



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

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ И.М. Блянкинштейн  
подпись                      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

Студенту Ничковской Дарье Александровне  
Группа ФТ17-05М направление (специальность) 23.03.01 «Технология  
транспортных процессов»

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование  
методики расчета скорости автомобиля при ДТП, связанном с наездом на  
пешехода»

Утверждена приказом по университету № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

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

Исходные данные для ВКР: материалы для обзорного анализа  
аварийности, существующие методы расчета скорости движения автомобиля  
при ДТП, связанном с наездом на пешехода, научно-исследовательский  
материал в области определения скорости движения автомобиля при ДТП,  
связанных с наездом на пешехода.

Перечень разделов ВКР:

1 Состояние проблемы аварийности и уровня исследований в данной  
области.

2 Анализ факторов, влияющих на расчет скорости транспортных средств  
при совершении наезда на пешехода.

3 Методы расчета скорости движения транспортных средств при наезде  
на пешехода

4 Совершенствование метода расчета параметров наезда транспортного  
средства на пешехода

Перечень графического материала: приложение Г «Презентационный  
материал»

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ В.А. Ковалев

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ Д.А. Ничковская

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме «Совершенствование методики расчета скорости автомобиля при ДТП, связанном с наездом на пешехода» содержит 100 страниц текстового документа, 43 иллюстрации, 74 формулы, 9 таблиц, 4 приложения, 55 использованных источников, 15 листов презентационного материала.

**ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ, ПЕШЕХОД, СКОРОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, ВРЕМЯ ПРОИСШЕСТВИЯ, ВИДИМОСТЬ, ОБЗОРНОСТЬ, ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ, ДОРОЖНАЯ ОБСТАНОВКА, ПАРАМЕТРЫ НАЕЗДА.**

В разделе «Состояние проблемы аварийности и уровня исследований в данной области» представлен анализ факторов, влияющих на безопасность дорожного движения, анализ нормативно-правовых актов, регламентирующих отношения водителей и пешеходов, а также анализ роли компьютерного моделирования при анализе дорожно-транспортного происшествия.

В основной части выпускной квалификационной работы проведен анализ факторов, обуславливающих и сопутствующих возникновению и развитию наезда на пешехода, приведены методики расчета транспортных средств при наезде на пешехода с применением экстренного торможения, без применения экстренного торможения.

Научная новизна:

- предложен графический и аналитический методы расчета параметров движения транспортного средства перед наездом и в процессе движения после обнаружения пешехода.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 Состояние проблемы аварийности и уровня исследований в данной области.....	7
1.1 Факторы, влияющие на безопасность дорожного движения .....	7
1.2 Направления в снижении дорожно-транспортных происшествий с участием пешехода (наличие нормативно-правовых актов регламентирующих отношения водителей и пешеходов) .....	13
1.3 Роль компьютерного моделирования при анализе дорожно-транспортного происшествия .....	17
1.4 Выводы по главе, цели и задачи исследования .....	31
2 Анализ факторов, влияющих на расчет скорости транспортных средств при совершении наезда на пешехода .....	32
2.1 Статистика дорожно-транспортных происшествий, проблемы анализа происшествий с участием пешехода .....	32
2.2 Факторы, обуславливающие и сопутствующие возникновению и развитию наезда на пешехода .....	36
2.2.1 Видимость.....	37
2.2.2 Обзорность.....	42
2.2.3 Субъективные параметры .....	44
2.2.4 Дорожные условия .....	45
2.3 Исследование параметров движения транспортных средств, влияющих на безопасность пешехода.....	47
2.4 Исследование психологии пешеходов в условиях опасной обстановки .....	50
2.5 Классификация наездов на пешехода с учетом технической возможности водителей предотвратить дорожно-транспортное происшествие .....	52
3 Методы расчета скорости движения транспортных средств при наезде на пешехода.....	58
3.1 Метод расчета скорости движения транспортных средств при наезде на пешехода без применения торможения .....	59
3.2 Метод расчета скорости транспортных средств с применением торможения .....	64
4 Совершенствование метода расчета параметров наезда транспортного средства на пешехода .....	71
4.1 Совершенствование метода расчета параметров наезда транспортного средства на пешехода без применения торможения .....	71
4.2 Совершенствование метода расчета параметров наезда транспортного средства на пешехода с применением торможения .....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	96

## ВВЕДЕНИЕ

Дорожно-транспортные происшествия являются одной из самых значимых проблем России, связанных с жизнью и здоровьем людей, и экологией окружающей среды. Статистика аварийности свидетельствует о том, что преобладающим видом дорожно-транспортных происшествий являются наезды на пешеходов, количество которых с каждым годом растет, составляя 35-60% от всех дорожно-транспортных происшествий. На современном этапе развития общество становится более требовательным, человек постоянно спешит по своим делам, забывая про свою безопасность переходя дорогу. При этом он подвергает не только свою жизнь опасности, но и другого человека – водителя автомобиля.

Ежегодно 83,6% от общего числа пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях, в том числе связанных с наездом на пешехода, получают ранения, среди них 7,9% лица, не достигшие возраста 18 лет.

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

Объект исследования – безопасности дорожного движения.

Предмет исследования – система «Водитель-автомобиль-пешеход».

# **1 Состояние проблемы аварийности и уровня исследований в данной области**

## **1.1 Факторы, влияющие на безопасность дорожного движения**

Безопасность дорожного движения – комплекс мероприятий, направленный на обеспечение безопасности всех участников дорожного движения. По российскому законодательству безопасность дорожного движения (далее БДД) – это состояние данного процесс, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий. Дорожно-транспортное происшествие (далее ДТП) – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинён иной материальный ущерб [1].

ДТП являются самой опасной угрозой здоровью людей во всём мире. Ущерб от ДТП превышает ущерб от всех иных транспортных происшествий (самолетов, кораблей, поездов и т.п.) вместе взятых. ДТП являются одной из важнейших мировых угроз здоровью и жизни людей. Проблема усугубляется и тем, что пострадавшие в авариях – как правило, молодые и здоровые люди. В мире ежегодно в дорожных авариях погибают 1,2 млн. человек и около 50 млн. получают травмы.

На современном этапе развития общества в условиях рынка особое значение приобретает совершенствование управления, укрепление дисциплины и ответственности на производстве, всемерное развитие творческой инициативы трудящихся. Эти требования в полной мере относятся и к организации работ на автомобильном транспорте для обеспечения БДД.

Население, общественность, органы законодательной и исполнительной власти Российской Федерации озабочены современным состоянием аварийности на автомобильном транспорте, так как ежегодно на дорогах России погибает 30-35 тысяч человек, и около 300 тысяч человек получают серьезные ранения. Основные причины аварийности на автомобильном транспорте являются следствием общей политической, экономической и социальной ситуации в стране.

Социально-экономический и нравственный кризис общества резко обострил целый комплекс накапливающихся в течении многих лет проблем, в том числе и в области БДД.

Сложившееся критическое состояние с аварийностью является следствием недостаточного государственного управления безопасностью движения и действенных правовых и экономических механизмов повышения БДД [2].

По всем данным именно ДТП ставят на первое место по числу погибших и пострадавших. Дорожно-транспортные происшествия являются основной причиной гибели людей. Они происходят по многим причинам, среди которых есть как технологические, так и человеческие факторы. Дорожно-транспортное происшествие может случиться по вине уставшего водителя, из-за обледенения

дорожного покрытия или неисправности тормозной системы. Однако на риск попасть в ДТП часто влияют сторонние факторы – такие как день недели, погодные условия, качество асфальтового покрытия. Влияние факторов, значимо влияющих на риск ДТП, при решении задачи повышения безопасности на дорогах должно рассматриваться как приоритетная задача. Это позволит принимать решения, которые действительно смогут устранить сторонние причины ДТП.

Ежегодно на территории Российской Федерации совершается около 150 тысяч (в 2018 году по данным ГУОБДД МВД России произошло 133203) ДТП в результате которых более 16600 человек погибло, а 184588 человек получили ранения [3].

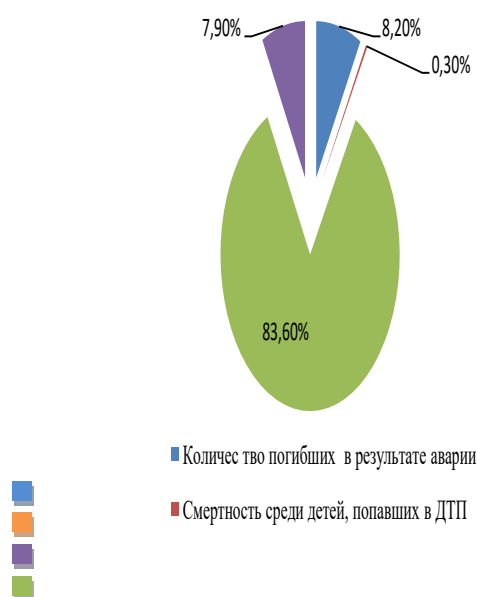


Рисунок 1.1 – Общая статистика дорожно-транспортных происшествий по территории Российской Федерации за 2018 год

Оценивая складывающуюся обстановку с аварийностью на дорогах страны, можно сказать, что она остаётся весьма напряженной. Еще более критическая ситуация складывается на дорогах в мегаполисах.

ДТП вызваны различными причинами, и изучение их весьма важно для разработки мероприятий по обеспечению безопасности движения. На основании изучения и анализа дорожно-транспортных происшествий выявлено, что состояния аварийности и травматизма находятся в прямой зависимости от следующих основных факторов:

- численность населения;
- численность транспортных средств;
- уровень развития транспортной сети;
- состояние дорог, их оборудование и благоустройство;
- техническое состояние транспортных средств.



Кроме указанных факторов, существует еще целый ряд других, которые оказывают значительное влияние на возникновение аварийности и травматизма.

ДТП часто повторяются на определенных участках: перекрестках, остановочных пунктах, крутых поворотах, улицах с интенсивным движением, с узкими проезжими частями, с уклонами и плохим освещением. Концентрация ДТП в одних и тех же местах связана с планировочными или другими недостатками данного участка улично-дорожной сети, что и является основной причиной возникновения происшествия [4].



Рисунок 1.2 – Факторы возникновения ДТП

ДТП, возникшие по вине водителей, происходят вследствие:

- нарушения указаний сигналов и знаков;
- превышение установленной скорости, в особенности у перекрестков, при поворотах и на уклонах;
- нарушение правил движения у остановочных пунктов пассажирского транспорта;
- управление транспортным средством в нетрезвом состоянии;
- несоблюдения преимущественного права проезда или установленных правил обгона;
- выезда на линию на технически неисправном автомобиле;
- неосторожной езды при плохой погоде (тумане, при запотевшем стекле и т.п.) и скользком покрытии;

- несоблюдение дистанции и бокового интервала между движущимися транспортными средствами.

Основными факторами, влияющими на аварийность, являются крайне низкий уровень дисциплины водителей, пренебрежение Правилами дорожного движения, проблемы в организации дорожного движения на федеральных трассах [5].

Сделаем вывод, что ДТП являются следствием ошибок, сбоев или отказов каких-либо звеньев в сложной системе «водитель-автомобиль-дорога-среда» (ВАДС), приводящих к тяжёлым последствиям: ранениям или гибели людей, повреждениям транспортных средств и сооружений. Если опустить влияние стихийных бедствий и возникающих непреодолимых сил, то ошибки, сбои и отказы звеньев этой системы, в свою очередь, являются следствием несоблюдения каких-либо норм, стандартов и невыполнения требований БДД. Так, вследствие несоответствия технического состояния автомобиля требованиям безопасности движения, конкретно требованиям ПДД, может привести к нарушению управляемости и устойчивости, с созданием аварийной обстановки из-за потери водителем управления автомобилем. Аварийная обстановка может возникнуть и при исправном автомобиле из-за сознательного нарушения ПДД водителем, по его неосторожности или вследствие ошибочных решений и действий, когда дефицит времени и расстояния не позволяют прекратить движение или совершить безопасный манёвр, т.е. когда происходит неуправляемое движение автомобиля. Если автомобиль с потерей управления движется с юзом тормозящих колёс в пределах своей полосы, то это движение происходит без нарушения ПДД, а с выходом за её пределы – с нарушением ПДД. При исправном автомобиле и соответствии действий водителя ПДД, аварийная обстановка может быть создана пешеходами. Неудовлетворительные дорожные условия также могут вызвать нарушение управляемости и устойчивости автомобиля и сразу создать аварийную обстановку. Исследования ДТП показывают, что в среднем, на каждое из них приходится не менее трёх причин [6].



Рисунок 1.3 – Статистические данные исследования причин ДТП

По материалам расследований, и с учётом виновности пешеходов, эти цифры изменяются со снижением данных в отношении водителей ТС, однако составляющая виновности водителей в совершении ДТП остаётся высокой. Следует отметить, что неисправность транспортных средств и неудовлетворительные дорожные условия не попадают в статистику как главные причины ДТП из-за отсутствия на практике должной фиксации и оценки этих факторов как на месте ДТП, так и при расследовании его обстоятельств. В статистику попадают только явные проявления, к примеру: разрушение подвески, смещение груза, отсоединение прицепа, местное полное разрушение дороги, оставленный на дороге груз, внезапный отказ светофора и т.д. Но во всех этих случаях выявляют техническую возможность водителя предотвратить ДТП своевременными действиями. Главное отрицательное влияние неисправностей транспортных средств и плохих дорожных условий заключается в том, что они усиливают напряжение при вождении автомобиля и вызывают быстрое утомление водителя, что приводит к росту его ошибок и возникновению ДТП [2]. Основные причины ДТП по вине водителей в общей статистике выглядят следующим образом:

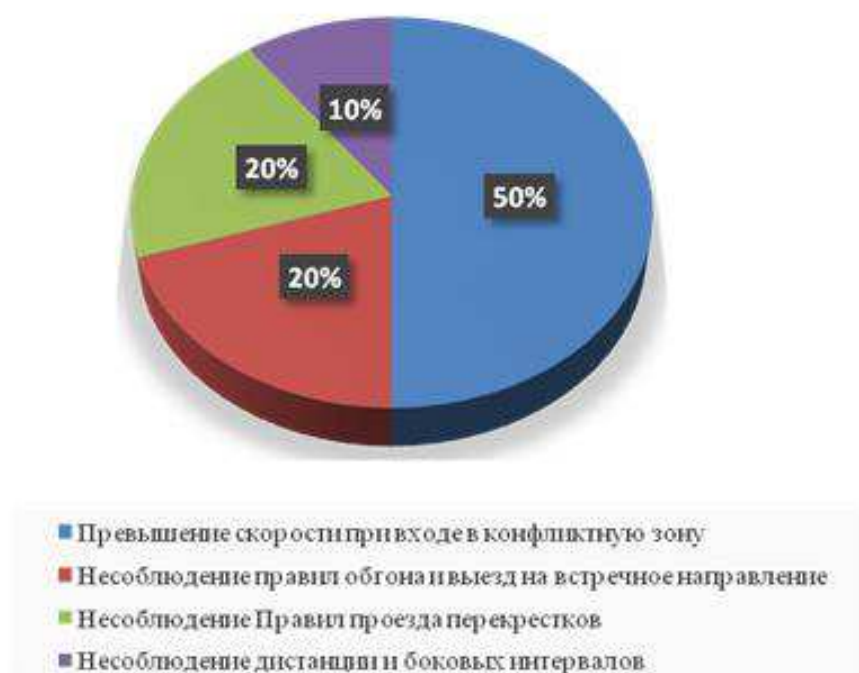


Рисунок 1.4 – Основные причины ДТП по вине водителей

В общем виде все эти причины упрощённо можно свести к двум: создание помехи без предоставления преимущества либо вход в конфликтную зону с повышенной скоростью. Исследования показывают, что 70% всех ДТП обусловлены плохим прогнозированием дорожной ситуации и ошибками в оценке опасности независимо от возраста и стажа работы водителей. В этой связи необходимо систематическое проведение занятий с водителями в течение

всего периода их профессиональной деятельности, на которых должны рассматриваться типичные опасные ситуации и обстоятельно разбираться конкретные ДТП с раскрытием механизма развития дорожной ситуации. В этом неоценимую помощь могут оказать экспертные исследования ДТП с определением влияния ошибки, сбоя или отказа звеньев системы ВАДС в каждом конкретном ДТП [7]. Неисправности транспортных средств как причины ДТП распределяются по системам и узлам следующим образом:



Рисунок 1.5 – Неисправности транспортных средств, как причины ДТП

Кроме того, причинами ДТП, как отмечалось выше, нередко становятся неправильное размещение и крепление груза, перегрузка транспортных средств выше нормы, неисправность сцепных устройств, нарушения при перевозке крупногабаритных грузов и др. Несмотря на ужесточение мер по сертификации и введению инструментального контроля при техническом осмотре транспортных средств, появление большого числа хозяйствующих субъектов автомобильного транспорта с незначительным количеством подвижного состава, рост числа индивидуального транспорта на дорогах, отсутствие контроля за качеством запасных частей, старение парка транспортных средств и ухудшение его содержания объективно способствуют росту ДТП по причине технической неисправности транспортных средств [8]. На это следует обращать внимание при расследовании и экспертизе ДТП. Причины ДТП из-за неудовлетворительных дорожных условий по различным источникам примерно распределяются так:



Рисунок 1.6 – Причины ДТП из-за неудовлетворительных дорожных условий

Отставание развития дорожной сети от потребностей транспорта в целом по стране отрицательно влияет на состояние БДД.

### 1.2 Направления в снижении дорожно-транспортных происшествий с участием пешехода (наличие нормативно-правовых актов регламентирующих отношения водителей и пешеходов)

Основным нормативно-правовым документом, регламентирующим отношения водителей и пешеходов, а также порядок дорожного движения, являются Правила дорожного движения (ПДД), утвержденные постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090 с изменениями дополнениями, внесенными постановлениями Правительства Российской Федерации от 31 октября 1998 г. №1272, 21 апреля 2000 г. №370, от 24.2001 г. №67, от 21.02.2002 г. № 127, от 28.06.2002 г. №472 и от 07.05.2003 г. №265.

Согласно Правил дорожного движения «водитель» – лицо, управляющее каким-либо транспортным средством, погонщик, ведущий по дороге вьючных, верховых животных или стадо. К водителю приравнивается обучающий вождению. «Пешеход» – лицо, находящееся вне транспортного средства на дороге и не производящее на ней работу. К пешеходам приравниваются лица, передвигающиеся в инвалидных колясках, ведущие велосипед, мопед, мотоцикл, везущие санки, тележку, детскую или инвалидную коляску [9]. Стоит обратить внимание, что «управляющие» транспортным средством и «ведущие» транспортное средство. Так, как только велосипедист покидает седло велосипеда он становится пешеходом и при ведении велосипеда на него распространяются все обязанности пешехода, а при управлении велосипедом — обязанности водителя.

Определение пешеходного перехода, это участок проезжей части, обозначаемый знаками 5.19.1, 5.19.2 и (или) разметкой 1.14.1 и 1.14.2 (зебра) и выделенный для движения пешеходов через дорогу. При отсутствии разметки ширина пешеходного перехода определяется расстоянием между знаками 5.19.1 и 5.19.2, в этом определении стоит обратить особое внимание на предлоги «и (или)», которые означают, что пешеходный переход может быть обозначен как разметкой совместно со знаками, так и отдельно, либо знаками, либо разметкой (см.рис.1.7).



Рисунок 1.7 – Знаки Правил дорожного движения, обозначающие пешеходный переход

«Уступить дорогу (не создавать помех)» – требование, означающее, что участник дорожного движения не должен начинать, возобновлять или продолжать движение, осуществлять какой-либо маневр, если это может вынудить других участников движения, имеющих по отношению к нему преимущество, изменять направление движения или скорость.

«Участник дорожного движения» – лицо, принимающее непосредственное участие в процессе движения в качестве водителя, пешехода, пассажира транспортного средства. И водитель, и пешеход равноправные участники дорожного движения [9].

Обязанностям пешехода посвящена четвертая глава Правил дорожного движения. Подробно рассмотрим только пункты, где пешеходное движение непосредственно пересекается с автомобильным.

4.3. Пешеходы должны пересекать проезжую часть по пешеходным переходам, в том числе по подземным и наземным, а при их отсутствии – на перекрестках по линии тротуаров и обочин. При отсутствии в зоне видимости перехода или перекрестка разрешается переходить дорогу под прямым углом к краю проезжей части на участках без разделительной полосы и ограждений там, где она хорошо просматривается в обе стороны [9].

Стоит отметить:

- 1 пересекать проезжую часть можно только по пешеходным переходам;
- 2 пересечение проезжей части вне пешеходного перехода — это исключение из общего правила.

4.5. На нерегулируемых пешеходных переходах пешеходы могут выходить на проезжую часть после того, как оценят расстояние до

приближающихся транспортных средств, их скорость и убедятся, что переход будет для них безопасен. При пересечении проезжей части вне пешеходного перехода пешеходы, кроме того, не должны создавать помех для движения транспортных средств и выходить из-за стоящего транспортного средства или иного препятствия, ограничивающего обзорность, не убедившись в отсутствии приближающихся транспортных средств [9].

Самое главное – убедиться в безопасности, это обязанность пешехода, следить за обязанностями водителей пешеход не должен, в первую очередь важна собственная безопасность. Не менее важный момент, при отсутствии пешеходного перехода у пешехода нет преимущества перед автомобилем. Не имеет значения на перекрестке осуществляется переход или на другом участке дороги. Нет пешеходного перехода – нет преимущества. Уступить дорогу пешеходу на пешеходном переходе – это обязанность водителя, обязанность пешехода – обеспечить безопасность для себя.

Обязанностям водителя посвящено 90% Правил дорожного движения. В этом разделе мы рассматриваем правила, регулирующие приоритет между водителем и пешеходом на проезжей части. Проезд пешеходного перехода регулирует четырнадцатая глава Правил дорожного движения.

6.13 При запрещающем сигнале светофора (кроме реверсивного) или регулировщика водители должны остановиться перед стоп-линией (знаком 6.16), а при ее отсутствии:

- на перекрестке – перед пересекаемой проезжей частью (с учетом пункта 13.7 Правил) не создавая помех пешеходам;

- перед железнодорожным переездом – в соответствии с пунктом 15.4 Правил;

- в других местах – перед светофором или регулировщиком, не создавая помех транспортным средствам и пешеходам, движение которых разрешено [9].

