frac{1080 \cdot g \cdot S_{\Pi}^1 \cdot \varphi_6}{L_{\Pi} \cdot \pi \cdot j_a} \cdot K_{об} \cdot \cos \alpha. \quad (3.22)$$

$$K_{об} = \frac{z}{a}, \quad (3.33)$$

где z – место приложения ударного импульса относительно центра масс автомобиля.

Зная суммарный поворот $ТС_{\Pi}$ за период вращения можно рассчитать количество оборотов за этот же период:

$$n_{об} = \frac{\gamma}{360}, \quad (3.34)$$

где $n_{об}$ – количество оборотов, совершенных $ТС_{\Pi}$ при поступательном движении после удара до полной остановки.

Откуда с учетом выражения (3.22), получим [40]:

$$n_{об} = \frac{3 \cdot g \cdot S_{п}^1 \cdot \varphi_{б}}{L_{п} \cdot \pi \cdot j_a} \cdot K_{об} \cdot \cos \alpha. \quad (3.33)$$

Выражение (3.33) позволяет рассчитать количество оборотов, совершенных ТС_п под действием ударного импульса со стороны ТС_а после выхода из контакта при боковом перемещении на пути $S_{п}^1$ (см. рисунок 3.1), и определить полную работу трения шин на дороге.

Работа вращения ТС_п относительно центра масс:

$$A_{вр} = G_{п} \cdot \varphi_{б} \cdot \pi \cdot L_{п} \cdot \frac{3 \cdot g \cdot S_{п}^1 \cdot \varphi_{б}}{L_{п} \cdot \pi \cdot j_a} \cdot K_{об} \cdot \cos \alpha. \quad (3.34)$$

Работу трения шин на дороге при поступательном движении ТС_п определим по формуле:

$$A_{пост} = G_{п} \cdot S_{п}' \cdot \varphi_{б}. \quad (3.35)$$

Учет полной работы трения шин на дороге ТС_п необходим для расчета скорости движения ТС_а на момент столкновения. Полная работа определяется как сумма работ трения шин при поступательно-вращательном движении и деформацией элементов кузова автомобиля. При поступательном движении работа трения шин на дороге рассчитывается с учетом линейного перемещения центра масс транспортного средства (3.35). Работа, затраченная на поворот автомобиля относительно центра масс при поступательном движении, определяется по количеству оборотов (3.34). Затраты энергии на деформацию элементов кузова рассчитываются по формуле (1.7).

Тогда полная работа трения шин на дороге и деформации элементов кузова имеет вид:

$$\sum A = A_{пост} + A_{вр} + \Delta E. \quad (3.36)$$

Откуда

$$\sum A = G_{\Pi} \cdot S'_{\Pi} \cdot \varphi_{\delta} + G_{\Pi} \cdot \varphi_{\delta} \cdot \pi \cdot L_{\Pi} \cdot \frac{3 \cdot g \cdot S'_{\Pi} \cdot \varphi_{\delta}}{L_{\Pi} \cdot \pi \cdot j_a} \cdot K_{об} \cdot \cos \alpha + \frac{1}{2} \cdot m_a \cdot m_{\Pi} \cdot \left(\frac{1 - \varepsilon^2}{m_a + m_{\Pi}} \right) \cdot (V_{\Pi} - V_a)^2. \quad (3.37)$$

Выразив скорость T_{C_a} на момент столкновения из выражения (3.37), получим:

$$V_a = \sqrt{\frac{2 \sum_6^1 A}{m_a}}. \quad (3.38)$$

Применим предложенный метод расчета скорости движения транспортных средств с учетом полной работы трения шин на дороге и деформации элементов кузова автомобиля.

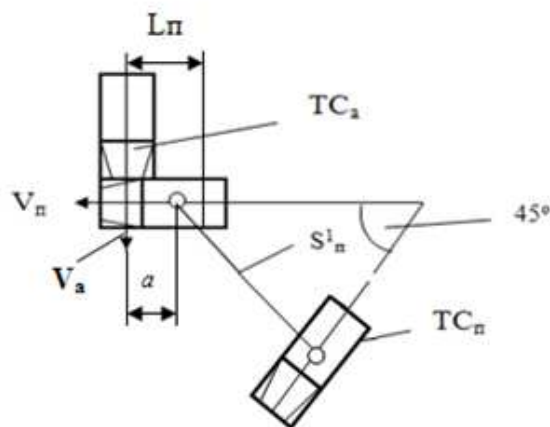
3.1 Использование методик расчета скорости транспортных средств в перекрестном направлении при экспертизе дорожно-транспортных происшествий

Учет полной работы трения шин на дороге позволяет получить достоверность события и сделать правильный вывод в отношении действий участников дорожного движения.