При запрещающем сигнале светофора или регулировщика водитель обязан обеспечить беспрепятственный проход для пешеходов.

8.3 При выезде на дорогу с прилегающей территории водитель должен уступить дорогу транспортным средствам и пешеходам, движущимся по ней, а при съезде с дороги – пешеходам и велосипедистам, путь движения которых он пересекает.

13.1 При повороте направо или налево водитель обязан уступить дорогу пешеходам, переходящим проезжую часть дороги, на которую он поворачивает, а также велосипедистам, пересекающим ее по велосипедной дорожке.

13.8 При включении разрешающего сигнала светофора водитель обязан уступить дорогу транспортным средствам, завершающим движение через перекресток и пешеходам, не закончившим переход проезжей части данного направления.

14.1 Водитель транспортного средства, приближающегося к нерегулируемому пешеходному переходу, обязан снизить скорость или остановиться перед переходом, чтобы пропустить пешеходов, переходящих проезжую часть или вступивших на нее для осуществления перехода. Стоит



отметить, что водитель должен не уступить дорогу, а пропустить пешеходов, вступивших на проезжую часть. Это требование только к нерегулируемым пешеходным переходом.

14.3 На регулируемых пешеходных переходах при включении разрешающего сигнала светофора водитель должен дать возможность пешеходам закончить переход проезжей части данного направления. Здесь важно понятие «дать возможность», которое можно толковать по-разному. Как с одной, так и, с другой стороны. В данном пункте также нет требования уступить дорогу, поэтому изменение скорости или направления движения пешехода не может быть основанием считать, что водитель нарушил требования данного пункта.

14.5 Во всех случаях, в том числе и вне пешеходных переходов, водитель обязан пропустить слепых пешеходов, подающих сигнал белой тростью.

14.6 Водитель должен уступить дорогу пешеходам, идущим к стоящему в месте остановки маршрутному транспортному средству или от него (со стороны дверей), если посадка и высадка производятся с проезжей части или с посадочной площадки, расположенной на ней [9].

В этом пункте требование уступить дорогу пешеходам, то есть нет необходимости ждать пока трамвай закроет все двери и тронется с остановки, но тем не менее в целях безопасности лучше не начинать движение до того, как трамвай начнет движение. Часто бывает, что люди «догоняют» трамвай и могут появиться буквально из ниоткуда. Закрытые двери трамвая так же не свидетельствуют о том, что посадка и высадка пассажиров закончена, дверь может открыться в любой момент.

17.1 В жилой зоне, то есть на территории, въезды на которую и выезды с которой обозначены знаками 5.21 и 5.22, движение пешеходов разрешается как по тротуарам, так и по проезжей части. В жилой зоне пешеходы имеют преимущество, однако они не должны создавать необоснованные помехи для движения транспортных средств (см.рис. 1.8) [9].



Рисунок 1.8 – Знаки Правил дорожного движения, обозначающие жилую зону



Семнадцатая глава распространяется также и на дворовые территории. Движение в жилых зонах должно осуществляться, не создавая помех пешеходам, но в ту же очередь пешеходы не имеют права препятствовать проезду транспортных средств.

Правила дорожного движения достаточно подробно распределяют приоритет между движением пешеходов и транспортных средств и если их соблюдать даже такие разные участники дорожного движения могут бесконфликтно существовать в условиях дорожного движения [10].

### **1.3 Роль компьютерного моделирования при анализе дорожно-транспортного происшествия**

Современные технологии активно развиваются, использование современных информационных технологий позволяет существенно повысить качество и результативность информационно-аналитического обеспечения экспертов и оперативных работников при раскрытии и расследовании дорожно-транспортных происшествий [11].

В настоящее время при расследовании дорожно-транспортных происшествий, связанных с наездом на пешехода, используют программные обеспечения такие как «CYBID SLIBAR+ 2.0», «PC-CRASH» и «AUTO-GRAF 1.1». Рассмотрим каждое из них в отдельности.

Программа SLIBAR+ 2.0 предназначена для анализа различных ДТП при помощи комплексного, графического метода профессора Альфреда Слибара. Программа дает возможность определить место, в котором произошло столкновение, в следующих дорожных ситуациях:

- наезд автомобиля на пешехода;
- удар автомобиля в двухколесное транспортное средство;
- удар мотоцикла в неподвижное препятствие.

Метод А. Слибара широко описан в литературе, является относительно простым методом с точки зрения расчетов. Однако проведение анализа с использованием этого метода традиционным способом очень трудоемкий процесс. Существует также большая доля риска совершить ошибку лицом, производящим такой анализ.

Применение программы CyborgIdea SLIBAR+ снижает количество ошибок и необходимость рутинной работы. Кроме того, программа учитывает дополнительный критерий, которым является изменение после аварийного положения тела пешехода в отношении автомобиля, который не был сначала учтен А. Слибаром.

Программа расширяет спектр возможностей исследования столкновений с двухколесными транспортными средствами.

Первоначально, метод проф. А. Слибара разрабатывался для проведения анализа наезда транспортного средства на пешехода. В этом случае программа учитывает следующие параметры:

- тормозной путь транспортного средства;

- отбрасывание пешехода;
- разброс осколков стекла;
- расстояние от проезжей части до места удара головы на автомобиле;
- критерий пользователя.

Тормозной путь транспортного средства. Первым критерием, который учитывает программа, является длина тормозного пути транспортного средства с момента наезда на пешехода до полной остановки.

В современных автомобилях, оснащенных системой ABS на мокрой либо заснеженной поверхности, чаще всего не остаются следы торможения, которые делают возможным провести непосредственные измерения тормозного пути. Вместо этого, программа основывается на заданном пользователем среднем значении замедления транспортного средства, которое можно выбрать на основании вида и состояния поверхности проезжей части, а также технического состояния транспортного средства. Величина среднего замедления может быть задана как ожидаемое значение и возможное отклонение в процентах либо как интервал значений (предельные значения).

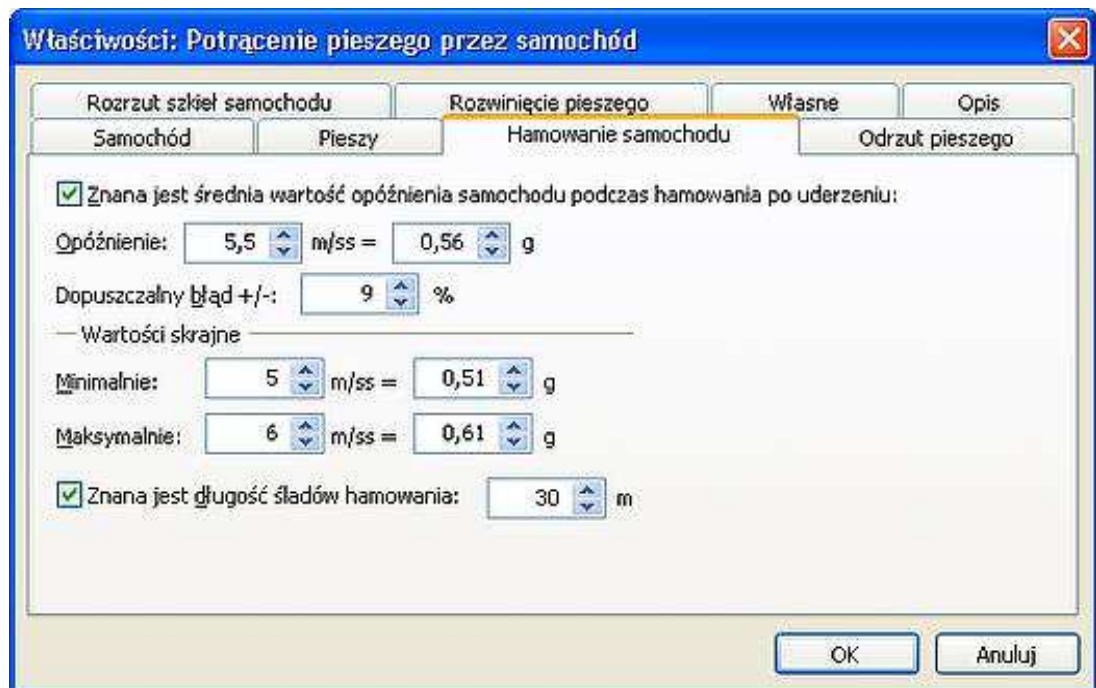


Рисунок 1.9 – Расчет тормозного пути транспортного средства

Отбрасывание пешехода. Другим критерием, который учитывает программа является значение продольного отброса пешехода. В этом случае программа учитывает методы, описанные:

- Elsholza;
- Stürtza - Appela - Gotzena;
- Kühnela;
- Schulza;
- Берлинским техническим университетом.

Возможность выбора доступных в определенном случае методов, зависит от указанного раньше вида кузова транспортного средства, принимающего участие в наезде. Данные правила предполагают так называемый полный удар, когда пешеход всей поверхностью тела контактирует с фронтальной частью автомобиля. Угловой удар не рассматривается. Не рассматриваются также случаи, когда на высокой скорости пешеход перелетает через транспортное средство.

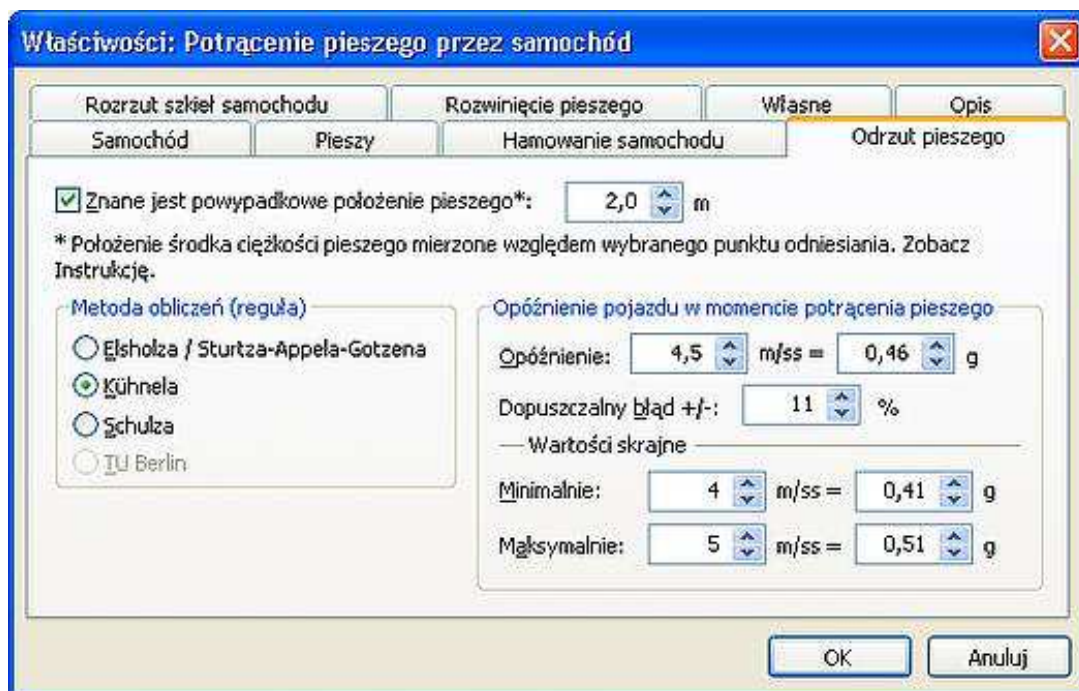


Рисунок 1.10 – Расчет скорости отбрасывания пешехода

Разброс осколков стекла. Следующим критерием, который учитывает программа, является площадь разброса осколков переднего ветрового стекла и/или стекла передних фар. Для каждой из этих площадей можно задать независимые параметры, если они были обнаружены на месте происшествия:

- положение начала площади;
- положение середины площади;
- положение конца площади;
- длина площади.

Доступные в литературе правила, на которых основывается программа, не учитывают разброса осколков клееного оконного стекла и пластиковых осколков рассеивателей фар.

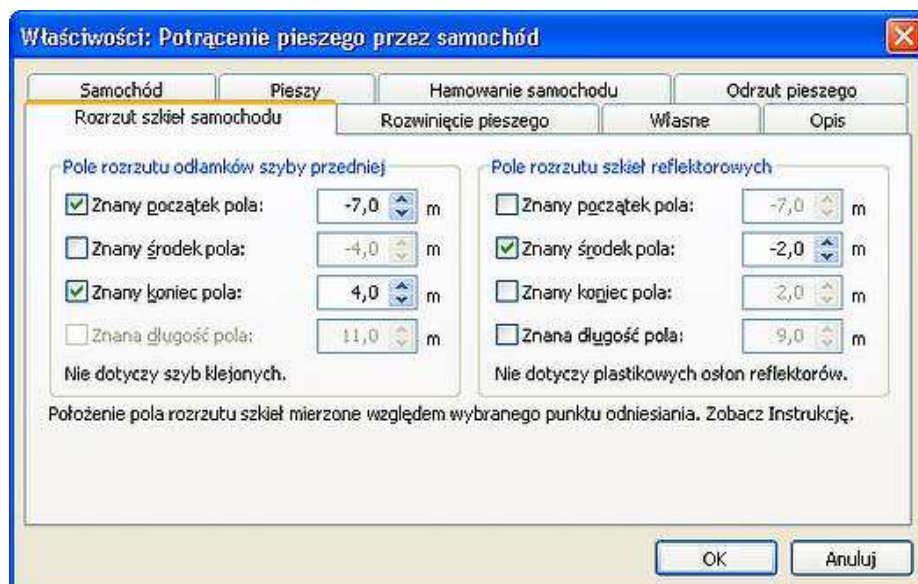


Рисунок 1.11 – Расчет дальности разброса осколков стекла

Положение тела пешехода. Следующим критерием, который рассматривает программа, является положение тела пешехода. Это ценный критерий, так как точку удара головы пешехода о кузов можно легко установить.

В программе предусмотрены такие факторы как снижение положения головы пешехода, вызванное разной скоростью движения, а также «ныряние» передней части транспортного средства вследствие торможения.

Итог этого исследования может быть представлен в виде диаграммы минимальной скорости наезда, результатом которой является определение положения тела пешехода после наезда, или функция регрессии с учетом неточностей.

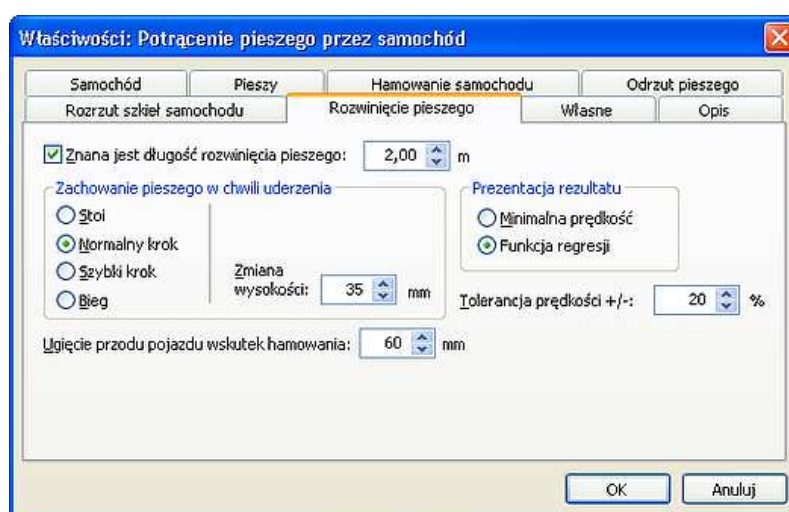


Рисунок 1.12 – Расчет положения тела пешехода

Критерий пользователя. Последним критерием, учитываемым программой в анализе каждого из случаев, может быть задан критерий непосредственно пользователем.

Пользователь может ограничить возможные решения независимо от выбранного отрезка времени или пути, опираясь на известные зависимости, не учтенные первоначально программой.

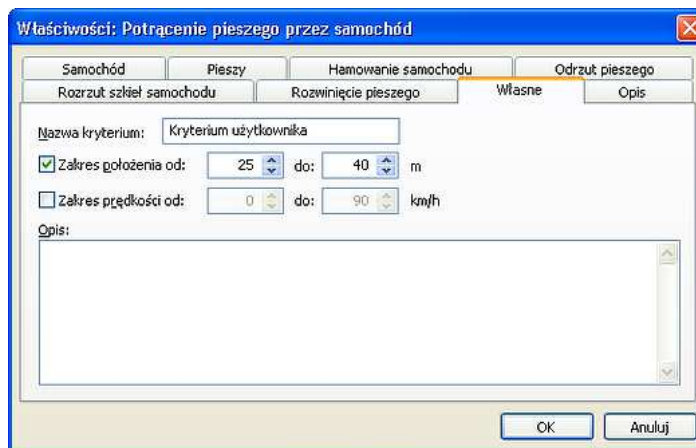


Рисунок 1.13 – Расчет критерия пользователя

Основным результатом работы программы является диаграмма дорога-скорость, на которой в виде цветных поверхностей обозначены возможные скорости и положение места столкновения, вытекающие из проведенного исследования по ряду критериев. Особенным образом обозначена поверхность, на которой исполнены все заданные критерии, т.е. правильный результат анализа.

Построенную таким образом диаграмму можно печатать непосредственно из программы. В программу встроена возможность просмотра страницы перед распечаткой. Диаграмму можно перенести из программы в графический файл либо перенести с помощью буфера обмена. Благодаря этому, можно пользоваться ею в других программах, работающих в среде Microsoft® Windows™, например, размещение файла в документе, созданном в Microsoft® Word™.

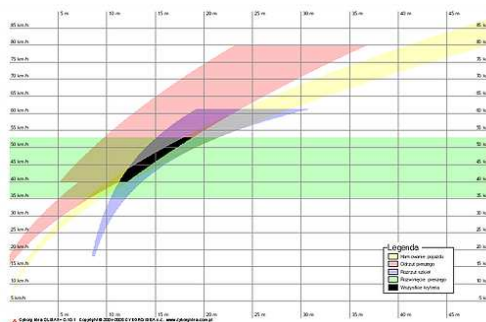


Рисунок 1.14 – Результаты работы программы



Как дополнение к графической диаграмме, программа делает возможным автоматическое построение протокола, включающего следующую информацию:

- графическую схему анализируемого случая;
- описание случая;
- принятые данные;
- объем поиска;
- графический просмотр результата поиска;
- нумерованное описание результата проведенного анализа.

Построенный таким образом отчет можно непосредственно печатать или записать в файле.

Содержание отчета можно затем предать следующей обработке в программе, работающей в среде Microsoft® Windows™, такой как Microsoft® Word™. Отчет, с соблюдением графической формы, можно перенести в эту программу с помощью буфера обмена.

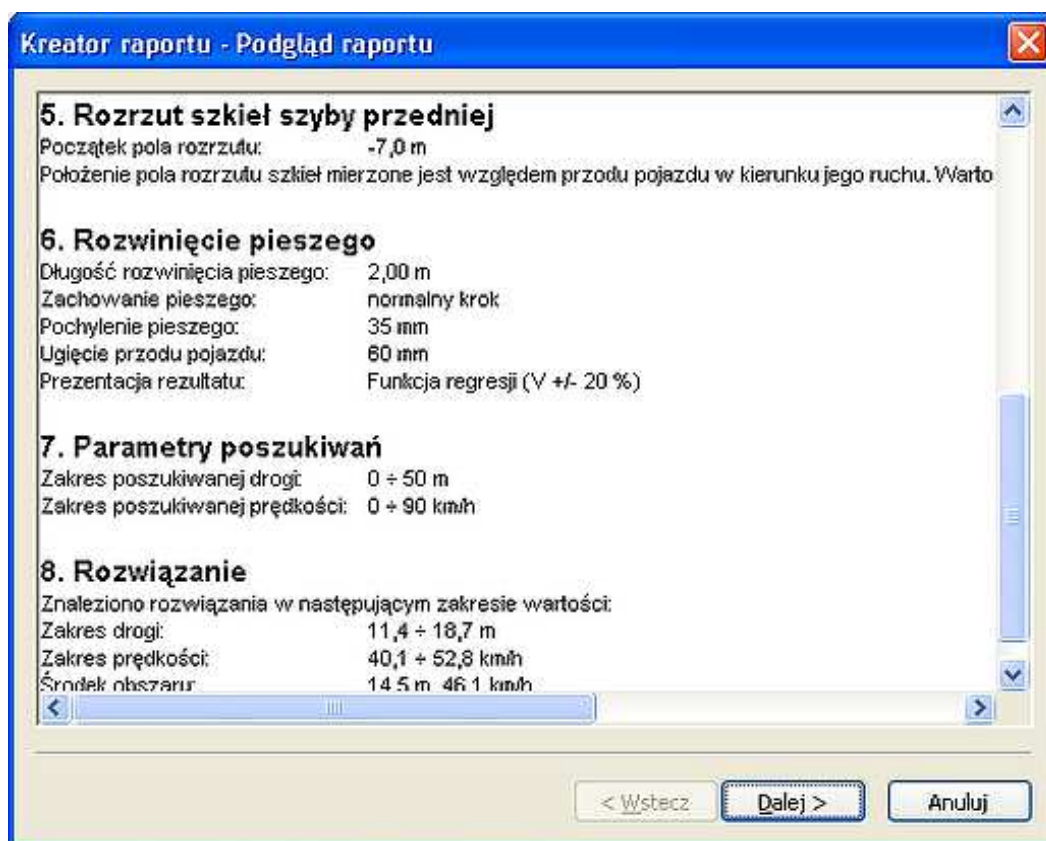


Рисунок 1.15 – Отчет о проведенном анализе

Программа SLIBAR+ 2.0 предназначена для работы в 32-битной среде Microsoft® Windows™ семейства Windows NT, т.е. Windows 2000, XP, 2003 или Vista. В случае некоторых графических ограничений программа может также работать под контролем Windows 98 или Me.

Для установки программы необходимо наличие CD-ROM (функции CD-ROM могут выполнять также DVD-ROM или пишущие устройства CD-R/RW

или DVD-R/RW) либо подключение к сети Internet. Программа не ставит иных дополнительных требований системе Пользователя. Однако, чтобы в полной мере воспользоваться возможностями программы, надо обладать графическим принтером (струйным или лазерным) и работать в разрешении как минимум 800 x 600 в режиме 64к цветов (HighColor).

Компьютерная программа PC-Crash – одна из самых распространённых и функциональных на сегодняшний день компьютерных программ для анализа моделирования механизма дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

В программе PC-Crash нашли применение несколько различных моделей расчёта столкновений: классическая модель удара, а также более совершенные – силовая и сеточная модели столкновения.