Для примера покажем влияние метода расчета работы вращения $T_{C_{\Pi}}$ при вращательном движении на величину затрат кинетической энергии T_{C_a} .

В общем случае работу вращения $T_{C_{\Pi}}$ можно рассчитать следующими способами:

1) по углу между продольными осями автомобиля на момент столкновения и после него – способ, используемый в экспертной практике (рисунок 3.3).



TC_а – ударяющее транспортное средство; TC_н – ударяемое транспортное средство; V_a – скорость TC_а на момент удара; V_n – скорость TC_н на момент удара; $S_{н1}^1$ – путь перемещения центра масс TC_н после удара; $L_{н}$ – база TC_н.

Рисунок 3.3 – Схема положений TC_н до и после столкновения

2) по количеству оборотов – способ по предлагаемой методике. Исходные данные для расчета скорости транспортных средств приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Показатели	Значения	Единицы измерения
Путь перемещения центра масс, $S_{н1}^1$	10	м
Вес TC _н и TC _а , $G_a = G_n$	1000	кг
Коэффициент сцепления шины с дорогой в боковом направлении, φ_b	0,6	-
База TC _н	2,5	м
Коэффициент, учитывающий место приложения ударного импульса относительно центра масс автомобиля, $K_{об}$	1	-
Угол приложения ударного импульса, α	0	град
Замедление при перемещении в боковом направлении, j_a	6,125	м/с ²

Расчет работы поворота по углу между продольными осями автомобиля на момент столкновения и после него.

Количество оборотов с учетом угла между продольными осями ТС_п до и после происшествия (см. рисунок 3.2) составит:

$$n_{об}^1 = \frac{45^\circ}{360^\circ} = 0,125. \quad (3.39)$$

По формуле (3.5) определим работу поворота ТС_п относительно центра масс.

$$W_{врп}^1 = 1000 \cdot 0,6 \cdot 2,5 \cdot 3,14 \cdot 0,125 = 583,84. \quad (3.40)$$

Тогда потери скорости ТС_а составят:

$$\Delta V^1 = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{врп}^1 \cdot 9,8}{G_a}}. \quad (3.41)$$

Где

$$\Delta V^1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 583,84 \cdot 9,8}{1000}} = 3,84 \text{ м/силы } 12,2 \text{ км/ч.} \quad (3.42)$$

Расчет работы вращения по количеству оборотов.

Согласно выражению (3.22) суммарный угол поворота ТС_п за время вращения:

$$\gamma = \frac{1080 \cdot 9,8 \cdot 10 \cdot 0,6}{2,5 \cdot 3,14 \cdot 6,125} 1,0 \cdot 1,0 = 1320,76. \quad (3.43)$$

Откуда

$$n_{об}^{11} = \frac{1320,76}{360} = 3,67. \quad (3.44)$$

Тогда работа вращения $TС_{п}$ составит:

$$W_{врп}^{11} = 1000 \cdot 0,6 \cdot 2,5 \cdot 3,14 \cdot 3,67 = 17285,7. \quad (3.45)$$

Потери скорости $TС_a$ составят:

$$\Delta V^{11} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17285,7 \cdot 9,8}{G_a}} = 18,40 \text{ м/силы } 66,25 \text{ км/ч}. \quad (3.46)$$

Предложенный метод расчета скорости движения транспортного средства по количеству оборотов при поступательно-вращательном движении после перекрестного столкновения позволяет более детально изучить обстоятельства происшествия, выявить и систематизировать факторы, способствующие его возникновению и развитию, получить данные, которые могут быть доказательными для установления истины по гражданскому или уголовному делу.

3.2 Выводы

Анализ методик для расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертиз дорожно-транспортных происшествий показал, что не существует универсальной методики для расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении.