Важным преимуществом программы является возможность вести расчёт параметров движения в динамике – с учётом действительных параметров транспортных средств, окружающей среды и управляющих воздействий.

Кроме того, в программе нашли применение и кинематические модули расчёта. Результаты моделирования, полученные при работе с программой PC-Crash, могут быть представлены как текстовые файлы, содержащие исходные и расчётные данные, а также могут быть выведены на экран в виде диаграмм и таблиц.

Для визуализации служат 2D анимация (вид сверху на рабочий стол) и 3D анимация (пространственный вид). Кроме того, выполненное моделирование можно приложить к экспертному заключению в виде проектного файла.

PC-CRASH - это сложный лицензионный продукт, предназначенный для моделирования ДТП, экспертизы сложных ситуаций на дороге, симуляции деформации транспортных средств и людей-участников ДТП, в т.ч. грузовые и легковые автомобили, мотоциклы (до 32 видов транспортных средств), пешеходы, водители и пассажиры.

Программа PC-Crash применяет несколько различных моделей расчета, включая импульсно-толчкообразную модель аварии, модель удара на основе жесткости, кинетическую модель для реалистичной имитации траектории движения и простую кинематическую модель для изучения времени и дистанции.

Данный программный продукт позволяет по известным повреждениям и расположению транспортных средств до и после столкновения вычислить изменение скорости транспортных средств во время столкновения и траекторию их движения после столкновения.

**Функциональные возможности PC-CRASH**

- база данных транспортных средств снабжена фотографиями внешнего вида, что позволяет более точно подобрать искомое транспортное средство;

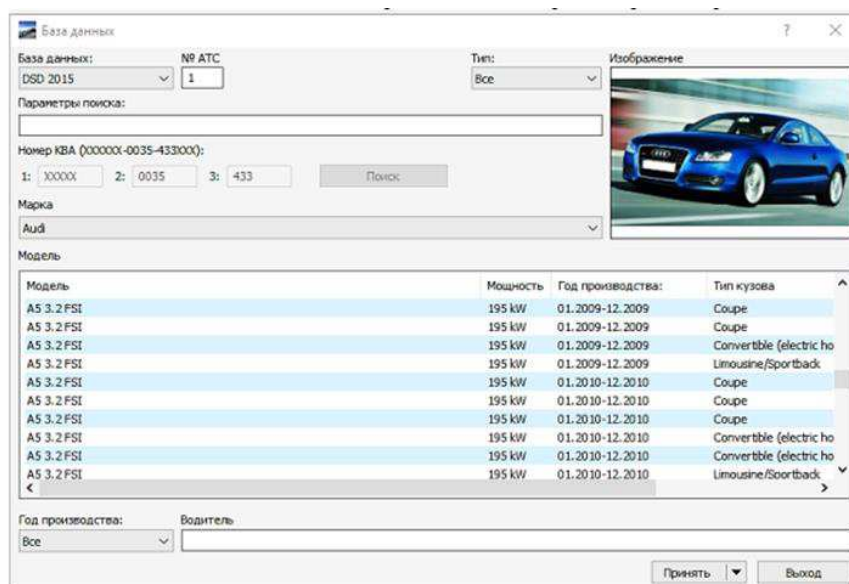


Рисунок 1.16 – Выбор ТС

- доступ через интернет к базе данных ReconData, которая содержит фотографии транспортных средств (рисунок 1.17) и других объектов с масштабной линейкой, а также список crash-тестов DSD;



Рисунок 1.17 – Фотографии транспортных средств

- возможность использования масштабных изображений IxB DXF(опционально) и пространственных форм транспортных средств и других объектов (рисунок 1.18);

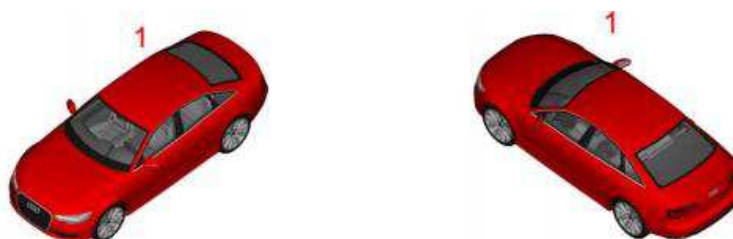


Рисунок 1.18 – Использование масштабных изображений IxB DXF(опционально) и пространственных форм ТС



- возможность обработки и применения при моделировании сканированных пространственных поверхностей автотранспортных средств (рисунок 1.19);



Рисунок 1.19 – Обработка и применение пространственных поверхностей

- возможность моделирования движения автотранспортных средств, оборудованных система активной безопасности (АСС) (рисунок 1.20);

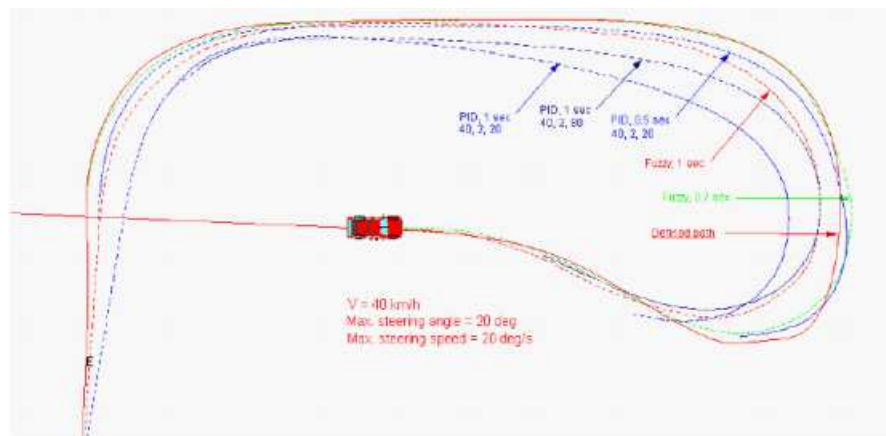


Рисунок 1.20– Моделирования движения АТС

- возможность одновременного моделирования с участием до 32 транспортных средств;

- моделирование движения одиночных автомобилей (в том числе – многоосных) и автомобилей с прицепом (с поворотной или центральной осью, том числе – с эксцентрично расположенным сцепным устройством), или полуприцепом (рисунок 1.21);

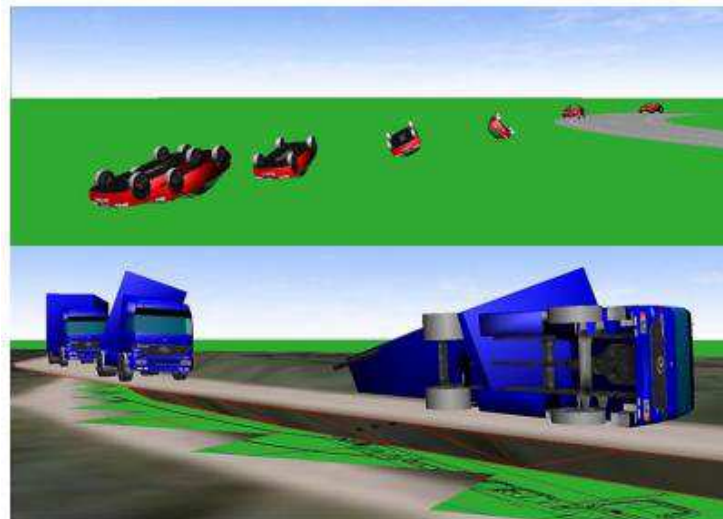


Рисунок 1.21– Моделирование движения одиночных автомобилей, автомобилей с прицепом, полуприцепом

- моделирование движения транспортных средств при перевозке подвижного (не закреплённого груза), либо при нарушении крепления груза (рисунок 1.22);



Рисунок 1.22– Моделирование движения ТС при перевозке подвижного, либо при нарушении крепления груза

- расчёт необходимого крепления перевозимого груза;
- расчёт нагрузок на оси транспортного средства;
- модуль Crash3 для расчёта энергетического эквивалента повреждений EBS по величине деформации, с возможностью использования базы данных NHTSA; расчёт энергетического эквивалента повреждений EES при помощи модуля Crash3;
- учёт распределение тормозных сил между осями автомобиля;
- возможность моделирования движения транспортных средств с системой ABS и ESP;

- возможность задания произвольных управляющих воздействий водителя (реагирование, торможение, ускорение, поворот рулевого колеса) как последовательности фаз, в том числе – как функций времени;
  - учёт изменения геометрии подвески – поворота и перемещений отдельных колёс;
  - использование оптимизатора для определения параметров столкновения транспортных средств;
  - возможность задания до 5 промежуточных положений транспортных средств и траектории следов их колёс при использовании оптимизатора;
  - определение границ разброса исходных параметров при использовании моделирования с применением метода «MonteCarlo»;
  - применение метода отображения импульсов и момента импульсов при исследовании столкновений;
  - расширенная трёхмерная классическая модель для исследования столкновений;
  - автоматическая идентификация контакта транспортных средств и других объектов;
  - автоматизированный расчёт движения транспортных средств и других объектов после столкновений;
  - обратный расчёт столкновений;
  - моделирование бокового переворота транспортных средств;
  - расчёт реального процесса разгона автомобилей с учётом характеристик двигателя и трансмиссии, а также сил сопротивления;
  - автоматический расчёт вторичных столкновений, в том числе – с применением силовой модели столкновения;
  - окно для бокового вида, с целью сравнения расположения повреждений по высоте;
  - применение сеточной (mesh) модели для анализа столкновений, с учётом величины деформаций и изменения жёсткости;
  - возможность применения двух моделей шин (линейная и нелинейная TMEASY);
  - расчёт относительной скорости движения на основе анализа следов колёс на боковой поверхности кузова другого транспортного средства;
  - расчёт параметров колеса;
  - возможность изменения изображения транспортного средства в процессе его движения;
  - расчёт положения солнца;
  - анимация наложений изображений транспортных средств;
  - анимация моделирования в плоскости (2D);
  - возможность задания локальных поверхностей трения или наклонных поверхностей;
  - возможность применения модуля MADYMO (опционально).
- Кинематика:

- моделирование движения в кинематике (диаграммы расстояние, время, скорость, ускорение и т.д.);
- расчёт движения в кинематике;
- обратный кинематический расчёт для определения скорости транспортного средства;
- моделирование движения по заданной траектории;
- расчёт технической возможности избежать ДТП;
- дополнительные модули для кинематического расчёта движения вперёд или назад;
- расчёт наезда на пешехода;
- учёт кинематики рулевой системы сочленённых автобусов и подобных автопоездов;
- модуль дополнительных расчётов.

#### Динамика:

- моделирование движения по заданной траектории;
- моделирование движения АТС в критических ситуациях;
- возможность моделирования движения в динамическом режиме в пространстве;
- возможность использования при моделировании данных из пространственного сканера (asc, xyz, rgb формат);
- много массовые системы: возможность применения много массовых моделей для пешеходов, пассажиров, а также двухколёсных транспортных средств;
- моделирование движения пассажиров в салоне транспортного средства;
- моделирование движения транспортных средств при перевозке подвижного (не закреплённого груза), либо при нарушении крепления груза;
- расширенные возможности интегрированной чертёжной программы;
- создание элементарных и сложных графических изображений;
- обработка битовых изображений (BMP);
- инструмент для создания элементов дороги (отрезок дороги, перекрёсток и т.д.);
- инструмент для создания пространственных графических объектов (например, дорог, придорожных канав, подъёмов, спусков, дефектов дорожного полотна и т.д.);
- трёхмерные графические изображения могут быть импортированы в формат DirectX, DXF и VRML(\*.WRL), либо экспортированы из формата DXF и VRML(\*.WRL);
- возможность «вытягивания» плоской фигуры по вертикали, позволяющая создать контур интерьера салона;
- генерация динамических линий видимости;
- моделирование движения с визуализацией работы светофоров;
- возможность применения масштабной сетки в виде треугольников или четырёхугольников.

#### Диаграммы и результаты моделирования:

- результаты расчёта могут быть представлены как отдельный текстовый файл;
- результаты расчёта могут быть представлены как диаграммы, с возможностью определения моментных значений параметров;
- возможностью экспорта диаграмм в формате DXF;
- возможность включения диаграмм и окна результатов расчёта при создании анимации 2D;
- представление результатов моделирования в окне 3D : возможность применить фиксированное или подвижное состояние точки наблюдения; генерация анимации 3D, либо последовательности отдельных кадров;
- возможность применения в анимации движущихся объектов (например, пешеходов, людей на санках, роликовых коньках, передвигающих тележку, коляску и т.д., животных).

Распечатка:

- возможность индивидуально сконфигурировать форму и содержание отчёта моделирования;
- протокол DDE для включения данных из PC-Crash во все программы Office [12].

Ввиду постоянно возрастающих объемов работ по автотехническим экспертизам, необходимостью увеличения производительности труда экспертов-автотехников, повышения достоверности экспертных исследований и сокращения сроков их производства, в ГУ СЗРЦСЭ было признано целесообразным организовать производство автотехнических экспертиз с использованием современного программного обеспечения. С этой целью ГУ СЗРЦСЭ в 1999 году завершил разработку программы «AUTO-GRAF 1.1».

Программа представляет собой графический редактор, позволяющий строить масштабные схемы ДТП и тем самым - моделировать обстановку места происшествия. При создании графического редактора «AUTO-GRAF 1.1» было обеспечено его соответствие не только общепринятым стандартам на предназначенные для работы с графическими объектами программные продукты, но и требованиям, вытекающим из экспертной практики. Такой подход позволил снизить трудоемкость построения схем с помощью программы, повысило их точность. Программа располагает большой базой транспортных средств - более 170 автомобилей (практически все автомобили отечественного производства). При отсутствии в базе автомобиля какой-либо модели она может быть введена в базу экспертом самостоятельно при помощи имеющегося в программе шаблона автомобиля.

Программа содержит полную базу дорожных знаков и разметки, а также элементов вещной обстановки на месте ДТП (дома, светофоры, деревья, пешеходы и т.д.). Кроме этого, в программу введен такой удобный инструмент, как шаблоны перекрестков. С их помощью эксперт в кратчайшие сроки может создать перекресток необходимой конфигурации с требуемой шириной проезжих частей. Программа проста в использовании и легка в освоении, тем не

менее в огромной степени повышает наглядность и достоверность экспертных исследований.

Движение транспортного средства (ТС) является сложным процессом, который зависит от особенностей конструкции ТС (параметров двигателя, трансмиссии, подвески, колес, геометрии кузова, распределения нагрузки относительно опорных точек), от характера взаимодействия ТС с дорожным покрытием, от особенностей дорожной поверхности, от особенностей окружающей среды и т.д.

С целью сокращения времени при производстве экспертиз ДТП обе указанные программы могут быть использованы совместно: в начале строится масштабная схема места происшествия с отображением вещной обстановки с применением графического редактора «AUTO-GRAF 1.1»; затем осуществляется динамическое моделирование столкновения с помощью «PC-CRASH».

В каждом конкретном случае совокупность необходимых исходных данных для применения программ различна, зависит от конкретных обстоятельств рассматриваемого ДТП и решаемых вопросов. Для того, чтобы исходные данные были представлены эксперту в полном объеме, требуется тесное взаимодействие с лицом, назначившим проведение исследования. Недостаточность исходных данных является основной причиной, препятствующей использованию указанных программ в каждой экспертизе механизма ДТП.

Тем не менее, интенсивность их эксплуатации достаточно велика: только за 2003 год с применением программ «AUTO-GRAF 1.1» и «PC-CRASH» выполнено более 400 экспертных исследований. Практику применения графического редактора «AUTO-GRAF 1.1» и программы динамического моделирования механизма движения транспортных средств и их столкновений «PC-CRASH» при производстве автотехнических экспертиз в ГУ СЗРЦСЭ следует признать вполне успешной и эффективной. Использование подобных программных продуктов повышает достоверность проводимых исследований, расширяет перечень решаемых вопросов, повышает наглядность и доступность заключений, сокращает сроки экспертиз [13].

В настоящий момент на мировом рынке программного обеспечения существует достаточно много различного рода программных средств, так или иначе применяемых при анализе ДТП. С постоянным развитием технической (элементарной) базы персональных компьютеров, все возрастает и роль информационных технологий, реализуемых в специализированных программных средствах. При этом под информационной технологией в экспертных исследованиях нужно понимать целый комплекс взаимосвязанных подпроцессов, связанных с обработкой исходной информации об элементе или всех элементах системы ВАДС.

#### 1.4 Выводы по главе, цели и задачи исследования

В результате проведенного анализа аварийности в Российской Федерации, установлено, что состояние аварийности и травматизма находятся в прямой зависимости от следующих факторов:

- численность населения;
- численность транспортных средств;
- уровень развития транспортной сети;
- состояние дорог, их оборудование и благоустройство;
- техническое состояние транспортных средств.

Ежегодно 83,6% от общего числа пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях, в том числе связанных с наездом на пешехода, получают ранения, среди них 7,9% лица, не достигшие возраста 18 лет. Основными причинами дорожно-транспортных происшествий являются:

- нарушение водителями транспортных средств Правил дорожного движения;
- неисправность транспортных средств;
- управление транспортным средством в не трезвом состоянии;
- неудовлетворительные дорожные условия.

На данном этапе отношения между водителем и пешеходом регламентируются Правилами дорожного движения, в которых достаточно подробно распределяют приоритет между движением пешеходов и транспортных средств, так же профилактическими работами, проводимыми со всеми участниками дорожного движения.

В связи с большим количеством дорожно-транспортных происшествий, в настоящее время на мировом рынке достаточно много программ, позволяющих спроектировать дорожно-транспортное происшествие. Компьютерное моделирование позволяет проводить анализ ситуационных моментов, связанных тем или иным происшествием, и получать конкретные выводы, что способствует принятию решения экспертом.

На основании проведенного анализа можно выделить ряд проблем, решение которых может быть выполнено в следующих направлениях:

- анализ факторов, обуславливающих и сопутствующих возникновению и развитию наезда на пешехода;
- анализ существующих методов расчета скорости транспортных средств при наезде на пешехода;
- с учетом существующих методов разработать оптимальный вариант метода расчета параметров наезда транспортного средства на пешехода.

## **2 Анализ факторов, влияющих на расчет скорости транспортных средств при совершении наезда на пешехода**

### **2.1 Статистика дорожно-транспортных происшествий, проблемы анализа происшествий с участием пешехода**

Дорожно-транспортным происшествием (ДТП) признается событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства (ТС) и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб. Вышеуказанное определение не совсем раскрывает характерные признаки и особенности ДТП. На практике имеются различия в толковании понятий «транспортное средство», «легкий вред здоровью потерпевшего», «средней тяжести вред здоровью потерпевшего», «дорожно-транспортное происшествие» и некоторых других понятий применительно к УК, КоАП, ПДД и Правилам учета ДТП.

Учитывая анализ многолетних данных и динамики основных показателей аварийности, можно сказать, что на сегодняшний день уровень дорожно-транспортного травматизма на территории Российской Федерации остается довольно высоким.

Многие события, связанные с использованием ТС, имеют лишь внешнее сходство с ДТП, что на практике приводит к путанице при определении квалификации, классификации и учете данных событий. В связи с этим существенно затрудняется аналитическая и практическая деятельность подразделений Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД), а также органов предварительного следствия, экспертов и специалистов. Не случайно до 15 % первичной информации о ДТП, поступающей из разных регионов России в Главный информационно-аналитический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации, не отражает действительных условий, степени тяжести и механизма возникновения происшествий. В этом случае сказывается отсутствие прямого указания в действующих нормативах на специфические признаки ДТП и принципы формирования массива сведений о событиях, подлежащих и не подлежащих включению в государственную статистическую отчетность [14].

Сегодня причины появления ДТП чрезвычайно разнообразны и насчитывается более нескольких десятков оснований. Обычно это невнимательность самого водителя, иные ситуации. Стоит отметить, что существенная часть ДТП возникает по вине пешеходов или же их участием. Статистика дорожно-транспортных происшествий, связанных с пешеходом представлена в таблице 2.1.



Таблица 2.1 – Статистика ДТП с участием пешехода за 2017-2019

Тип события	Частота появления события	Число раненых	Число погибших
Наезд автомобиля на пешехода	52 018	49 040	5 806
Наезд автомобиля на пешеходной дорожке с причинением вреда пешеходу	18 498	17 382	1 114
Наезд на пешехода по вине самого пешехода	21 747	18 342	3 942
Наезд на пешехода по вине водителя	29 933	29 275	2 393

Представленная выше статистика является официальными данными ГИБДД. Сегодня в разных городах применяют различные меры для снижения показателей смертности среди пешеходов [15].

Исходя из этого можно сделать вывод, что для снижения аварийности, которая существует сегодня на дорогах России, органы внутренних дел (ОВД) Российской Федерации должны стремиться к созданию и совершенствованию различных форм и методов административной деятельности в области обеспечения безопасности дорожного движения.

Анализ состояния аварийности на дорогах России заключается в выявлении причин их возникновения, ведь от того, насколько правильно эксперт определит причину возникновения ДТП, зависит дальнейшее расследование ДТП. В настоящее время на практике используются количественные, качественные и топографические методы анализа ДТП.

Современная практика свидетельствует о том, что дела, связанные с расследованием ДТП с участием пешехода, в основном обладают относительно высокой степенью сложности. Требуют от сотрудников особой профессиональной подготовки, наличия достаточного опыта и оперативности выполнения неотложных действий на местах происшествий, уменьшения времени реагирования на сообщения о них, развитой экспертно-технической поддержки, своевременной фиксации обстановки в зонах возникновения ДТП и снижения затрат на производство расследований [16].

Все дорожно-транспортные происшествия, которые происходят в стране, можно подразделить на девять видов, упрощенная схема видов ДТП представлена на рисунке 2.1.