Предложенный метод расчета скорости движения автомобиля по количеству оборотов при поступательно-вращательном движении после столкновения позволяет более детально изучить обстоятельства происшествия, выявить и систематизировать факторы, способствующие его возникновению и развитию, получить данные, которые могут быть доказательными для установления истины по гражданскому или уголовному делу.

Разработанный метод позволяет учесть полную работу трения шин на дороге при вращательно-поступательном движении, затраты энергии на деформацию элементов кузова автомобиля. Учет полной работы трения шин на дороге позволяет получить достоверность события и сделать правильный вывод в отношении действий участников дорожного движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации разработан оптимальный метод расчета скорости движения транспортных средств в перекрестном направлении. На основе проведенного исследования выделим следующие ключевые итоги.

Показано влияние метода расчета работы вращения ударяемого транспортного средства при вращательном движении на величину затрат кинетической энергии ударяющего средства.

Проанализированы методы расчета скорости движения транспортных средств при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий. Выделены достоинства и недостатки применяемых методик расчета скорости движения транспортных средств при столкновениях. Данный анализ позволил сделать вывод, что при применении рассмотренных методик для расчета скорости движения транспортных средств при перекрестных столкновениях затрудняется учет затрат кинетической энергии на деформацию автомобилей, работы трения шин на дороге при поступательно-вращательном движении.

Проанализированы статистические данные, и показатели аварийности дорожно-транспортных происшествий. Выявлено, что РФ входит в число стран мира с высоким рейтингом смертности в дорожно-транспортных происшествиях (за 2018 год 18 на 100 тыс. человек). С каждым годом количество дорожно-транспортных происшествий снижается. Так, например, за период с 2015 года по 2018 год число происшествий снизилось на 8,6%. Изучение дорожно-транспортных происшествий показало, что наиболее высокий уровень смертности приходится на возрастную группу от 16 до 39 лет.

Следует также отметить, что по дням неделям и в зависимости от времени суток дорожно-транспортные происшествия распределяются также не равномерно, при этом большая часть приходится на пятницу и субботу в вечерний пик. Это объясняется ростом интенсивности движения транспорта и пешеходов и накопленной усталостью за рабочий день участников движения.

Анализ причин и последствий ДТП выявил, что дорожно-транспортные происшествия входят в десятку ведущих причин смерти в мире. Наряду с остальными странами мира Россия, с учетом международного уровня проводит мероприятия, способствующие повышению безопасности дорожного движения.

Превышение скорости транспортных средств является наиболее распространенной причиной дорожно-транспортных происшествий [1-2].

Наибольший удельный вес дорожно-транспортных происшествий составляют столкновения транспортных средств, на долю которых, приходится 38% от общего числа.

Рассмотрены виды судебных экспертиз выполняемых в федеральных судебно-экспертных учреждениях, организация автотехнической экспертизы в РФ. Выявлена основная задача автотехнической экспертизы при исследовании столкновений, которая заключается в установлении механизма дорожно-транспортного происшествия. Также выявлено, что для восстановления механизма столкновения транспортных средств необходимо определить место дорожно-транспортного происшествия, взаимное расположение транспортных средств в момент удара, расположение на дороге, скорости транспортных средств перед столкновением. Получение необходимых данных затрудняется отсутствием универсальной методики, пригодной для всех видов столкновений транспортных средств.

Разработанный метод позволяет учесть полную работу трения шин на дороге при вращательно-поступательном движении, и затраты энергии на деформацию элементов кузова автомобиля. Учет полной работы трения шин на дороге позволяет получить достоверность события и сделать правильный вывод в отношении действий участников дорожного движения.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ABS – Anti-lock braking system;

ВВП – внутренний валовый продукт;

ВАДС – водитель-автомобиль-дорога-среда;

ГИБДД – Государственная инспекция безопасности дорожного движения;

град. – градусы;

ДТП – дорожно-транспортные происшествия;

ДТС – дорожно-транспортных ситуаций;

кг – килограмм;

м – метр;

млрд. – миллиард;

ООН – Организация Объединенных Наций;

ПДД – Правила дорожного движения;

РФ – Российская Федерация;

РФЦСЭ – Российский Федеральный центр судебной экспертизы;

с – секунда;

САТЭ – судебная автотехническая экспертиза;

ТС – транспортное средство;

тыс. – тысяча;

УДС – улично-дорожная сеть;

ФЦП – Федеральная целевая программа;

ЦУР – Цели устойчивого развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Домке, Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Организация и безопасность движения (автомоб. транспорт)" направления подготовки "Организация перевозок и упр. на транспорте"/ Э. Р. Домке. – СПб.: Академия, 2009.– 288 с.
- 2 Балакин, В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебное пособие / В.Д. Балакин – Омск: СибАДИ, 2005.– 136 с.
- 3 Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2015 [Электронный ресурс]: Всемирная организация здравоохранения. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/detail/07-12-2018-new-who-report-highlights-insufficient-progress-to-tackle-lack-of-safety-on-the-world's-roads>
- 4 Евтюков, С.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: справочник / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев– СПб.: ДНК, 2006. – 536 с.
- 5 Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для вузов / В.А. Иларионов – Москва: Транспорт, 1989. – 255 с.
- 6 Боровский, Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта. Анализ дорожных происшествий: практическое руководство /Б.Е. Боровский – Л.: Лениздат, 1984. – 304 с.
- 7 Кристи Н.М. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы: справочное пособие / Н.М. Кристи – Москва: ЦНИСЭ, 1971 – 112 с.
- 8 Балакин, В.Д. Реконструкция механизма дорожно-транспортного происшествия со столкновением легковых автомобилей/ В.Д. Балакин, И.В. Щипан // Вестник СибАДИ. – 2014.– №36.– С. 7-12.
- 9 Судебно-автотехническая экспертиза: методическое пособие для экспертов-автотехников, следователей и судей / под редакцией В.А. Иларионова. Ч. 2. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – 491 с.

10 Расследование дорожно-транспортных происшествий / под общ.ред. В.А. Федорова, Б.Я. Гаврилова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 464 с.

11 Евтюков, С. А. Реконструкция и экспертиза ДТП в примерах: монография / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. – СПб.: Петрополис, 2012. – 324 с.

12 Тартаковский, Д.Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д.Ф. Тартаковский – СПб.: Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.

13 Денег, А.И. Учет потенциальной энергии деформации при определении скорости автомобиля в момент ДТП / А.И. Денег, О.В. Яксанов // Вестник серия «Естественнонаучная». – 2015. – №1(6). – С. 156 – 163 с.

14 Евтюков С.А., Васильев Я. В. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев–СПб.: ООО «Издательство ДНК», 2-ое издание, 2005. – 288 с.

15 Постановление правительства РФ о внесении изменений в ПДД РФ О внесении изменений в Правила дорожного движения РФ от 23.07.2013 № 621

16 Правила дорожного движения РФ: УГВ. Постановлением совета министров – правительства РФ от 23.10.1993 № 1090 (в ред. постановления правительства РФ от 12.10.2012 № 1156)

17 Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма [Текст] // Всемирная организация здравоохранения. – 2004. – 54 с.

18 Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]: Госавтоинспекция. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru>

19 Об утверждении Правил учета дорожно-транспортных происшествий [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 29.06.1995 № 647 ред. от 4.09.2012 // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». – Режим доступа: <https://base.garant.ru>

20 ОДМ 218.6.-17 Методические рекомендации по применению дорожных ограждений различного типа на автомобильных дорогах федерального значения – Москва, 2013. – 47 с.

21 Управление скоростью: Руководство по безопасности дорожного движения для руководителей и специалистов Глобальное партнерство дорожной безопасности. Программа при Международной Федерации обществ Красного Креста и красного полумесяца [Электронный ресурс]: GRSProadsafety. – 2008. – Режим доступа: [www. GRSProadsafety.org](http://www.GRSProadsafety.org)

22 Десять ведущих причин смерти в мире [Электронный ресурс]: Всемирная организация здравоохранения. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

23 ОТранспортная стратегия Российской Федерации [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства от 22.11.2008 № 1734-р.ред.от 12.05.2018 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

24 Плотников, А.М. Разработка схем организации движения транспортных и пешеходных потоков на регулируемых перекрестках: учебное пособие для вузов /А.М. Плотников – СПб: Издательство Нестор-История, 2010. – 110 с.