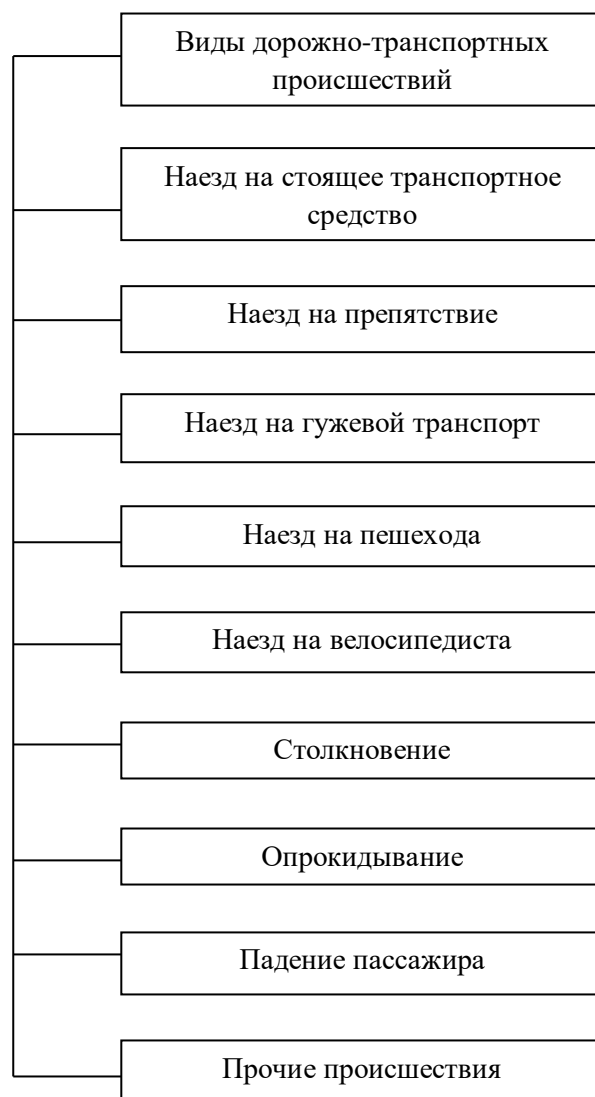


Рисунок 2.1 – Схема видов дорожно-транспортных происшествий

Определить вид ДТП для эксперта на первый взгляд не представляется трудным, но, как показывает практика, в различных дорожных ситуациях часто возникают сложности. От того, насколько правильно сотрудник полиции классифицирует ДТП, грамотно соберет и составит все необходимые материалы, установит свидетелей и очевидцев, причины и обстоятельства ДТП, зависит дальнейшее расследование и вынесение объективного решения по делу.

Наиболее распространенными причинами ДТП остаются: недисциплинированность водителей и пешеходов, управление транспортным средством в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, недостаточная квалификация водителей, грубое нарушение Правил дорожного движения, плохие дорожные условия, неудовлетворительное состояние улиц и дорог, технически неисправное состояние ТС и др.

По степени тяжести последствий все ДТП подразделяются на следующие категории:

- с материальным ущербом;
- повлекшие легкие телесные повреждения;

- телесные повреждения средней тяжести;
- тяжкие телесные повреждения;
- смерть потерпевшего и с особо тяжкими последствиями – к ним относятся все ДТП, в результате которых погибло более трех человек или ранено более четырнадцать человек.

ДТП с материальным ущербом являются самым распространенным видом.

Материальный ущерб от данного вида ДТП может складываться из стоимости: ремонтных работ на восстановление ТС, оказания медицинской помощи пострадавшим, возникших потерь от остановки движения ТС и т. д. Что касается остальных ДТП, повлекших различной степени тяжести телесные повреждения, а также смерть людей, то они остаются самыми опасными видами. При вынесении заключения судмедэкспертизы о степени тяжести вреда здоровью эксперты руководствуются постановлением Правительства Российской Федерации № 522 от 17.08.2007 [17]. Все вышеперечисленные виды ДТП схожи по механизму возникновения и в большинстве случаев стереотипны по составу и последовательности выполнения неотложных действий на месте ДТП.

Исходя из этого оперативная квалификация ДТП чрезвычайно затруднена, так как участники и последствия не всегда очевидны. Учитывая практику расследования ДТП, можно сказать, что для получения полной информации о них необходимо руководствоваться не только тяжестью последствий, возникших при ДТП, но и сложностью установления правильного механизма происшествия, выявления его причин и всех сопутствующих факторов, что позволит составить правильное заключение и вынести объективное решение по делу о виновности участников происшествия [18].

Сегодня аварийность на дорогах Российской Федерации остается одной из самых высоких в мире, что является демографической и социально-экономической проблемой государства, представляющей собой реальную угрозу национальной безопасности страны. В связи с этим от успешного решения данной проблемы путем предупреждения и снижения аварийности, а также совершенствования законодательства в области обеспечения безопасности дорожного движения зависят дальнейшее развитие экономики страны, жизнь и здоровье граждан [19].

Не менее важной проблемой в анализе ДТП с участием пешеходов является использование информационных технологий при расследовании и экспертизе ДТП.

С постоянным развитием технической элементарной базы персональных компьютеров, все возрастает и роль информационных технологий, реализуемых в специализированных программных средствах. При этом под информационной технологией в экспертных исследованиях нужно понимать целый комплекс взаимосвязанных подпроцессов, связанных с обработкой исходно информации об элементе или всех элементах системы ВАДС.

Моделирование при экспертизе ДТП, на настоящий момент, в Российской практике воспринимается преимущественно только как двумерное пространственное отображение процесса на стадиях снижение – контакт – разлет.

Однако, нужно подчеркнуть, учитывая наличие двух основных «обобщений», существующих в современной практике моделирования, а именно: реальное техническое состояние использование «нормированных» значений тормозных характеристик ТС, и неадекватное определение момента начала возникновения опасности для движения, - в целом определяет оценочный характер моделирования на стадиях сближения. При этом можно говорить, что в рамках общепринятых методик, только конечно элементные модели стадий контакт – разлет, использующие в объем информации все о месте ДТП, характере торможения и следах, можно расценивать как наиболее приближенные.

Учитывая вышеизложенное, нужно отметить, что моделирование ДТС (реконструкцию ДТП), при современном уровне развития программного обеспечения, можно считать адекватной при наличии в модели (гибриде модели) интерактивного временного цикла.

Роль специализированного программного обеспечения в экспертных исследованиях при анализе (особенно реконструкции) ДТП неопределима, активное развитие и совершенствование делает многие программные комплексы мощным инструментом эксперимента, и можно точно утверждать, что будущее методологии анализа ДТП скрывается в недрах информационных технологий [20].

Подводя итог, можно сделать вывод, что проблемы, с которыми ежедневно сталкиваются сотрудники ГИБДД в ходе выполнения оперативно-служебных задач на дорогах страны, возникают внезапно в результате различных дорожных ситуаций. От того, насколько качественно сотрудники ГИБДД установят причины и последствия ДТП, проанализируют полученную информацию, зависят дальнейшее расследование и привлечение к административной, а в некоторых случаях и к уголовной ответственности виновных участников ДТП. При ДТП с участием пешехода основной проблемой является определение скорости на момент столкновения ТС с пешеходом.

## **2.2 Факторы, обуславливающие и сопутствующие возникновению и развитию наезда на пешехода**

Одна из самых распространенных причин ДТП – наезд на пешехода. К сожалению, во многих случаях виноваты сами пешеходы, поскольку они, как правило, плохо разбираются в Правилах дорожного движения. Однако, согласно тем же ПДД, водитель всегда обязан соблюдать бдительность на дороге, вне зависимости от того, где в данный момент находится: на

оживленной городской улице, или на безлюдном шоссе. Чаще всего отмечают следующие обстоятельства наезда на пешехода:

- человек пересекает проезжую часть с права налево, по ходу движения транспорта;
- внезапное появление людей на проезжей части, например, в зоне остановки общественного транспорта или под знак «Дети на дороге»;
- переход дороги не по зебре;
- несоблюдение пешеходами сигналов светофора [21].

Когда человек едет по городской улице, лучше всего он просматривает проезжую часть и тротуар слева. Справа же имеется «слепая зона», образованная правой стойкой. Соответственно, когда человек быстро выходит на дорогу справа, у него зачастую не остается времени, чтобы среагировать и нажать педаль тормоза. Именно поэтому пешеходы обязаны, перед пересечением дороги, оценить ситуацию, дождаться пока автомобили остановятся, и лишь после этого ступить на проезжую часть. Если расстояние до автомобиля менее сотни метров и скорость автомобиля не снижается, лучше не рисковать, а переждать на тротуаре. Также очень часто наезд осуществляется, когда пешеход резко появляется на дороге из-за припаркованных вдоль тротуара транспортных средств. Недаром старая поговорка гласит, что самый опасный автомобиль – стоящий, поскольку он перекрывает обзор как людям, так автомобилистам. В данном случае пешеход обязан сначала оценить дорожную обстановку, и лишь потом переходить дорогу. Это же касается и водителей – в зоне парковки вдоль тротуара нужно внимательно следить за передвижением прохожих и придерживаться оптимального скоростного режима. Постоянная обстановка с ДТП складывается в зоне остановок маршрутного транспорта, особенно трамвая, если он останавливается непосредственно по центру проезжей части. Также не редки случаи наезда на людей при разъезде на нерегулируемых перекрестках: поворачивая налево или направо, шофер пропускает другие автомобили, при этом они перекрывают обзор в выбранном направлении движения. Если в данный момент человек переходит дорогу, его могут попросту не заметить. Очень часто страдают пешеходы, идущие по обочине по ходу движения транспорта. Согласно ПДД по обочине нужно двигаться против общего потока, чтобы сохранялась хорошая видимость дорожной обстановки [22].

### **2.2.1 Видимость**

Управляя автомобилем, водитель основную часть информации об окружающей обстановке получает благодаря своему зрению. Причиной многих ДТП является ухудшение видимости, когда водитель не успевает переработать поступившую информацию, пропускает ее или слишком поздно принимает правильное решение. Видимость окружающей обстановки часто ухудшают осадки (дождь, снег, туман). В зимнее время обмерзают стекла автомобиля. На грунтовых дорогах за автомобилем поднимаются облака пыли, и водители

задних автомобилей вынуждены снижать скорость или останавливаться во избежание ДТП. Многообразие факторов, обуславливающих ухудшение зрительной информации, затрудняет их исследование, снижает достоверность выводов экспертиз и эффективность мероприятий по борьбе с аварийностью [23].

Наиболее изучены сейчас ДТП в темное время суток. В темное время суток интенсивность движения на автодорогах и в городах по сравнению с интенсивностью движения в дневное время резко снижается. Это связано с тем, что уменьшается в первую очередь общий поток транспорта, предназначенного для доставки людей на работу и с работы (учащихся – к месту учебы), служебного передвижения в течение рабочего дня, а также для перемещения по хозяйственным нуждам той части населения, которая непосредственно не занята на предприятиях и в учреждениях. Состав транспортных средств (ТС) в вечернее и ночное время становится более однородным. Сокращается число грузовых автомобилей, уменьшается число автобусов, мотоциклов, мопедов; на дорогах и особенно на городских улицах и проспектах остаются легковые автомобили, такси и др.

Следовало бы ожидать снижения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в темное время суток, поскольку поток транспорта уменьшается. Однако статистика указывает на то, что это не так. Из общего числа ДТП 46% происходят в темное время суток, а число погибших в этот период составляет 60 % от общего числа. В то же время интенсивность движения в темное время суток снижается в 3–10 раз по сравнению с интенсивностью движения в дневное время.



Рисунок 2.2 – Статистика ДТП в темное время суток

В темное время суток ДТП может быть вызвано одной из причин, характерных для любого времени суток: неправильными действиями водителя или другого участника дорожного движения, технической неисправностью автомобиля и др. Дополнительно к постоянным ДТП может быть вызвано одной или несколькими специфическими причинами, присущими только данным конкретным условиям

Дорожно-транспортные происшествия в зависимости от их вида распределяются по времени суток неравномерно. Особенно много ДТП в темное время происходят из-за недостаточной видимости. Каждое

происшествие совершается в результате одновременного воздействия ряда факторов, но в таких ДТП, как наезд на пешехода, велосипедиста, неподвижное препятствие, фактор видимости имеет существенное значение для проведения технического анализа действий водителя при оценке ДТП [24].

Зрительный анализатор – основной источник информации человека во всех процессах его деятельности. Процентное соотношение информации воспринимаемой человеком представлено на рисунке 2.4.



Рисунок 2.3 – Процентное соотношение информации, воспринимаемой человеком

В процессе движения водителя роль зрительного анализатора еще более увеличивается. Водитель практически получает только зрительную (97–99 %) и слуховую (1–3 %) информацию об окружающей обстановке. Таким образом, во время движения уменьшение видимости влечет за собой пропорциональное уменьшение информации. В случае же полной потери видимости доступ информации об окружающей обстановке вообще прекращается, т. е. автомобиль практически становится неуправляемым. Отсюда справедлив вывод о том, что опасность движения увеличивается в темное время суток в результате того, что, кроме постоянных причин ДТП, влияющих на безопасность движения в любое время, имеется и дополнительная специфическая причина, присущая темному времени суток, – ухудшение условий видимости, в результате чего пропорционально уменьшается информация водителя об обстановке в процессе движения.

Видимость в темное время суток может уменьшаться по двум основным причинам: недостаточная во всех необходимых направлениях освещенность дороги и предметов, которые находятся на ней, и ослепление водителя светом фар встречных автомобилей. Эти причины, несмотря на их разнохарактерность, тесно взаимосвязаны и во многом зависят от одних и тех же факторов. Отметим, что ослепление или недостаточная освещенность дороги при движении ночью редко встречается как основная причина ДТП, но часто является сопутствующим фактором, важная роль которого не выявляется с достаточной четкостью.

Кроме основной причины – ухудшения условий видимости, ночью действует еще ряд причин, увеличивающих опасность движения. К ним относятся прежде всего неприспособленность человека к работе ночью и отдыху днем, неумение водителя перестроить свой режим и подготовить себя к такой работе, отсутствие у многих водителей опыта и профессиональных приемов управления автомобилем в ночное время. К этим же причинам относится и еще одна – комплексная: подавляющее большинство мероприятий по проектированию, строительству и эксплуатации дорог и городских улиц рассчитаны на дневную работу транспорта; то же самое можно сказать и о ТС.

В системе «Водитель – Автомобиль – Дорога» под элементом «Дорога» понимают часть дороги или улицы со всеми объектами, находящимися в придорожной полосе, видимыми водителем из автомобиля, а также состояние атмосферы (Приложение А).

На безопасное движение автомобиля в темное время суток влияют элементы дороги, создающие условия, при которых водителю приходится снижать его скорость. Чаще всего это происходит в местах с ограниченной видимостью по сравнению с видимостью на широком прямолинейном участке дороги. Ширина проезжей части, обычно выделенная продольной разметкой, влияет на водителя тем больше, чем она уже. Психологическое напряжение водитель испытывает при встречном разъезде на узкой дороге. В этом случае ему приходится подсознательно снижать скорость или даже останавливаться. Для безопасного движения при скорости 65 км/ч ширина полосы движения должна быть не менее 3 м, при скорости 80 км/ч – 3,5 м. Эти скорости нужно выдерживать соответственно на дорогах IV и III категорий, тем самым будет обеспечена необходимая безопасность.

Важным показателем видимости дороги в темное время суток являются отражающие характеристики дорожных покрытий. Дорожные покрытия по-разному рассеивают световой поток в пространстве. Это зависит от типа покрытия, влажности, запыленности, времени эксплуатации и т. д.

У цементобетонных покрытий наблюдается диффузный характер отражения света, у асфальтобетонных – рассеянный, а при гладком нешероховатом асфальте, благодаря битумной пленке, – зеркальное отражение. С точки зрения комфорта отражающая характеристика цементобетона более благоприятна, чем асфальтобетона. Более светлая поверхность цементобетона способствует повышению общего уровня яркости фона, шероховатость структуры цементобетона создает достаточно равномерное диффузное рассеяние света почти по всем направлениям.

Туман, дождь, снегопад, следствием которых являются ухудшение видимости, нарушение устойчивости и управляемости автомобилем, резко увеличивают опасность его движения. По статистическим данным, из-за неблагоприятных погодных условий происходит более 11 % ДТП от общего числа.

Из-за особенностей зрительного восприятия при движении в тумане, при дожде или снегопаде ночью объекты кажутся более удаленными или



смещенными, чем на самом деле. Преодолевая в этих условиях, например, 10 км, водитель устает больше, чем если бы он проехал несколько десятков километров в нормальных условиях.

Информативные зоны видимости – это зоны, в пределах которых водителю необходимо получать исчерпывающую зрительную информацию об окружающей обстановке. Этой информацией в данном случае являются зрительное представление о направлении дороги, расположении ее основных геометрических элементов и элементов обустройства, регулирующих дорожное движение, а также зрительное представление (обнаружение на стадии различия или опознания) о препятствиях в виде пешеходов, других участников движения, разрушениях, выбоинах, предметах на проезжей части.

Немаловажную роль в создании максимальной дальности видимости играет правильная установка фар. Она влияет на видимость дороги как при движении с включенным дальним светом фар, так и при движении с включенным ближним светом фар.

Наибольшее расстояние дальности видимости с включенным дальним светом фар и применением дополнительных фар – прожекторов дальнего света наблюдается при их эксплуатационной установке. Отклонения фар от эксплуатационной установки резко уменьшают дальность видимости (например, в пределах от 292 до 20 м). При правильной (эксплуатационной) установке фар их высота практически не меняет расстояние дальности видимости. При разрегулировке фар высота установки значительно влияет на расстояние дальности видимости. Наиболее рациональной с точки зрения сохранения необходимой дальности видимости является установка фар дальнего света и дополнительных фар-прожекторов на сравнительно небольшой высоте над поверхностью дороги (0,6-0,8 м). При этом надо иметь в виду, что фары автомобилей, находящихся в эксплуатации, подвержены самопроизвольной разрегулировке в ходе эксплуатации автомобилей. Это вызвано тем, что при движении автомобиля по неровностям проезжей части происходит колебание его кузова, и фары из-за этого изменяют установленные регулировки, т. е. смещаются от установленных пределов. Следовательно, можно констатировать, что эксплуатация автомобилей с неправильной установкой фар как ближнего, так и дальнего света недопустима. Однако, к сожалению, большинство автомобилей эксплуатируются с разрегулированными фарами [25].

Загрязнение рассеивателей, недостаточная сила света фар также влияют на расстояние дальности видимости. Так, для исследования влияния загрязненности рассеивателей на светотехнические параметры фар было проведено фотометрирование фар, снятых с автомобилей, совершивших непродолжительный пробег по городским улицам в транспортном потоке, после чего на рассеивателях фар образовался небольшой слой засохшей грязи. Несмотря на незначительность слоя, сила света фары снизилась на 60-70 % от установленной [26].

Таким образом, при техническом анализе действий водителей при ДТП, которое имело место в темное время суток, экспертам необходимо учитывать факторы, влияющие на видимость проезжей части дороги и пешеходов, поскольку эти параметры влияют на результаты выводов экспертов [25].

### 2.2.2 Обзорность

Обзорность – конструктивное свойство автотранспортного средства, характеризующее объективную возможность и условия восприятия водителем визуальной информации, необходимой для безопасного и эффективного управления автотранспортного средства [27].

Она определяется в первую очередь следующими факторами: размеры окон, ширина и расположение стоек кузова, место размещения водителя относительно окон, размеры зон, очищаемых стеклоочистителями, конструкция омывателей лобового стекла, система обогрева и обдува стекол, а также расположение, число и размеры зеркал заднего вида.

В зависимости от степени влияния на условия получения зрительной информации водителем во время движения параметры обзорности можно разделить на основные и дополнительные.

Основными являются те параметры обзорности, которые характеризуют условия восприятия водителем важных объектов дорожной обстановки, обычно расположенных в направлении движения автомобиля. Дополнительными называют параметры обзорности, характеризующие условия восприятия водителем объектов, расположение которых не совпадает с направлением движения автомобиля и которые являются обычно дополнительными источниками информации об окружающей среде движения.

Минимально необходимый угол обзорности вверх должен быть таким, чтобы водитель мог увидеть сигнал светофора на таком расстоянии до места остановки, которое позволяло бы водителю принять решение и достаточно плавно остановить автомобиль.

Стеклоочистители. Основное требование, предъявляемое к стеклоочистителям – это очистка как можно большей части площади лобового стекла и хорошее качество очистки за каждый ход щеток.

Современные стеклоочистители отличаются по конструкции, площади очищаемой поверхности ветрового стекла и по типу привода.

Они работают по схемам:

- две щетки движутся в противоположных направлениях, и посередине лобового стекла остается неочищенный участок;
- щетки в средней части стекла зоны очистки перекрывают друг друга, при этом верхняя часть лобового стекла остается неочищенной;
- при параллельном движении щеток они движутся в одном направлении. Небольшие лобовые стекла очищаются при помощи одной щетки.

Система обдува и обогрева стекол должна устранять запотевание и обмерзание лобового стекла при низкой температуре наружного воздуха.

Зеркала заднего вида. Обзорность через зеркала заднего вида зависит от формы отражающей поверхности (выпуклая или плоская), размеров зеркал и мест их размещения относительно глаз водителя.

Поле зрения левого наружного зеркала должно обеспечивать видимость части горизонтальной дороги шириной минимум 2,5 м, ограниченную справа вертикальной плоскостью, проходящую через левый край габаритной ширины, и заключенную между линией, расположенной на расстоянии 10 м позади глаз водителя и горизонтом [28].

Поле зрения определяет часть окружающего пространства, которое может видеть неподвижный глаз человека без поворота головы. Поле наиболее острого зрения заключено в конус с углом  $3^\circ$ , осью конуса является ось конвергенции обоих глаз. Достаточная чувствительность зрения сохраняется внутри конуса в  $5-6^\circ$ . Вполне удовлетворительным зрение остается в пределах  $20^\circ$  – центральное поле зрения. Угол периферического зрения в вертикальной плоскости составляет 60% от угла в горизонтальной ( $95^\circ$ ). Периферическое зрение характеризуется высокой чувствительностью к мельканиям и движению объектов. Его функция – обнаружение появившихся объектов. Оно влияет на распределение внимания и точность выбора наиболее важного в данный момент объекта, позволяет также следить за показаниями сигнализаторов на щитке приборов. При управлении автомобилем по мере повышения квалификации водителя границы периферийного зрения расширяются в направлениях, способствующих повышению качества восприятия необходимой информации и ее объема. Поле зрения может уменьшаться от воздействия токсических веществ (из-за загазованности, курения и т. д.). Поле зрения цветных объектов значительно меньше [25].