25 Якимов А.Ю. Независимая техническая экспертиза транспортных средств / А.Ю. Якимов // Материалы 8-ой международной конференции « Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». – СПб., 2008.

26 О федеральной целевой программе «Повышения безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах» [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 20.02.2006 № 100// Информационно-правовое обеспечение «Гарант». – Режим доступа: <https://base.garant.ru>

27 О федеральной целевой программе «Повышения безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах» [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 30.10.2012 № 1995-р ред. от 13.12.2017 // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». – Режим доступа: <https://base.garant.ru>

28 Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 - 2024 годы [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2018 № 1-п // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

29 Об утверждении Перечня родов (видов) судебных экспертиз, выполняемых в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях Минюста России, и Перечня экспертных специальностей, по которым представляется право самостоятельного производства судебных экспертиз в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях Минюста России [Электронный ресурс]: приказ Министерства юстиции от 27.12.2012 №237 ред. от 19. 09. 2017 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

30 Чава, И.И. Судебная автотехническая экспертиза. Исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия: учебно-методическое пособие – Москва: «Библиотека эксперта», 2007. – 96 с.

31 Об утверждении программы подготовки государственных судебных экспертов государственных судебно-экспертных учреждений министерства юстиции РФ по автотехнической экспертизе [Электронный ресурс]: приказ Министерства юстиции от 20.09.2004 №154 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

32 Транспортно-трасологическая экспертиза по делам о дорожно-транспортных происшествиях. Диагностическое исследование: методическое пособие для экспертов, следователей и судей/ В.А. Иларионов – М.: ВНИИСЭ, 1988

33 Корухов, Ю.Г. Транспортно-трасологическая экспертиза по делам о дорожно-транспортных происшествиях: методическое пособие для экспертов, следователей и судей / Ю.Г. Корухов – М.: «Библиотека эксперта», 2006. – 170 с.

34 Евтюков, С. А. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев // Под общ.ред. С. А. Евтюкова. – СПб.: «Издательство ДНК», 2004. – 288 с.

35 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.: Издательство «Экзамен», 2004. – 208 с.

36 Влияние элементов системы водитель – автомобиль – дорога – среда и безопасность дорожного движения: учебное пособие допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / И.С. Степанов, Ю.Ю. Покровский, В.В. Ломакин, Ю.Г. Москалева. – М.: МГТУ «МАМИ». – 2014. – 171 с.

37 Р. Байэтт. Расследование дорожно-транспортных происшествий / Р. Байэтт, Р. Уоттс – М.: Книга по Требованию, 2019. – 284 с.

38 Коллинз Д. Анализ дорожно-транспортных происшествий: учебное пособие / Д. Коллинз, Д. Моррис – М.: Транспорт, 1971. – 128 с.

39 Немчинов М. В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобиля: учебник /М.В. Немчимов – Москва: Транспорт, 1985. – 228 с.

40 Ковалев В.А. Определение скорости при столкновениях автомобильных средств/ В.А. Ковалев, И.И. Демченко // Вестник ИрГТУ. – 2014. №4. – С. 115-118.

41 Пугачев, И.Н. Организация и безопасность дорожного движения : учеб.пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Организация перевозок и управление на транспорте (автомоб. транспорт)" / И. Н. Пугачев, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – СПб.: Академия , 2009.– 272 с.

42 СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. – Введ. 30.12.2013. – Красноярск : ИПК СФУ, 2013. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень видов судебных экспертиз, выполняемых в федеральных судебно-экспертных учреждениях