Для водителей автомобиля статическая обзорность определяется позиционным полем зрения, обусловленным положением водителя в автомобиле. Максимально открытое поле зрения дает возможность воспринимать всю информацию дорожной обстановки. Однако фактическая обзорность ограничена частичной экранировкой поля зрения, непрозрачными деталями автомобиля: капотом, передними стойками кузова, перегородками ветрового стекла, стеклоочистителями, зеркалами [29].

Динамическая обзорность значительно ниже статической, поскольку при движении автомобиля поле эффективной видимости уменьшается в результате концентрации зрительного внимания водителя в направлениях удаленных участков дороги. Установлено, что при увеличении скорости движения с 32 до 96 км/ч статическое периферийное поле эффективной видимости сокращается от  $100^\circ$  до  $40^\circ$ . При большой скорости движения центральное поле зрения может достигать критического значения  $5-8^\circ$ .

В темное время суток вследствие включения в зрительный процесс палочкового аппарата наблюдается смещение роста световой чувствительности от центра сетчатки к периферии. При этом максимум чувствительности достигается в зоне от  $10^\circ$  до  $20^\circ$ . Следовательно, полезное поле периферического зрения в темное время суток сохраняется в пределах

пространственного горизонтального угла  $40^\circ$ . В условиях темного времени суток при управлении автомобилем эффективным следует считать центральное поле зрения в горизонтальной плоскости  $20^\circ$ , периферийное –  $40^\circ$ . В вертикальной плоскости поле зрения составляет  $5^\circ$  [25].

### 2.2.3 Субъективные параметры

Дорожно-транспортные происшествия можно условно, по субъективной составляющей разделить на три группы:

I группа - нарушение определенными лицами правил движения и эксплуатации транспорта.

1 Нарушение водителями правил движения и эксплуатации транспорта, в частности:

- превышение установленной скорости движения;
- несоблюдение правил обгона, поворота или рядности;
- наезд на полосу встречного движения; - нарушение правил проезда перекрестков;
- несоблюдение безопасной дистанции движения;
- неправильная загрузка и укрепления груза на транспорте;
- несоблюдение сигналов светофора;
- выезд на явно технически неисправном транспорте;
- нарушение правил движения на железнодорожных переездах;
- управление транспортным средством в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.

2 Нарушения, допущенные пешеходами, пассажирами:

- переход проезжей части перед движущимся транспортом;
- движение вдоль проезжей части дороги;
- переход проезжей части в не предназначенных для перехода местах;
- несоблюдение дорожных знаков и сигналов светофора;
- игры детей и подростков на проезжей части дороги;
- посадка и высадка пассажиров во время движения транспорта.

3 Нарушения, допущенные велосипедистами, водителями гужевого транспорта.

4 Нарушение по вине водителей, а также механиков и заведующих гаражей, ответственных за техническое состояние или эксплуатацию ТС, в частности:

- выпуск на линию технически неисправного транспорта (с испорченной тормозной системой, неисправным рулевым механизмом или двигателем и т.п.);
- некачественный ремонт транспортного средства;
- нарушение порядка технического осмотра транспорта;
- непринятие мер по предотвращению эксплуатации технически неисправного транспорта;
- нарушение правил контроля за выходом транспорта на линию;

- допуск и управление ТС лицу, которое не имеет или лишен водительских прав, или такой, что находится в состоянии опьянения;
- грубое нарушение режима работы водителя.

5 Нарушения, совершенные лицами, ответственными за строительство, ремонт или содержание дорог, улиц, дорожных сооружений, действия которых выразились в:

- несоответствия параметров дороги стандартам, обеспечивающих безопасное движение;
- несвоевременном ремонте дорожного полотна;
- отсутствия надлежащего контроля за состоянием дорог, улиц, мостов, железнодорожных переездов;
- некачественном ремонте дорог и дорожных сооружений;
- нарушении правил проведения ремонтных работ (отсутствие ограждения, предупредительных знаков);
- недостаточной освещенности улиц и т.д.

II группа - неисправности транспортных средств:

- возникшие во время движения внезапно;
- заводские или конструкторские дефекты (неисправная тормозная система).

III группа - неблагоприятные дорожные условия.

IV группа - случайные причины, то есть случайное стечение обстоятельств, которые не могли быть предусмотрены участниками движения (неисправность транспорта, возникла неожиданно, разрыв камеры и т.д.) [30].

#### 2.2.4 Дорожные условия

Дорожные условия оказывают значительное влияние на режим и безопасность движения, как отдельных автомобилей, так и всего потока транспортных средств в целом. Большая роль в обеспечении безопасности движения принадлежит основным технико-эксплуатационным показателям автомобильных дорог. К числу таких показателей относятся:

- геометрические размеры земляного полотна, проезжей части;
- ширина и состояние обочин; ровность и шероховатость покрытия;
- видимость на кривых в плане и продольном профиле;
- освещенность опасных участков дороги в темное время суток;
- наличие средств организации дорожного движения;
- дорожной инфраструктуры;
- инженерного обустройства;
- соответствие системы регулирования фактической интенсивности движения автомобилей и пешеходов [31].

Под дорожными условиями понимается совокупность геометрических параметров, транспортно-эксплуатационных качеств дороги, дорожных покрытий, элементов обустройства и обстановки, непосредственно влияющих на условия дорожного движения. Дорожные условия являются безопасными,

если состояние дорожно-уличной сети, состояние и порядок применения технических средств организации дорожного движения полностью соответствуют требованиям строительных норм, правил, стандартов и других нормативных документов, относящихся к обеспечению безопасности дорожного движения, и соблюдаются установленные режимы движения транспортных и пешеходных потоков.

Традиционным является подход, что состояние дорожных условий формируется в процессе воздействия на дорожную составляющую дорожного движения, включающего проектирование, строительство, реконструкцию, ремонт и содержание дорог, улиц, дорожных сооружений и железнодорожных переездов.

Автомобилизация, являясь одним из основных средств удовлетворения постоянных возрастающих транспортных потребностей общества, одновременно имеет и отрицательные последствия в виде дорожно-транспортных происшествий. В совокупности эти события образуют массовое явление социально-экономической природы – дорожно-транспортную аварийность.

Дорожно-транспортная аварийность является неизбежным следствием автомобилизации. Однако мировая практика свидетельствует, что степень ее негативного влияния на общество может быть различной. Это определяется эффективностью деятельности по воздействию на причины возникновения дорожно-транспортных происшествий, определяемой как обеспечение безопасности дорожного движения.

Одной из причин возникновения дорожно-транспортных происшествий являются дорожные условия. При оформлении дорожно-транспортных происшествий неудовлетворительные дорожные условия фиксируются при наличии следующих обстоятельств:

- дефекты и низкие сцепные качества покрытия проезжей части дороги;
- неудовлетворительное состояние обочин;
- неисправность или плохая видимость светофора;
- отсутствие вертикальной и горизонтальной разметки;
- деревья, опоры, реклама на обочине;
- отсутствие тротуаров и пешеходных дорожек;
- отсутствие ограждений и сигнализации в необходимых местах;
- сужение проезжей части;
- отсутствие или плохая видимость дорожных знаков;
- несоответствие железнодорожного переезда предъявляемым требованиям и т.п. [32].

К дорожным условиям стоит отнести климатические условия, состояние полотна дороги и условия видимости, которые могут быть связаны с ландшафтом местности и другими факторами.

Безопасность движения водителя при неблагоприятных климатических условиях обеспечивается, прежде всего, вниманием и аккуратностью

водителей. Не стоит развивать слишком большую скорость в условиях дождя, гололеда или снегопада - это может привести к аварийной ситуации.

Плохая видимость является одним из важнейших условий, которое влияет на безопасность движения на дорогах. Дорожные службы обязаны устанавливать дорожные знаки и светофоры таким образом, чтобы они были хорошо видны водителям. К тому же, существует целый ряд предупреждающих знаков, которые информируют водителя о тяжелых дорожных условиях.

Состояние полотна дороги также оказывает огромное влияние на безопасность движения. Дорога с обилием выбоин и ям также может привести к дорожно-транспортным происшествиям.

Дорожные службы должны следить не только за состоянием дорожного полотна, но и за состоянием обочин. Деревья и другие зеленые насаждения не должны мешать обзору водителей, также на обочинах должны быть оборудованы места для остановки автомобилей. В случае обильных снегопадов на обочинах должны быть выставлены специальные знаки, указывающие габариты дороги, а дорожное покрытие обочины после обильных дождей или снеготаяния должны быть укреплены.

В настоящее время существует множество методик оценки безопасности дорожного движения, исходя из существующих дорожных условий. Благодаря данным методикам разработчики дороги могут оценить плотность движения, необходимость ремонта дорожного покрытия, условия видимости, определить необходимость установки знаков дорожного движения и светофоров, а также установить очаги возможных ДТП [33].

### **2.3 Исследование параметров движения транспортных средств, влияющих на безопасность пешехода**

Всемирной организацией здравоохранения отмечена важнейшая роль обеспечения безопасности дорожного движения в случаях управления скоростью. Важнейший элемент управления скоростью – обоснованный выбор ограничения скорости. При этом необходим контроль скоростного режима и применение неотвратимых санкций к нарушителям [34].

Иногда на экспертизу выносится вопрос о том, какой должна была быть скорость ТС, чтобы в данном случае наезда не было. Рассматриваются пять безопасных скоростей по упрощенной схеме в зависимости от расстояния УП, на котором находился пешеход от полосы движения ТС при заданном удалении  $S_y$ , скорости  $V_{п}$  пешехода и уровне предельного замедления  $j_T$ . Пешеход условно принимается за точку, а габариты ТС длиной  $L$  и шириной  $B$ . Траектории движения ТС и пешехода пересекаются под углом 90 градусов (рисунок 2.4).

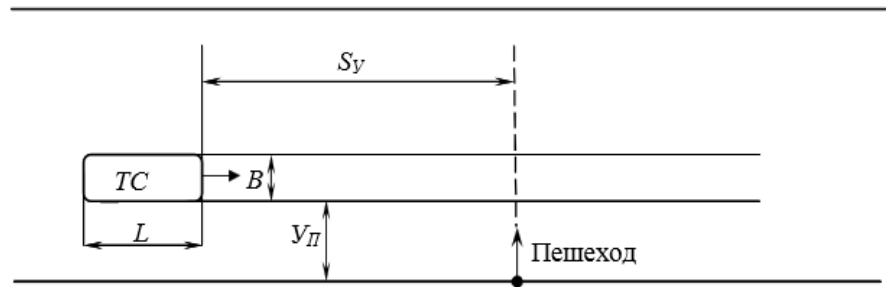


Рисунок 2.4 – Схема расчета для безопасных скоростей

По этой схеме получаем пять значений безопасных скоростей  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$ .

$V_1$  соответствует условию остановки автомобиля экстренным торможением до места наезда (линии движения пешехода):

$$S_0 = S_y = \frac{T \cdot V \cdot V^2}{2j_T} \quad (2.1)$$

Из этого уравнения получаем значение первой безопасной скорости:

$$V_1 = T \cdot j_T \left( \sqrt{\frac{2S_y}{T^2} \cdot j_T + 1} - 1 \right) \quad (2.2)$$

$V_2$  получается из условия опережения автомобилем пешехода, т.е. пешеход не успевает дойти до полосы автомобиля:

$$\frac{S_y + L}{V_2} = \frac{Y_{п}}{V_{п}}; V_2 = (S_y + L) \cdot \frac{V_{п}}{Y_{п}} \quad (2.3)$$

$V_3$  – скорость, при которой пешеход успевает покинуть полосу автомобиля до подхода последнего:

$$\frac{S_y}{V_3} = \frac{Y_{п} + B}{V_{п}}; V_3 = \frac{S_y \cdot V_{п}}{Y_{п} + B} \quad (2.4)$$

$V_4$  – скорость, при которой автомобиль успевает пропустить пешехода, применив экстренное торможение:

$$t_{п} = \frac{Y_{п} + B}{V_{п}}; t_{a} = T + \frac{V_4 - V_{п}}{j_T}; S_y = V_4 \cdot T - \frac{V_4^2 - V_{п}^2}{j_T} \quad (2.5)$$

$$V_4 = \frac{2S_y + (t_{п} - T)^2 \cdot j_T}{2t_{п}} = V_3 + (t_{п} - T)^2 \cdot \frac{j_T}{2t_{п}} \quad (2.6)$$

$V_5$  – скорость, при которой автомобиль опережает пешехода, даже применив экстренное торможение:

$$S_a = S_y + L = T \cdot V_5 + \frac{V_5^2 - V_{п}^2}{2j_T}; \quad (2.7)$$



$$V_{\text{н}} = V_5 - (t_n - T) \cdot j_T; t_n = \frac{y_n}{v_n} = t_a = T + \frac{V_5 - V_{\text{н}}}{j_T} \quad (2.8)$$

$$V_5 = \frac{2(s_y + L) + (t_n - T)^2 \cdot j_T}{2t_n} = V_2 + \frac{(t_n - T)^2 \cdot j_T}{2t_n} \quad (2.9)$$

Расчеты безопасных скоростей следует проводить с учетом безопасного бокового интервала  $I=0,0014LV$ . При экспертизе ДТП с наездом на пешеходов чаще всего определяются значения безопасных скоростей  $V_1$ ,  $V_2$  и  $V_4$ .

Для определенных значений  $S_y$ ,  $j_T$  ( $\varphi g$ ),  $U_{\text{п}}$ ,  $V_{\text{п}}$ , типичных в некоторой конфликтной зоне, можно получить все значения безопасных скоростей и построить сводный график (рисунок 2.5).

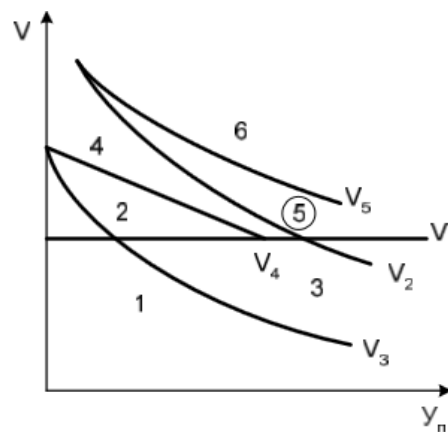


Рисунок 2.5 – Сводный график безопасных скоростей

На графике можно выделить шесть характерных зон:

1-я зона – ниже кривой  $V_3$  – автомобиль пропускает пешехода без торможения;

2-я зона – автомобиль пропускает пешехода при экстренном торможении;

3-я зона – автомобиль может быть остановлен до линии пешехода своевременным торможением;

4-я зона – техническая возможность предотвращения ДТП при принятых данных без манёвра отсутствует (аварийная зона);

5-я зона – автомобиль при торможении производит наезд, а без торможения нет;

6-я зона – даже при интенсивном торможении пешеход не доходит до полосы движения автомобиля.

По подобным графикам для разных сочетаний исходных параметров можно делать предварительные выводы по ДТП. Главным же образом подобные графики для типовых конкретных условий движения в населенных пунктах можно использовать для обучения водителей пассажирского транспорта (автобусов, троллейбусов, такси), особенно в период перехода на зимние условия со снижением сцепления [35], [36].

## 2.4 Исследование психологии пешеходов в условиях опасной обстановки

Под опасной обстановкой понимается такая дорожная обстановка, при которой водитель должен немедленно принять необходимые меры для предотвращения происшествия или уменьшения тяжести его последствий (имеется в виду дорожная обстановка, которая может быть обнаружена с места водителя транспортного средства).

Обычно опасная обстановка возникает, когда расстояние между транспортным средством и препятствием невелико, а расположение и характер движения препятствия в этот момент свидетельствуют о том, что оно попадает в опасную зону или что вероятность его попадания в эту зону резко возрастает [37].

Поведение пешеходов все еще остается в определенном смысле самым распространенным и опасным видом дорожного поведения, так как по крайней мере, тогда каждый участник дорожного движения выступает в роли незащитного пешехода.

В последние годы в России удельный вес дорожно-транспортных происшествий по вине водителей автомобилей снижается, а по вине пешеходов – неуклонно растет. Наезд на пешехода как вид дорожно-транспортных происшествий, характеризуется высокой тяжестью последствий. При наезде на пешехода из 100 пострадавших 16 получают смертельные травмы. При этом наезд на пешехода в нашей стране был и остается самым распространенным видом дорожно-транспортных происшествий.

Как показывают исследования (Е.Н. Иванова, 2001 [38]), значительная часть дорожно-транспортных происшествий совершается в результате неадекватного поведения самой жертвы происшествия, что обуславливает необходимость изучения личностных особенностей потерпевшего, мотивов и механизмов его поведения, специфических причин и условий совершения ДТП.

Несмотря на то, что с каждым годом количество пешеходов, попавших в дорожно-транспортные происшествия неуклонно растет, исследований факторов, влияющих на безопасность пешеходов, особенно детей, крайне мало [39].

Особенность поведения пешеходов зависит не в последнюю очередь от их природных данных, в чем выражается их отличие от всех других участников дорожного движения. При этом пешеходы имеют разные способности в передвижении, начальную скорость, наименьшую инерционность и максимальную мобильность в выборе направления движения (Приложение Б) [40]. Например, поведение ребенка, который из состояния покоя может неожиданно рвануться вперед. Эти природные особенности делают поведение пешехода наименее предсказуемым для окружающих. С другой стороны, для дорожного поведения пешехода существует меньше всего регламентаций в обязательной для соблюдения форме. Поэтому пешеходы в отношении своей свободы имеют меньше всего ограничений в действующих Правилах

дорожного движения. Часто упоминаемая «анонимность» объясняет, по всей видимости, именно безответственность поведения пешехода в рамках всей транспортной системы. Эмпирические данные, согласно которым пешеходы преимущественно ориентируются на общую обстановку и в меньшей мере руководствуются Правилами дорожного движения, подтверждают сделанный вывод о причинах безответственности.

обстановке; затруднение при переходе через дорогу (переориентация ДТП с пешеходами по наибольшей частоте делятся на две возрастные группы: дети до 15 лет и лица старше 65 лет. Результаты, полученные авторами, изучающими данный вопрос, позволяют обобщить трудности поведения, специфические для этих возрастных групп [41].

Затруднения в ориентации. Затруднение обзора в сложной среде (переезд проезжей части); столкновение с другими пешеходами на переходе.

Сужение внимания. Слежение за сигналами светофора в ущерб наблюдению за транспортными средствами; не обращается внимание на поворачивающие транспортные средства.

Недостаток информации. Незнание возможностей поведения окружающих участников дорожного движения.

Неуверенность или нерешительность. Неоднозначное поведение на пешеходном переходе типа «зебра»; движение вперед и назад (медленное завершение перехода в момент переключения желтого на красный свет).

Трудности взаимопонимания с другими участниками дорожного движения.

Составлена полная модель взаимного поведения пешеходов и водителей в одной из важнейших для пешеходов аварийной обстановке. Исходя из этого как для пешеходов, так и для водителей в рамках взаимного общения различают следующие задачи:

- выбор пути для собственного продвижения;
- встречный взаимный поиск;
- взаимное обнаружение и локализация;
- взаимная оценка поведения и намерений в поведении;
- решение действовать определенным образом;
- коррекция действий во избежание ДТП.

Каждая ошибка при решении одной из этих задач как со стороны пешехода, так и со стороны водителя может привести к ДТП.

В большинстве стран мира дети как участники дорожного движения относительно чаще попадают в ДТП, чем взрослые. Возрастной пик попадающих в ДТП детей приходится на 7-9 лет. Наиболее часто в ДТП попадают дети-пешеходы, пересекая проезжую часть без достаточного учета транспортной обстановки в условиях плохой видимости, дети-велосипедисты при несоблюдении правил преимущественного проезда и неправильном выполнении левого поворота [42].

## 2.5 Классификация наездов на пешехода с учетом технической возможности водителей предотвратить дорожно-транспортное происшествие

Наездом автомобиля на пешехода считается такое ДТП, в процессе которого пешеход получил телесные повреждения или погиб в результате контакта с движущимся автомобилем. При этом безразлично, ударил ли автомобиль пешехода своей передней торцовой поверхностью или пешеход набежал на боковую сторону автомобиля.

Во время происшествия пешеход может получить травму от удара о детали движущегося автомобиля или о дорожное покрытие в результате отбрасывания. Причиной телесных повреждений и смертельных исходов может быть также переезд человека колесами автомобиля или сдавливания его между автомобилем и неподвижным предметом (например, стеной здания в узком проезде).

Наезд автомобиля на пешехода – один из самых распространенных видов ДТП. При этом в подавляющем большинстве случаев наезды вызваны недисциплинированностью и невнимательностью пешеходов. Переход проезжей части в запрещенном месте и в непосредственной близости от движущегося автомобиля, игнорирование сигналов светофора и регулировщика, игры на проезжей части детей и подростков являются наиболее частыми причинами наездов. Большинство этих действий совершается внезапно и неожиданно для водителя; и он не всегда успевает принять меры, необходимые для предотвращения наезда, или принимает их с опозданием, которое часто стоит жизни пешеходу [43]. Классификация наездов на пешехода представлена в приложении В.

Было выявлено, что при скорости наезда до 15 км/ч пешеходы получают в основном легкие телесные повреждения (последствия легкой степени), 15-25 км/ч – менее тяжкие (последствия тяжелой степени). Наезды на пешеходов при скорости автомобиля более 40 км/ч зачастую вызывают последствия особо тяжелой степени, что приводит к смертельному исходу (рисунок 2.6)

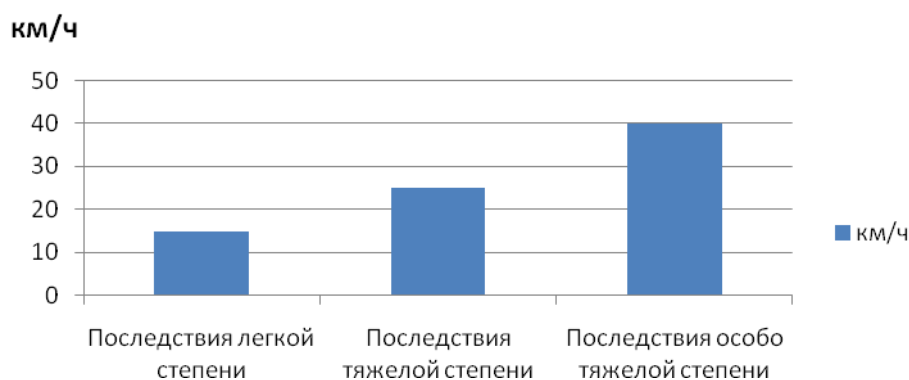


Рисунок 2.6 – Степень тяжести последствий наезда на пешехода при разной скорости

Свыше 60% всех травм пешеходы получают при ударе о дорожное покрытие и окружающие предметы. Отмечаются случаи перемещения пешехода при наезде передней частью легкового автомобиля по капоту на крышу и далее – по крыше кузова до падения с крыши на проезжую часть. При этом пешеход получает тяжкие телесные повреждения жизненно важных органов: головы, груди и др. Как правило, последствия в этих случаях особо тяжкие [44].