Таблица А.1 – Перечень видов судебных экспертиз

Вид судебной экспертизы	Область исследования
Почерковедческая экспертиза	исследование почерка и подписей
Автороведческая экспертиза	исследование письменной речи с целью установления авторства
Техническая экспертиза документов	исследование реквизитов документов, исследование материалов документов
Фототехническая экспертиза	исследование фотографических изображений и технических средств, используемых для их изготовления
Портретная экспертиза	идентификация человека по фотоснимкам и видеоизображениям
Трасологическая экспертиза	Исследование следов человека и животных, исследование следов орудий, инструментов, механизмов, транспортных средств (транспортно-трассологическая идентификация)
Криминалистическая экспертиза видео- и звукозаписей	Исследование голоса и звучащей речи, исследование звуковой среды, условий, средств, материалов и следов звукозаписей, исследование видеоизображений, условий, средств, материалов и следов видеозаписей
Экспертиза оружия и следов выстрела	исследование огнестрельного оружия и патронов к нему, исследование следов и обстоятельств выстрела, исследование холодного и метательного оружия
Взрывотехническая экспертиза	исследование взрывчатых веществ, продуктов и следов их взрыва, исследование боеприпасов, взрывных устройств и следов их взрыва, исследование порохов, пиротехнических составов и следов их сгорания

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Вид судебной экспертизы	Область исследования
Криминалистическая экспертиза материалов, веществ и изделий	исследование волокнистых материалов и изделий из них, исследование лакокрасочных материалов и покрытий, исследование нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов, исследование изделий из металлов и сплавов, исследование наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, сильнодействующих и ядовитых веществ, лекарственных средств, исследование изделий из стекла и керамики, минералов и изделий из них, силикатных строительных материалов, исследование спиртосодержащих жидкостей, исследование изделий из резины, пластмасс и других полимерных материалов
Почвоведческая экспертиза	исследование объектов почвенного происхождения
Биологическая экспертиза	исследование объектов растительного происхождения, исследование объектов животного происхождения
Автотехническая экспертиза	исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия, исследование технического состояния транспортных средств, исследование следов на транспортных средствах и месте дорожно-транспортного происшествия (транспортно-трасологическая диагностика), исследование транспортных средств в целях определения стоимости восстановительного ремонта и оценки, исследование технического состояния дороги, дорожных условий на месте дорожно-транспортного происшествия
Пожарно-техническая экспертиза	исследование технологических, технических, организационных и иных причин, условий возникновения, характера протекания пожара и его последствий

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Вид судебной экспертизы	Область исследования
Взрывотехнологическая экспертиза	исследование технических и организационных причин, условий возникновения, характера протекания взрыва и его последствий
Строительно-техническая экспертиза	исследование строительных объектов и территории, функционально связанной с ними, в том числе с целью проведения их оценки
Бухгалтерская экспертиза	исследование записей бухгалтерского учета с целью установления наличия или отсутствия в них искаженных данных
Финансово-экономическая экспертиза	исследование показателей финансового состояния и финансово-экономической деятельности хозяйствующего субъекта
Товароведческая экспертиза	исследование промышленных (непродовольственных) товаров, в том числе с целью проведения их оценки, исследование продовольственных товаров, в том числе с целью проведения их оценки
Психологическая экспертиза	исследование психологии человека, психологическое исследование информационных материалов
Компьютерно-техническая экспертиза	исследование информационных компьютерных средств
Экспертиза маркировочных обозначений	исследование маркировочных обозначений на изделиях из металлов, полимерных и иных материалов
Экологическая экспертиза	исследование экологического состояния объектов почвенно-геологического происхождения, исследование экологического состояния естественных и искусственных биоценозов, исследование экологического состояния объектов окружающей среды в целях определения стоимости восстановления, исследование экологического состояния объектов городской среды

Окончание приложения А

Окончание таблицы А.1

Вид судебной экспертизы	Область исследования
Экспертиза электробытовой техники	исследование радиоэлектронных, электротехнических, электромеханических устройств бытового назначения
Лингвистическая экспертиза	исследование продуктов речевой деятельности
Землеустроительная экспертиза	исследование объектов землеустройства, в том числе с определением их границ на местности
Экспертиза объектов дикой флоры и фауны	исследование объектов дикой флоры, исследование объектов дикой фауны

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Презентационный материал

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.М. Блянкинштейн

« _____ » _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Совершенствование методики расчета скорости движения транспортных
средств при проведении экспертизы ДТП

23.04.01 «Технология транспортных процессов»

23.04.01.01 – «Организация перевозок и управление на автомобильном
транспорте»

Научный руководитель

профессор, к.т.н.

В. А. Ковалев

Выпускник

К. А. Нелюбина

Рецензент

А.В. Юдин

Красноярск 2019