Характер травм пешеходов при наездах автомобилей зависит от модели автомобиля; формы и высоты расположения его выступающих частей; скорости и массы автомобиля; частей тела человека, контактировавших с частями автомобиля в момент наезда; массы и роста пострадавшего, его телосложения; типа дорожного полотна, на которое падал пешеход; наличия поблизости окружающих предметов, коэффициента трения пешехода о дорожное полотно (рисунок 2.7)

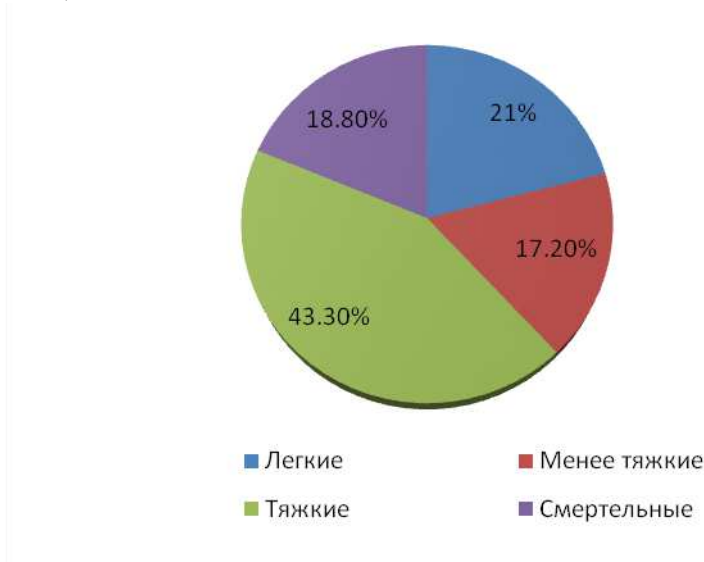


Рисунок 2.7 – Анализ телесных повреждений пострадавших

Чаще всего ДТП со смертельным исходом отмечаются на перегонах дорог:



Рисунок 2.8 – Основные причины ДТП со смертельным исходом

В 11% случаев наезды совершены на стоящих на проезжей части пешеходов, в 4% – в неустановленных условиях.

В большинстве случаев удар при наезде наносился, как уже отмечалось, деталями передней торцевой поверхности автомобиля. В момент удара энергия автомобиля передается телу пострадавшего. Характер перемещения пешехода при наезде зависит от того, какой частью автомобиля и транспортным средством какого типа был нанесен удар.

Характер и размеры телесных повреждений от удара бампером зависят от геометрии и площади соприкосновения. В результате контакта с бампером отмечены ссадины, ушибленные или ушибленно-рваные раны, переломы костей. Телесные повреждения, причиненные фарой и ее ободом, чаще всего располагались в области бедра или таза. При этом возникали значительные по размерам кровоподтеки, полностью или частично повторяющие форму этих деталей автомобиля. Особо тяжелые травмы наносили пешеходу "козырьки" фар, произвольно установленные владельцами на индивидуальных автомобилях. От удара капотом или крышей возникали обширные кровоподтеки неопределенной формы.

Вследствие того, что первоначальный удар в большинстве случаев наносится в область тела, расположенную ниже центра тяжести пешехода, он, после первичного удара, опрокидывается на капот автомобиля. Возникающие при вторичном ударе о капот телесные повреждения располагаются чаще всего в области туловища, головы и верхних конечностей. Если после опрокидывания человека на капот скорость легкового автомобиля замедляется, то тело постепенно сползает с капота и падает на дорожное полотно. При этом пешеходу причиняются дополнительные травмы, которые часто ухудшают состояние пострадавшего, ведут к смертельному исходу. При нанесении удара вблизи центра тяжести пешеход приобретает одновременно поступательное и вращательное движение, падает на капот, затем на дорожное полотно.

При ударе низкорасположенным бампером происходит клинообразный перелом голени, причем место перелома обращено к бамперу автомобиля. Переломы бедренной кости и костей таза, вызванные ударами оперения и передней кромкой капота, приводят к смертельному исходу при скорости наезда более 40 км/ч. В этих случаях энергия удара настолько велика, что тело человека приобретает скорость, близкую к скорости автомобиля. Траектория движения тела очень сложна: оно подбрасывается вверх, запрокидывается на капот; голова движется вниз и ударяется о различные части автомобиля – капот, ветровое стекло, крышу. В результате пешеходу причиняется черепно-мозговая травма, происходит перелом основания черепа [45].

При скоростях наезда около 60 км/ч пешеход перемещается по капоту, ударяется о ветровое стекло, далее попадает на крышу автомобиля и перемещается по ней. В заключительной фазе наезда пешеход падает на дорогу и получает тяжелые травмы головы. Нередко отмечаются случаи тяжелых травм лица. Иногда при наезде передней торцевой поверхностью легкового автомобиля пешеход пробивает головой ветровое стекло и попадает в салон

автомобиля. Источником травмы при этом становятся стекло, боковые стойки, крыша кузова.

При ударе боковой поверхностью легкового автомобиля пешеход, наряду с поступательным движением вперед, одновременно приобретает и вращательное движение вокруг оси. В результате его тело разворачивается на 90-180 град., и нередко пешеход еще ударяется об автомобиль. Удар может наноситься передней, средней или задней частями боковой поверхности автомобиля [46].

Угол отбрасывания пешехода по отношению к продольной оси автомобиля зависит от скорости автомобиля, скорости и направления движения пешехода, от зоны контакта с боковой поверхностью кузова.

Наиболее редко происходят наезды на пешеходов при движении автомобиля задним ходом. Когда выступающие части кузова автомобиля располагаются на высоте, примерно соответствующей центру тяжести тела человека, удар приходится в область таза и ног. Пострадавший отбрасывается назад, падает на грунт и в ряде случаев скользит по нему. Если выступающие части автомобиля расположены ниже уровня центра тяжести, то после первичного удара тело, как правило, опрокидывается на крышку багажника автомобиля, далее сползает с нее и падает на грунт. Скольжения по грунту чаще всего не наблюдается. В некоторых случаях, при движении автомобиля задним ходом, колеса автомобиля переезжают тело. Скорость при этом, как правило, мала.

Наезды автомобиля при движении задним ходом чаще всего возникают на небольших скоростях – 2-15 км/ч. В практике отмечаются случаи наездов и при более высоких скоростях, порядка 40 км/ч и выше. Обычно это происходит при заносах автомобиля, который разворачивается на 180 град, по ходу движения. Травмы возникают при движении автомобиля даже с самой небольшой скоростью. Особенно тяжелые травмы происходят при наезде на детей. Из-за небольшого роста они получают удар выше центра тяжести и оказываются под колесами автомобиля.

Тяжелые повреждения при переезде пешехода колесами автомобиля носят специфический характер. Механизм их образования сложен. Травмы причиняются при ударе нижними частями кузова автомобиля, деталями подвески, затем усугубляются при переезде пешехода колесами сдавливанием отдельных участков тела. В отдельных случаях наезд заканчивается волочением пострадавшего по дороге. В темное время суток иногда происходят наезды на лежащего человека. Механизм травмы при этом зависит от конструктивных особенностей автомобиля, позы лежащего человека, его антропометрических характеристик и других факторов.

Первоначально тело получает удар движущимся колесом. Вслед за этим колесо протаскивает тело на некоторое расстояние по дорожному покрытию и лишь затем, переезжает и сдавливает его. Характерными телесными повреждениями при этом являются ссадины и разрывы кожи, кровоподтеки, переломы, разрывы внутренних органов. Открытые раны сильно загрязняются.

На рисунке 2.9 представлены данные о частоте травмирования отдельных частей тела.

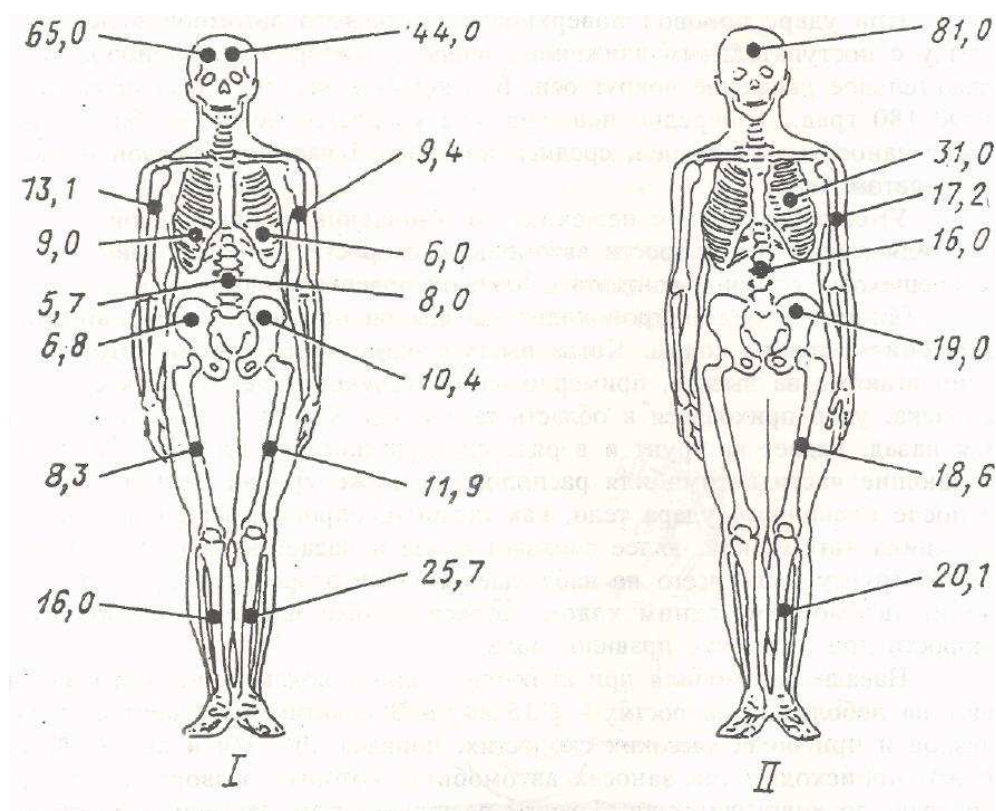


Рисунок 2.9 – Частота травмирования отдельных частей тела при наезде легкового автомобиля: I – на взрослого человека; II – на ребенка.

Наибольший риск травмирования во всех случаях приходится на голову – 65,0%; 44,0%; 81,0%. Следует отметить, что в процессе наезда травмы сочетаются, т.е. одновременно травмируются голова, руки и т.д.

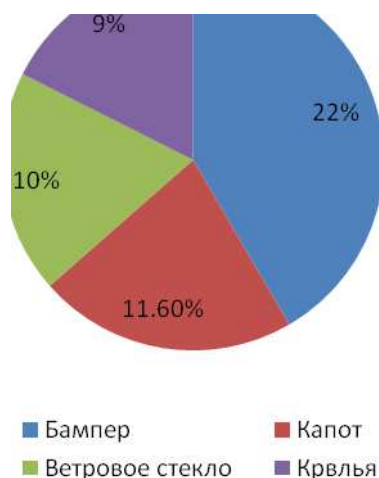


Рисунок 2.10 –Части поверхности кузова часто причиняемые травмы при наезде передней торцевой поверхностью автомобиля



При наезде передними углами кузова наиболее часто пешехода травмировали бампер – 17,5% случаев, ветровое стекло – 17,1% и крылья – 14,0%.

Опасность представляют также передние стойки кузова – 11,0% случаев травм.

При ударе боковой поверхностью кузова наиболее часто тяжелые последствия наступали при контакте пешехода с боковой частью переднего крыла (29,0% случаев травмирования). При скорости движения пешехода свыше 2,5 м/с он получал при столкновении вращательное движение, сгибался. При этом тяжелые травмы ему наносили передние стойки (в 8,0% случаев), ветровое стекло (в 2,5% случаев) [47].

При наезде автомобиля задней частью кузова наиболее частым источником тяжелых травм является задний бампер (43,3% случаев травмирования). Во всех случаях не удалось установить все источники травм.

Особую тревогу вызывает ДТП с детьми. Из-за неумения применять знания безопасного поведения в конкретной дорожной ситуации погибают и получают травмы соответственно 44% и 53% детей (в том числе подростков) от числа всех погибших и раненых в ДТП. Основными причинами этого являются их неожиданное появление на проезжей части дороги из-за укрытия (стоящий автомобиль, сооружения, кустарники и деревья и т.п.); переход перед близко движущимся транспортом, переход в неустановленном месте, игра и баловство на проезжей части [48].

### **3 Методы расчета скорости движения транспортных средств при наезде на пешехода**

В экспертной практике нередко случается, что решить поставленные вопросы не представляется возможным, даже если известны все необходимые исходные данные. Имеются в виду случаи, когда точность необходимых величин недостаточна, т.е. разница между верхним и нижним пределами возможных значений какой-либо величины настолько велика, что выводы, основанные на расчетах по разным предельным значениям этой величины, противоположны [49].

Так, установлено, что пешеход 45-ти лет двигался шагом. Согласно справочным таблицам, его скорость могла быть в пределах 2,9–7,2 км/час. Если исследованием будет установлено, что при скорости пешехода в 2,9 км/час водитель имел техническую возможность предотвратить наезд, а при скорости в 7,2 км/час он такой возможности не имел, решить вопрос о технической возможности предотвратить наезд при принятых исходных данных нельзя. Если следователь установит, что пешеход шел спокойным шагом (пределы возможных значений скорости пешехода сокращаются до 4,6–5,8 км/час), эксперт может решить данный вопрос при условии, что расчеты по обоим предельным значениям приведут к одному и тому же выводу. Если же и в этом случае выводы будут разными, необходимо дальнейшее уточнение скорости пешехода и, возможно, каких-либо других исходных данных.

Определение или уточнение чисто технических величин, зависящих от установленных следствием обстоятельств происшествия (например, координат центра тяжести транспортного средства, отклонений в показаниях спидометра, в некоторых случаях – замедления при экстренном торможении транспортного средства на месте происшествия, коэффициента сопротивления движению, обзорности и т.п.), может производиться в процессе экспертного исследования.

Определение или уточнение скорости движения пешехода или транспортного средства во время происшествия, видимости и других подобных данных, зависящих от субъективной оценки обстоятельств происшествия его участниками или свидетелями, возможно при проведении следственных экспериментов.

Чтобы избежать случайных ошибок, возможные пределы значений искомых величин следует определять по результатам нескольких замеров, исключая выпадающие, т.е. не подтвержденные лицом, на основании показаний которого эти значения уточняются (при производстве следственных экспериментов), или полученные при воздействии случайных факторов, повлиявших на результаты эксперимента.

Например, если при определении скорости движения пешехода или транспортного средства свидетель утверждает, что в момент происшествия скорость была иная, чем при проведении эксперимента, результаты этого эксперимента не учитываются.

Чтобы добиться наибольшей точности результатов при наименьшей затрате времени (особенно в тех случаях, когда эксперимент связан с созданием помех для движения транспортных средств) и исключить возможность несчастных случаев, следует тщательно продумать техническую сторону проведения экспериментов (меры безопасности, необходимое оборудование, подготовку участников и т.п.) [50].

### 3.1 Метод расчета скорости движения транспортных средств при наезде на пешехода без применения торможения

Иларионов В. А. считает, что наезды при неограниченной видимости и обзорности весьма распространены. Так, примерно до 60% всех наездов на пешеходов происходят в условиях, когда ничто не мешает водителю заметить на большом расстоянии пешехода и правильно оценить его действия. Следовательно, отсутствуют и убедительные причины, препятствующие водителю своевременно принять необходимые меры безопасности. Однако чаще всего водитель продолжает движение, не снижая скорости, хотя и видит пешехода, и тормозит лишь непосредственно перед наездом.

Рассмотрим методику расчета скорости движения автомобиля при совершении наезда на пешехода, предлагаемую автором.

Опишем анализ наезда при движении автомобиля с постоянной скоростью, с ударом, нанесенным пешеходу передней частью автомобиля. Траектория автомобиля и пешехода в момент возникновения опасной обстановки обозначено цифрой I, а положение автомобиля после остановки – цифрой II. Поскольку водитель перед наездом не тормозил, то после остановки автомобиль может занимать на проезжей части любое положение.

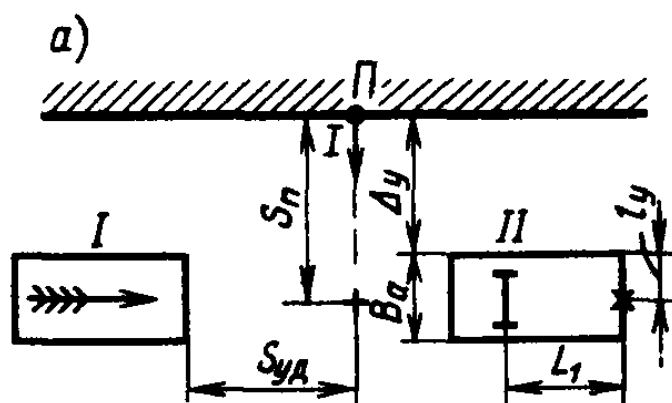


Рисунок 3.1 – Схема ДТП, в процессе которого автомобиль, двигавшийся с постоянной скоростью, сбил пешехода своей передней частью

Из материалов дела, предоставленных эксперту, он выбирает значения следующих параметров:

- путь пешехода с момента возникновения опасной обстановки до наезда  $S_{п}$ ;

- скорость  $V_a$  автомобиля и пешехода  $V_p$ ;
- расстояние  $I_y$ , пройденное пешеходом по полосе движения автомобиля.

Пользуясь техническими и справочными пособиями, эксперт выбирает значения параметров, необходимых ему для исследования ДТП. К ним относятся:

- замедление автомобиля  $j$  (или коэффициенты  $\varphi_x$  и  $K_3$ );
- значения времени  $t_1, t_2, t_3$ ;
- габаритные размеры автомобиля и др.

Если ДТП анализируют в первой из описанных выше последовательностей, то вначале определяют удаление автомобиля  $S_{уд}$ . Рассматривая далее предположительную версию происшествия, вычисляют длину остановочного пути автомобиля  $S_0$  и сравнивают ее с удалением  $S_{уд}$ . При  $S_0 < S_{уд}$  можно дать заключение о том, что автомобиль при своевременно предпринятом интенсивном торможении остановился бы до линии следования пешехода. Следовательно, у водителя имелась техническая возможность предотвратить наезд. При  $S_0 \geq S_{уд}$  некоторые эксперты приходят к противоположному выводу. Однако полученные на основании подобных расчетов результаты нельзя считать окончательными. Возможны такие обстоятельства, при которых водитель, своевременно затормозив, успел бы пропустить пешехода (движение со скоростью  $V_{64}$ ), так как для перемещения автомобиля на том же отрезке пути в заторможенном состоянии нужно больше времени, чем при равномерном движении. Чем больше начальная скорость автомобиля, тем больше время, выигрываемое вследствие торможения автомобиля, и путь, который мог бы пройти пешеход. Следовательно, вероятнее возможность предотвращения наезда на пешехода.

Последовательность расчета в данном случае представлена ниже.

1 Определяют удаление автомобиля от места наезда. При этом варианте наезда удаление совпадает с перемещением  $S_{дн}$  автомобиля с момента возникновения опасной обстановки до наезда. Удаление:

$$S_{уд} = \frac{V_a \cdot S_{п}}{V_p} \quad (3.1)$$

2 Длину остановочного пути автомобиля рассчитывают по формуле

$$S_0 = (t_1 + t_2 + t_3) \cdot V_a + S_{ю} = T_1 \cdot V_a + S_{ю} \quad (3.2)$$

3 Условие остановки автомобиля до линии следования пешехода при своевременном торможении

$$S_0 < S_{уд} \quad (3.3)$$

Если в результате расчетов окажется, что  $S_0 < S_{уд}$ , то исследование в данном направлении заканчивается. Если же  $S_0 \geq S_{уд}$ , то расчеты можно продолжить следующим образом.

4 Расстояние, на которое переместился бы заторможенный автомобиль после пересечения линии следования пешехода (если бы водитель действовал технически правильно и своевременно затормозил),

$$S'_{пн} = S_0 - S_{уд} \quad (3.4)$$

Это расстояние, вычисленное в соответствии с предположением о своевременном торможении, которого в действительности не было, отличается от фактического перемещения  $S_{пн}$  автомобиля после наезда на пешехода.

В последующем путь и время движения автомобиля и пешехода в предположительных версиях обозначаем теми же символами, что и в действительной версии, отмечая их штрихом.

5 Скорость автомобиля в момент пересечения им линии следования при своевременном торможении

$$V'_н = \sqrt{2 \cdot S'_{пн} \cdot j}. \quad (3.5)$$

6 Время движения автомобиля с момента возникновения опасной обстановки до пересечения линии следования пешехода при условии своевременного торможения:

$$t'_{дн} = \frac{T + (V_a - V'_н)}{j}. \quad (3.6)$$

7 Перемещение пешехода за время  $t'_{дн}$ :

$$S'_п = V_п \cdot t'_{дн} \quad (3.7)$$

8 Условие безопасного перехода полосы движения автомобиля пешеходом

$$S'_п > (\Delta_y + B_a) + \Delta_б, \quad (3.8)$$

где  $\Delta_б$  – безопасный интервал, вычисляемый по эмпирической формуле;  $\Delta_б = 0,005L_a U_a$ .

Заключения, основывающиеся на расчетах, рекомендуемых пунктах 4-7. имеют предположительный характер. Вывод о том, что водитель мог избежать наезда на пешехода, действителен лишь при сохранении пешеходом темпа и

направления своего движения. В действительности, заметив приближающийся автомобиль, пешеход может изменить как скорость, так и направление движения. Поэтому некоторые авторы возражают против исследования экспертами предположительных версий ДТП, считая их необоснованными с правовой точки зрения. Однако эти возражения нельзя считать достаточно обоснованными. Эксперт исследует лишь техническую сторону вопроса, а окончательная оценка заключения эксперта принадлежит суду. Эксперт рассчитывает движение автомобиля и пешехода на основании определенных допущений. В свою очередь эксперту следует указать, что сделанный им вывод основывается на предположении о неизменном характере движения пешехода. Упрек в «необоснованном предположении» в равной мере относится к условию экстренной остановки автомобиля (формула (3.3)). В самом деле, если водитель в процессе ДТП не тормозил или запоздал с торможением, а эксперт, исследуя предположительную версию, определяет остановочный путь автомобиля, то действия пешехода в этой изменившейся обстановке им не рассматриваются. Тем самым предполагается, что темп и направление движения пешехода остались неизменными, хотя вследствие радикальной перемены обстоятельств дела они могли измениться.

Человек по-разному реагирует на автомобиль, движущийся равномерно и экстренно тормозящий, и поведение его в обоих случаях может быть различным. Соответственно другими будут время  $t_n$  и расчетное удаление автомобиля  $S_{уд}$ . В результате может измениться соотношение между  $S_{уд}$  и  $S_0$  и, как следствие, вывод эксперта. Кроме того, предположение о постоянстве режима движения пешехода нельзя считать надуманным. Оно базируется на широком круге исследований психофизиологических качеств человека. При возникновении опасности человек не останавливается мгновенно, а продолжает движение по инерции. Остановочный путь у некоторых категорий пешеходов может составлять несколько метров, т. е. достигать значений, вполне сопоставимых с расстояниями, необходимыми для перехода опасной зоны.

Иногда перед экспертом ставят вопрос: «Имел ли водитель техническую возможность в данной дорожной обстановке начать торможение?». Для ответа на этот вопрос определяют время движения пешехода в поле зрения водителя и сравнивают его с временем  $T$ , необходимым для начала полного торможения автомобиля.

Если в результате расчетов будет установлено, что время движения пешехода  $t_n \leq T$ , то можно прийти к выводу, что водитель не имел в своем распоряжении технических средств, применение которых позволило бы ему предотвратить наезд на пешехода. Даже при своевременном торможении водителю при  $t_n \leq T$  не удалось бы избежать наезда ввиду малого времени, которым он располагал.

Дальнейшие расчеты в этом случае не изменят сделанного вывода.

При  $t_n > T$  можно сделать вывод о том, что водитель не использовал всех имевшихся у него средств для предотвращения ДТП, т. е. действовал неправильно с технической точки зрения.

Отвечая на поставленный выше вопрос, эксперт проводит следующие расчеты:

1 Время движения пешехода в поле зрения водителя:

$$t_{вп} = t_{п} = \frac{S_{п}}{V_{п}} = \frac{(\Delta y + l_y)}{V_{п}}. \quad (3.9)$$

2 Условие невозможности начала торможения:

$$t_{п} \leq T. \quad (3.10)$$

Если это условие выполнено, дальнейшие расчеты бесполезны. Промежуток времени между начальной и кульминационной фазами ДТП слишком мал, чтобы водитель мог реализовать решение о предотвращении наезда.

Схема, иллюстрирующая наезд, при котором удар был нанесен боковой поверхностью автомобиля, показана на рисунке 3.2.

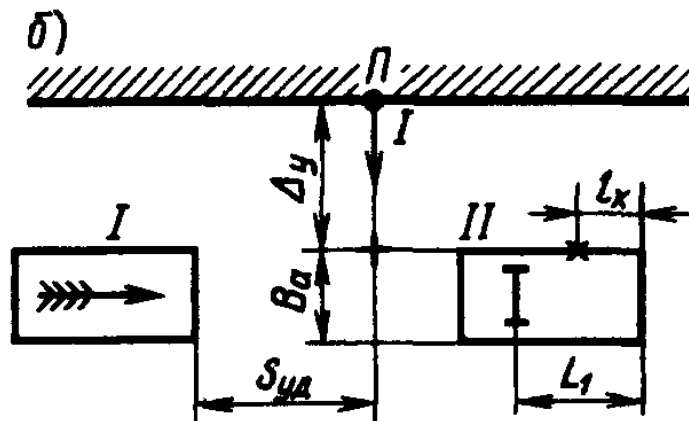


Рисунок 3.2 – Схема ДТП, в процессе которого автомобиль, двигавшийся с постоянной скоростью, сбил пешехода своей боковой поверхностью

Такие ДТП встречаются реже, чем наезды, связанные с ударом, нанесенным передней частью автомобиля. При изучении наезда данного варианта расчеты проводят в последовательности, указанной выше, и по формулам (3.1) – (3.8) со следующими исключениями.

При наездах с ударом, нанесенным боковой поверхностью автомобиля, удаление автомобиля и время движения пешехода в поле зрения водителя не совпадают с перемещением и временем движения автомобиля до наезда. После того как автомобиль достиг линии следования пешехода, водитель практически лишен возможности наблюдать за действиями последнего и реагировать на них. При таком наезде удаление автомобиля  $S_{уд}$  всегда меньше его перемещения  $S_{дн}$  за время  $t_{п}$ .

Удаление автомобиля:

$$S_{уд} = S_{дн} - l_x = \frac{S_n \cdot v_a}{v_n - l_x} \quad (3.11)$$

Время движения пешехода в поле зрения водителя:

$$t_{вп} = \frac{S_n}{v_n} - \frac{l_x}{v_a} = \frac{S_{уд}}{v_a}. \quad (3.12)$$

При небольших значениях  $l_x$  разница между временем движения пешехода до наезда  $t_n$  и временем  $t_{вп}$  невелика, но при некоторых обстоятельствах она может быть существенна [17].

### **3.2 Метод расчета скорости транспортных средств с применением торможения**

Н. М. Кристи считает, что исследование можно проводить несколькими способами:

- сопоставляя остановочный путь транспортного средства с расстоянием до места наезда в момент, когда водитель мог установить возможность попадания препятствия в опасную зону;

- устанавливая и оценивая дорожную обстановку, соответствующую моменту возникновения опасности для движения, т. е. моменту, когда транспортное средство находилось от места наезда на расстоянии остановочного пути;

- устанавливая и оценивая дорожную обстановку в момент, когда транспортное средство находилось от места наезда на расстоянии, позволяющем препятствию выйти за пределы опасной зоны при своевременном торможении транспортного средства.

В экспертной практике наиболее часто применяется первый способ. Однако во многих случаях для сокращения объема исследований целесообразно пользоваться и последними.

1 Определение технической возможности предотвратить наезд путем сопоставления остановочного пути транспортного средства с расстоянием до места наезда в момент, когда водитель имел объективную возможность обнаружить, что препятствие попадает в опасную зону. (рисунок 3.3)



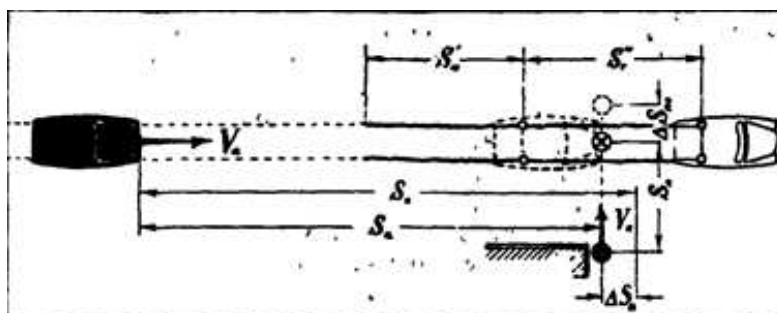


Рисунок 3.3 – Схема ДТП, когда водитель имел объективную возможность обнаружить, что препятствие попадает в опасную зону

Прежде всего, необходимо знать величину остановочного пути транспортного средства.

Если известно замедление транспортного средства –  $J$ , его остановочный путь определяется по формуле:

$$S_0 = \left(t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2}\right) \cdot \frac{V_a}{3.6} + \frac{V_a^2}{25.92 \cdot J}, \quad (3.13)$$

Если известна длина следа торможения (юза) –  $S_{ю}$  следует пользоваться формулой:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + t_3) \cdot \frac{V_a}{3.6} + S_{ю}, \quad (3.14)$$

где  $t_1$  – нормативное время реакции водителя;

$t_2$  – время запаздывания срабатывания тормозного привода, сек;

$t_3$  – время нарастания замедления при экстренном торможении, сек;

$J$  – замедление при экстренном торможении, м/сек<sup>2</sup>.

В случае, когда транспортное средство двигалось по участку с большим сопротивлением движению (по глубокой грязи, снегу, на крутой подъем и т. п.), остановочный путь можно определить по более точной формуле, учитывающей снижение скорости после снятия ноги с педали акселератора:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + t_3) \cdot \frac{V_a}{3.6} - \frac{J_k}{2} \cdot (t'_1 + t_2 + t_3)^2 + \frac{[V_a - 3.6 \cdot J_k \cdot (t'_1 + t_2 + t_3)]^2}{25.92 \cdot J}, \quad (3.15)$$

где  $J_k$  – замедление на участке свободного качения (до начала торможения);

$t'_1$  – время переноса ноги с педали акселератора на педаль тормоза, сек, в расчетах можно принимать равным 0,3 сек;

Затем определяют расстояние от транспортного средства до места наезда в момент, когда водитель имел объективную возможность обнаружить, что движущееся в поперечном направлении препятствие попадает в опасную зону.

В общем случае это расстояние определяется по формулам:

$$S_a = (t_{\pi} - t'_T) \cdot \frac{v_a}{3.6} + S'_T, \quad (3.16)$$

$$S_a = t_{\pi} \cdot \frac{v_a}{3.6} - \left[ \sqrt{\frac{v_a^2}{25.92 \cdot J}} - \sqrt{S''_T} \right]^2, \quad (3.17)$$

где  $t_{\pi}$  – время движения препятствия с момента, когда водитель мог установить возможность возникновения опасности для движения до наезда;

$S_{\pi}$  – расстояние на которое переместилось препятствие за время  $t$ , м;

$t'_T$  – время движения транспортного средства с начала торможения до наезда, сек; при торможении с постоянным замедлением может быть определено по формуле:

$$t'_T = t_T - t''_T = \frac{v_a}{3.6 \cdot J} - \sqrt{\frac{2}{J} \cdot S''_T}, \quad (3.18)$$

где  $t_T$  – полное время движения заторможенного транспортного средства до остановки;

$t''_T$  – время движения заторможенного транспортного средства после наезда до остановки;

$S''_T$  – расстояние, на которое переместилось заторможенное транспортное средство после наезда, м;

$S'_T$  – расстояние, на которое переместилось заторможенное транспортное средство до наезда.

В случаях столкновения транспортных средств или транспортное средство после наезда было расторможено, преодолеvalo участки с разным сопротивлением движению, опрокидывалось, наезжало на препятствия и т.п., значение времени движения заторможенного транспортного средства до наезда  $t'_T$ , может быть определено по формуле:

$$t'_T = t_T - \sqrt{t_T^2 - \frac{2}{J} \cdot S'_T}, \quad (3.19)$$

Когда время движения препятствия  $t_{\pi}$  оказывается меньше времени движения заторможенного транспортного средства до наезда  $t'_T$ , т. е. когда в момент возникновения опасной обстановки транспортное средство уже двигалось в заторможенном состоянии, формулы (3.13) и (3.14) для определения расстояния  $S_a$  не пригодны. В этом случае можно воспользоваться следующей формулой:

$$S_a = \frac{J}{2} \cdot (t_{\pi} + t'_T)^2 - S''_T, \quad (3.20)$$

Если наезд произошел до начала торможения транспортного средства,

расстояние  $S_a$  можно определить по формулам:

$$S_a = \frac{v_a}{3.6} \cdot t_{\text{п}}, \quad (3.21)$$

$$S_a = S_{\text{п}} \cdot \frac{v_a}{v_{\text{п}}}. \quad (3.22)$$

Вывод о наличии у водителя технической возможности предотвратить наезд путем торможения можно сделать при условии, что остановочный путь  $S_0$  окажется меньше расстояния  $S_a$ .

Вывод об отсутствии технической возможности предотвратить наезд может быть сделан при условии, что остановочный путь  $S_0$  намного превышает расстояние  $S_a$ , особенно в тех случаях, когда наезд произошел в конце торможения, и движущееся препятствие, для того чтобы выйти за пределы опасной зоны к моменту сближения с ним транспортного средства, должно было продвигаться на значительное расстояние при небольшой скорости его движения.

Если же остановочный путь  $S_0$  лишь немного превышает расстояние  $S_a$  и во всех сомнительных случаях, когда не исключается возможность предотвращения наезда при своевременном снижении скорости транспортного средства (например, при наезде до начала торможения, при высокой скорости движения препятствия, на незначительном расстоянии, которое ему оставалось преодолеть, для избежания наезда, большой длине тормозного пути и др.), необходимо исследовать возможность выхода препятствия за пределы опасной зоны, если бы водитель принял меры к снижению скорости в момент возникновения опасности для движения [51].

Для этого необходимо определить расстояние  $\Delta S_{\text{по}}$ , на которое могло бы дополнительно переместиться препятствие от места, где произошел наезд, если бы водитель начал принимать меры к остановке транспортного средства в момент возникновения опасной обстановки. Расстояние  $\Delta S_{\text{по}}$  может быть определено по формуле:

$$\Delta S_{\text{по}} = \frac{v_{\text{п}}}{3.6} \cdot \left[ T_0 - \sqrt{\frac{2}{J} \cdot \Delta S_a} \right] - S_{\text{п}}, \quad (3.23)$$

где  $T_0$  – остановочное время транспортного средства, сек;

$\Delta S_a$  – разность остановочного пути  $S_0$  и расстояния  $S_a$ .

Величину  $\Delta S_a$  определяем по формуле:

$$\Delta S_a = S_0 - S_a = (T_0 - t''_T - t_{\text{п}}) \cdot \frac{v_a}{3.6} + S''_T. \quad (3.24)$$

Можно также воспользоваться формулой (3.22), полученной из формулы (3.20) путем ряда преобразований:

$$\Delta S_{\text{по}} = \frac{v_{\text{п}}}{3.6} \cdot [T + t_T - t_{\text{п}} - \sqrt{t_T^2 - 2 \cdot t_T^2 \cdot (t_{\text{п}} - T) + t_T'^2}], \quad (3.25)$$

где  $T$  – время, необходимое водителю для подготовки тормозов к действию, сек.

Этой формулой удобно пользоваться при проведении исследований по многим версиям, когда расчеты проводятся по различным вариантам исходных данных.

Вывод об отсутствии у водителя технической возможности предотвратить наезд может быть сделан при условии, что расстояние  $\Delta S_{\text{по}}$  недостаточно, чтобы препятствие вышло за пределы опасной зоны. В противном случае следует сделать вывод о наличии у водителя такой возможности.

2 Определение технической возможности предотвратить происшествие путем установления и оценки дорожной обстановки в момент, когда водитель при своевременном торможении мог еще остановить транспортное средство до линии движения препятствия.

Для установления дорожной обстановки в указанный момент необходимо определить расстояние от препятствия до места наезда ( $S_{\text{по}}$ ), когда расстояние от транспортного средства до этого места было равно остановочному пути (рисунок 3.4).

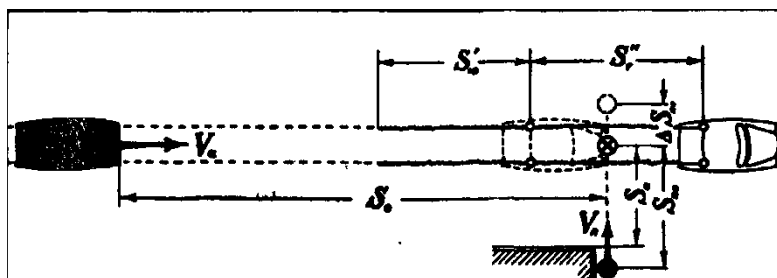


Рисунок 3.4 – Схема ДТП, когда водитель при своевременном торможении мог еще остановить транспортное средство до линии движения препятствия

В общем случае  $S_{\text{по}}$  может быть определено по формуле:

$$S_{\text{по}} = \frac{v_{\text{п}}}{3.6} \cdot \left( T_0 + 3.6 \cdot \frac{S_T''}{v_a} - t_T'' \right), \quad (3.26)$$

в случае наезда до торможения – по формулам:

$$S_{\text{по}} = S_0 \cdot \frac{v_{\text{п}}}{v_a}, \quad (3.27)$$

$$S_{\text{по}} = \frac{v_a}{3.6} \cdot \left( T_0 - \frac{t_T}{2} \right). \quad (3.28)$$

Если в указанный момент водитель имел объективную возможность обнаружить опасность для движения, следует сделать вывод о наличии у него

технической возможности предотвратить происшествие. Если же  $S_{по}$  намного больше расстояния, которое препятствие преодолело, находясь в поле зрения водителя ( $S_{п}$ ), то при небольшой скорости препятствия и значительном расстоянии, которое ему оставалось преодолеть, чтобы выйти из опасной зоны, следует сделать вывод об отсутствии у водителя технической возможности предотвратить происшествие.

Когда разность между значениями  $S_{по}$  и  $S_{п}$  незначительна, вывод следует проверить, для чего необходимо определить расстояние  $\Delta S_{по}$  на которое препятствие могло дополнительно продвинуться от места, где произошел наезд, при условии своевременного торможения транспортного средства:

$$\Delta S_{по} = \frac{v_{п}}{3.6} \cdot \left[ T_0 - \sqrt{\frac{2}{J} \cdot (S_{по} - S_{п}) \cdot \frac{v_a}{v_{п}}} \right] - S_{п}. \quad (3.29)$$

Если  $\Delta S_{по}$  окажется достаточным для того, чтобы препятствие могло выйти за пределы опасной зоны, следует вывод о наличии технической возможности предотвратить происшествие путем торможения, и наоборот.

3 Определение технической возможности предотвратить происшествие путем установления и оценки дорожной обстановки в момент, когда при своевременном торможении водитель еще имел объективную возможность позволить препятствию выйти за пределы опасной зоны. (рисунок 3.5)

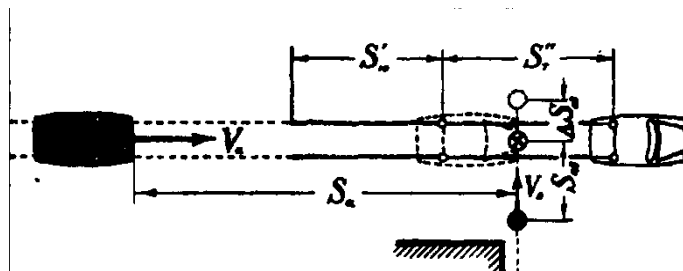


Рисунок 3.5 – Схема ДТП, когда при своевременном торможении водитель еще имел объективную возможность позволить препятствию выйти за пределы опасной зоны

При решении этого вопроса необходимо определить, каковы были в этот момент расстояния от препятствия и транспортного средства до места наезда.

Расстояние от препятствия до места наезда определяем по формуле:

$$S_{пв} = \frac{v_{п}}{3.6} \cdot \left[ T - 3.6 \cdot \frac{\Delta S_{пв}}{v_{п}} + \sqrt{7.2 \cdot t_T \cdot \frac{\Delta S_{пв}}{v_{п}} + t_T^2} \right], \quad (3.30)$$

где  $\Delta S_{пв}$  – расстояние, на которое необходимо было продвинуться препятствию, чтобы выйти за пределы опасной зоны.

Если наезд произошел до начала торможения  $t'_T = 0$ . Расстояние от транспортного средства до места наезда может быть определено либо по уже

известной нам формуле (3.13), либо по следующей:

$$S_{AB} = \frac{v_a}{3.6} \cdot \left[ T - 3.6 \cdot \frac{\Delta S_{ПВ}}{v_{п}} - \frac{t_T'^2}{2 \cdot t_T} + \sqrt{7.2 \cdot t_T \cdot \frac{\Delta S_{ПВ}}{v_{п}} + t_T'^2} \right]. \quad (3.31)$$

Если при таком взаимном расположении транспортного средства и препятствия водитель имел объективную возможность обнаружить опасность для движения, следует сделать вывод о наличии у него технической возможности предотвратить наезд, и наоборот.

В экспертной практике нередки случаи, когда дорожно-транспортное происшествие является результатом заноса транспортного средства, возникшего при экстренном его торможении.

Торможение транспортного средства с блокировкой колес, особенно при движении с высокой скоростью на повороте или на скользкой дороге, приводит к потере управления, заносу и наезду на препятствия, находившиеся в стороне от первоначального направления движения транспортного средства, или к его опрокидыванию.

При решении вопроса о наличии у водителя технической возможности предотвратить происшествие в подобных случаях рекомендуется исследовать, нужно ли в данной дорожной обстановке применять экстренное торможение или опасности можно избежать, плавно снизив скорость, не теряя управления транспортным средством.

Вывод: Рассмотренные выше методы показали, что их применение в экспертной практике позволяет повысить достоверность раскрываемого события, и получить данные для вынесения объективных решений со стороны суда, органов следствия [49].

## 4 Совершенствование метода расчета параметров наезда транспортного средства на пешехода

### 4.1 Совершенствование метода расчета параметров наезда транспортного средства на пешехода без применения торможения

Рассмотрим дорожно-транспортную ситуацию, при которой произошел наезд транспортного средства на пешехода. Требуется определить параметры перемещения пешехода после наезда транспортного средства и оценить тяжесть последствий дорожно-транспортного происшествия для пешехода. Вес пешехода 75 кг, скорость движения транспортного средства на момент наезда 67 км/ч, угол отбрасывания пешехода от курсового движения транспортного средства  $30^\circ$ . Примерное место наезда определено по осыпи от транспортного средства и предметам пешехода. Категория транспортного средства – N<sub>2</sub>, степень загрузки 50%, состояние проезжей части сухое гравийное покрытие, время происшествия – темное. Известны деформации элементов кузова транспортного средства и тела пешехода.

Для решения поставленной задачи составим схему перемещения пешехода с момента отбрасывания его от транспортного средства. В следствии удара тело пешехода приобретает скорость равную скорости автомобиля ( $V_{ан}$ ) в момент удара. С этого момента пешеход перемещается с сообщенной ему скоростью вплоть до столкновения с дорогой (рисунок 4.1).

В результате установившегося движения обеих масс тело пешехода оказывается на определенном расстоянии от места наезда автомобиля. Это расстояние, с учетом динамики преодоления соответствующих участков, составляет (рисунок 4.1):

$$AB = AB + BB, \tag{4.1}$$

или

$$AB = S_{п1} + S_{п2}. \tag{4.2}$$

Длину участка  $S_{п1}$  (AB) рассчитаем по формуле:

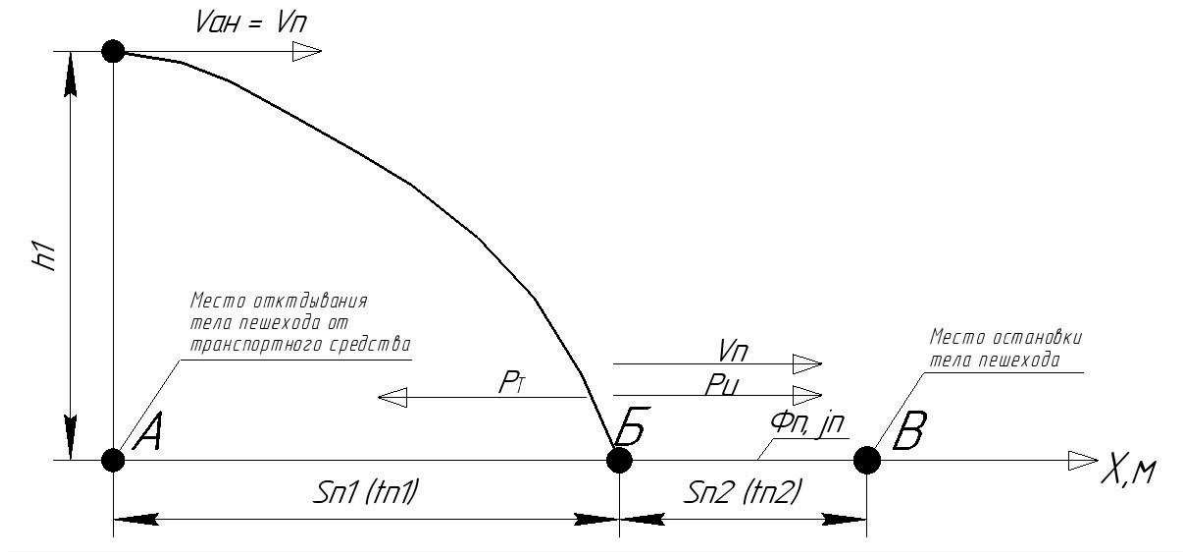
$$S_{п1} = V_{ан} \cdot t_{п1}, \tag{4.3}$$

где  $V_{ан}$  – проекция скорости транспортного средства на линию отбрасывания тела пешехода (рисунок 4.2);

$t_{п1}$  – время падения тела пешехода с момента отбрасывания до момента столкновения с дорогой.

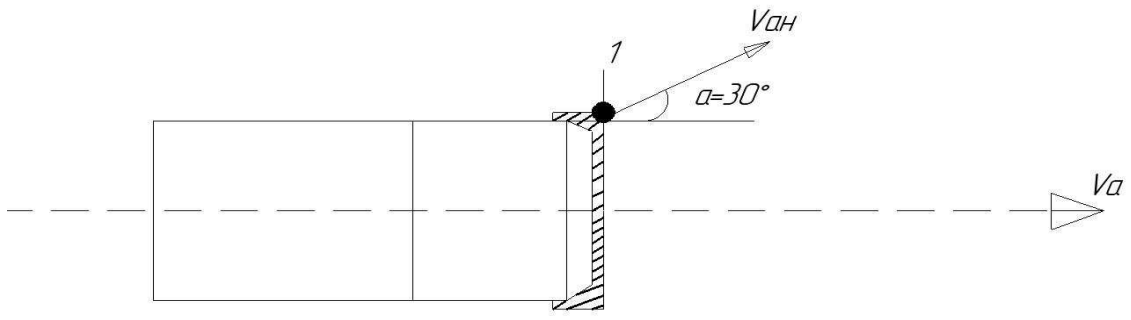
$$S_{п1} = V_a \cdot \cos \alpha \cdot t_{п1}, \tag{4.4}$$

где  $V_a$  – скорость движения транспортного средства,  $V_a = 67$  км/ч (18,6 м/с).



$S_{п1}$  – продольное перемещение тела пешехода с момента отбрасывания от транспортного средства до момента столкновения с дорогой;  $S_{п2}$  – путь перемещения тела пешехода по дороге;  $h_1$  – высота центра масс пешехода;  $P_{и}$  – сила инерции, обусловленная действием силы трения тела пешехода о дорогу;  $P_{т}$  – сила трения тела пешехода о дорогу

Рисунок 4.1 – Схема перемещения тела пешехода с момента отбрасывания его от транспортного средства до момента столкновения с дорогой и от момента перемещения по дороге после столкновения до момента остановки



$\alpha$  – угол отбрасывания тела пешехода относительно курсового движения транспортного средства,  $\alpha \approx 30^\circ$ ; 1 – место контакта транспортного средства с пешеходом

Рисунок 4.2 – Схема отбрасывания тела пешехода после наезда транспортного средства

Тогда



$$S_{п1} = 18,6 \cdot 0,86 \cdot t_{п1} = 16,1 \cdot t_{п1}, \quad (4.5)$$

Где

$$t_{п1} = \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}}, \quad (4.6)$$

где  $h_1$  – высота центра тяжести человека,  $h_1 \approx 1,2$  м.

Выражения (4.3) и (4.6) можно использовать для расчета скорости движения транспортного средства на момент наезда на пешехода при известных места наезда транспортного средства по осыпи от него и предметов от пешехода и места падения пешехода на дорогу по предметам от пешехода, вмятинам на дороге и т.д.

Тогда

$$S_{п1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16,1^2 \cdot 1,2}{9,8}} = 7,97 \text{ м.}$$

Длину участка  $S_{п2}$  (БВ) определим из условия затрат кинетической энергии тела пешехода на изменение потенциальной энергии:

$$T = m_{п} \cdot g \cdot h_1 = G_{п} \cdot h_1, \quad (4.7)$$

и работу трения тела пешехода при перемещении по дорожному полотну после столкновения с дорогой:

$$A = G_{п} \cdot \varphi_{п} \cdot S_{п2}, \quad (4.8)$$

где  $\varphi_{п}$  – коэффициент трения тела пешехода о дорожное полотно, для сухого гравийного покрытия,  $\varphi_{п} = 0,53$  [52].

Откуда скорость отбрасывания пешехода на момент наезда с учётом суммарных затрат энергии:

$$V_{ан} = \sqrt{\frac{2 \cdot G_{п} \cdot (h_1 + S_{п2} \cdot \varphi_{п})}{m_{п}}}, \quad (4.9)$$

Выражение (4.9) можно использовать для расчета скорости наезда транспортного средства на пешехода при известных длине  $S_{п2}$  перемещения тела пешехода по дорожному полотну.

Откуда

$$S_{п2} = \frac{(V_{ан}^2 - 2 \cdot g \cdot h_1)}{2 \cdot g \cdot \varphi_{п}} \approx 22,7 \text{ м.}$$

Где

$$t_{п2} = \sqrt{\frac{2 \cdot S_{п2}}{j_{п}}}, \quad (4.10)$$

где  $j_{п}$  – замедление тела пешехода,  $\text{м/с}^2$ ,

$$j_{п} = \varphi_{п} \cdot g, \quad (4.11)$$

Откуда

$$j_{п} = 0,53 \cdot 9,8 = 5,2 \text{ м/с}^2.$$

Тогда

$$t_{п2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 22,7}{5,2}} = 2,95 \text{ с.}$$

С учётом деформации кузова транспортного средства и тела пешехода

$$\Delta_I = \Delta_{б} \cdot \Delta_{кр} \cdot \Delta_{п}, \quad (4.12)$$

где  $\Delta_{б}$  – деформация бампера,  $\Delta_{б} \approx 0,1 \text{ м}$ ;

$\Delta_{кр}$  – деформация крыла,  $\Delta_{кр} \approx 0,02 \text{ м}$ ;

$\Delta_{п}$  – деформация тела пешехода,  $\Delta_{п} \approx 0,03 \text{ м}$ .

Где

$$\Delta_I \approx 0,1 + 0,02 + 0,03 \approx 0,15 \text{ м.}$$

С учётом скорости транспортного средства в момент наезда и величины деформации соударяемых тел определим период времени на деформацию  $\Delta_I$ :

$$t_I = \frac{\Delta_I}{V_{ан}}, \quad (4.13)$$

Откуда

$$t_I = \frac{0,15}{16,1} = 0,0093 \text{ с} = 9,3 \text{ мс.}$$

Величина замедления, действующая на тело человека за период времени  $t_I$ :

$$j_{пI} = \frac{V_{ан}}{t_I}, \quad (4.14)$$

Откуда

$$j_{пI} = \frac{16,1}{0,0093} = 1742 \text{ м/с}^2 = 177,8 \text{ g}.$$

Величина механического воздействия на пешехода:

$$P_I = m_{п} \cdot j_{пI} \cdot k, \quad (4.15)$$

где  $k$  – коэффициент учитывающий поворот тела и снижение силы удара,  $k \approx 0,6$  [53];  $m_{п}$  – масса пешехода,  $m_{п} \approx 7,5 \text{ кг}$ .

Тогда

$$P_I = 7,5 \cdot 1742 \cdot 0,6 = 7838,7 = 7838,7 \text{ кг} = 76,92 \text{ кН.}$$

С учётом деформации стекла транспортного средства ( $\Delta_{ст}$ ) и головы пешехода ( $\Delta_{гп}$ ):

$$\Delta_{II} = \Delta_{ст} + \Delta_{гп}, \quad (4.16)$$

где

$$\Delta_{II} = 0,04 + 0,05 = 0,09 \text{ м.}$$

Рассчитаем величину механического воздействия на голову пешехода.

Замедление, воспринимаемое пешеходом в процессе удара головы о лобовое стекло:

$$j_{пII} = \frac{V_{ан}}{t_{II}}, \quad (4.17)$$

Где период времени на деформацию  $\Delta_{II}$ :

$$t_{II} = \frac{\Delta_{II}}{V_{ан}}, \quad (4.18)$$

Откуда

$$t_{II} = \frac{0,09}{16,1} = 0,0056 \text{ с} = 5,6 \text{ мс.}$$

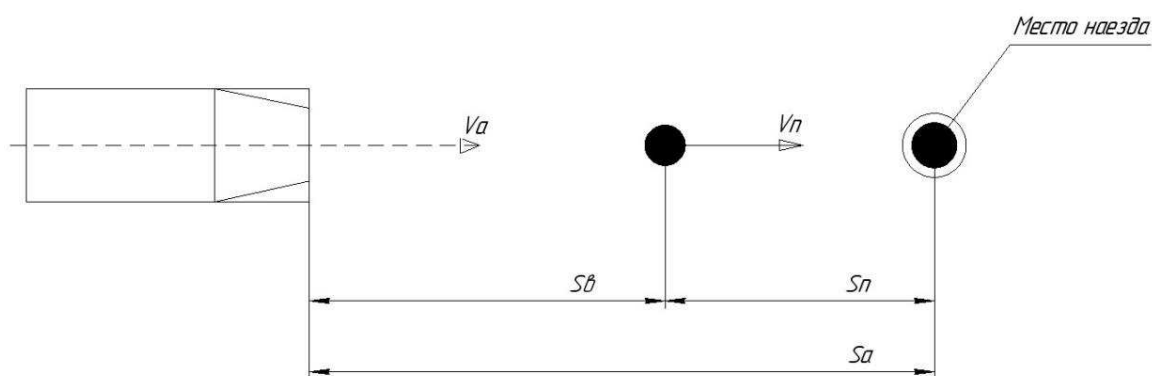
Тогда

$$j_{пII} = \frac{16,1}{0,0056} = 2875 \text{ м/с}^2 = 293,4 \text{ g.}$$

При  $j_{пII} > 88g$  и времени действия нагрузки свыше 3 мс, то есть 0,003 с травма головы пешехода не совместима с жизнью.

## 4.2 Совершенствование метода расчета параметров наезда транспортного средства на пешехода с применением торможения

Построим схему наезда транспортного средства на пешехода без торможения в попутном направлении для оценки технической возможности водителя транспортного средства путем экстренного торможения предотвратить или снизить тяжесть дорожно-транспортного происшествия (рисунок 4.3).



$S_b$  – расстояние видимости;  $S_n$  – удаление пешехода от места наезда в момент его обнаружения;  $S_a$  – удаление транспортного средства от места наезда в момент обнаружения пешехода

Рисунок 4.3 – Схема наезда транспортного средства на пешехода без торможения в попутном направлении

Расстояние видимости  $S_b$  рассчитаем по формуле:

$$S_b = S_d - 1,8 \cdot V_a, \quad (4.19)$$

где  $S_d$  – протяженность участка дороги, освещенного фарами дальнего света,  $S_d=100\text{м}$ ;

1,8 – коэффициент учитывающий уменьшение расстояния видимости от скорости движения транспортного средства.

Тогда

$$S_B = 100 - 1,8 \cdot 18,6 = 66,5 \text{ м.}$$

Удаление транспортного средства рассчитаем по формуле:

$$S_a = S_B \cdot \frac{V_a}{V_a - V_n}, \quad (4.20)$$

где  $V_n$  – скорость пешехода, для возрастной группы мужчин от 30 до 40 лет и медленном шаге  $V_n = 3,9 \text{ км/ч} = 1,08 \text{ м/с}$ .

Тогда

$$S_a = 6,65 \cdot \frac{18,6}{18,6 - 1,08} = 70,7 \text{ м.}$$

Откуда время движения транспортного средства на преодоление пути  $S_a = 70,7 \text{ м}$ :

$$t_a = \frac{S_a}{V_a}, \quad (4.21)$$

Тогда

$$t_a = \frac{70,7}{18,6} = 3,8 \text{ с.}$$

Удаление пешехода:

$$S_n = S_a \cdot \frac{V_n}{V_a}, \quad (4.22)$$

Откуда

$$S_n = 70,7 \cdot \frac{1,08}{18,6} = 4,1.$$

Графическая интерпретация наезда транспортного средства без торможения в попутном направлении показана на рисунке 4.4.

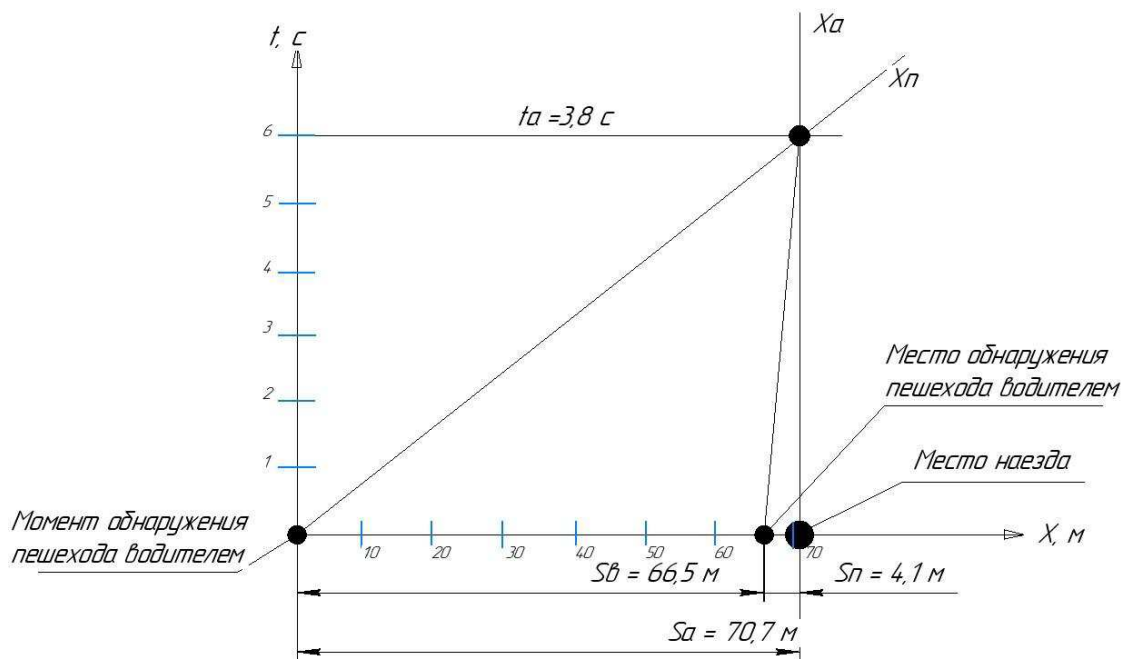
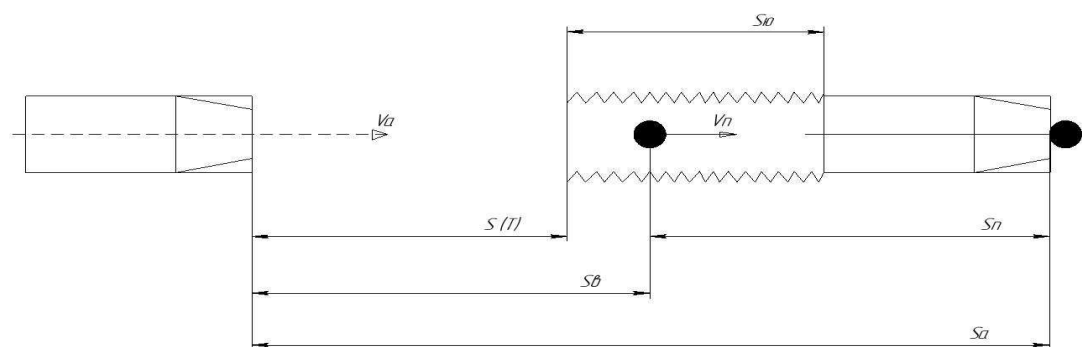


Рисунок 4.4 – Графическая интерпретация наезда транспортного средства на пешехода без торможения в попутном направлении

Из рисунка 4.4 следует, что на удалении 70,7 м от места происшествия, применение водителем транспортного средства экстренного торможения могло существенно снизить или исключить последствия дорожно-транспортного происшествия.

Проанализируем дорожную ситуацию для случая применения водителем транспортного средства экстренного торможения. Определим техническую возможность водителя исключить наезд на пешехода. Схема наезда на пешехода с торможением в попутном направлении показано на рисунке 4.5.



$S_{(T)}$  – путь транспортного средства за время  $T$  приведения тормозов в действие,  
 $S_{ю}$  – путь юза, с момента приведения тормозов в действие до наезда на пешехода

Рисунок 4.5 – Схема наезда транспортного средства на пешехода с торможением в попутном направлении

Время  $T$  приведения тормозов в действие рассчитаем по формуле:

$$T = t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3, \quad (4.23)$$

где  $t_1$  – время реакции водителя, для внезапного появившегося пешехода на проезжей части дороги, где переход не разрешен,  $t_1 = 1,12$  с.

При снижении видимости (движение в темное время суток) время  $t_1$  увеличивается на 0,6-0,7 с.

Тогда

$$t_1 = t_1 + 0,66. \quad (4.24)$$

или

$$t_1 = 1,12 + 0,66 = 1,78 \text{ с},$$

где  $t_2$  – время срабатывания тормозного привода, для грузового подвижного состава  $t_2 = 0,2$  с;  $t_3$  – время нарастания замедления, для  $\varphi = 0,6 - 0,7$  (сухое гравийное покрытие дороги) и категории ТС  $N_2$  с 50% загрузкой  $t_3 = 0,6$  с.

Тогда

$$T = 1,78 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,6 = 2,28 \text{ с}$$

Путь за время приведения тормозов в действие:

$$S(T) = \frac{V_a}{3,6} \cdot T, \quad (4.25)$$

Откуда

$$S(T) = \frac{67}{3,6} \cdot 2,28 = 42,43 \text{ м}.$$

Графическая интерпретация наезда транспортного средства на пешехода с торможением в попутном направлении приведена на рисунке 4.6, где  $S(T)$  – путь, проходимый транспортным средством за время  $T$  привода тормозов в действие;  $t_a$  – время движения как сумма из времени  $T$  приведения тормозов в действие и времени  $t'_T$  торможения до наезда;  $S_B$  – расстояние видимости;  $S_a$  – удаление транспортного средства от места обнаружения пешехода до места наезда;  $V_0$  – скорость транспортного средства на момент торможения.

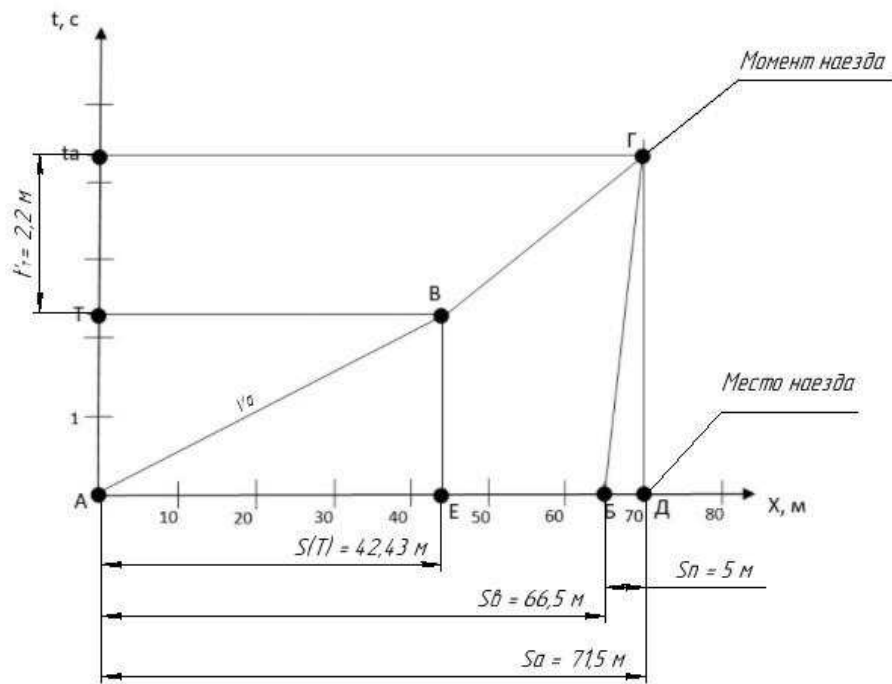


Рисунок 4.6 – Графическое моделирование наезда транспортного средства на пешехода с торможением в попутном направлении

Установившееся замедление транспортного средства при торможении (рисунок 4.7), где  $t_0$  – остановочное время, рассчитаем по формуле (4.26).

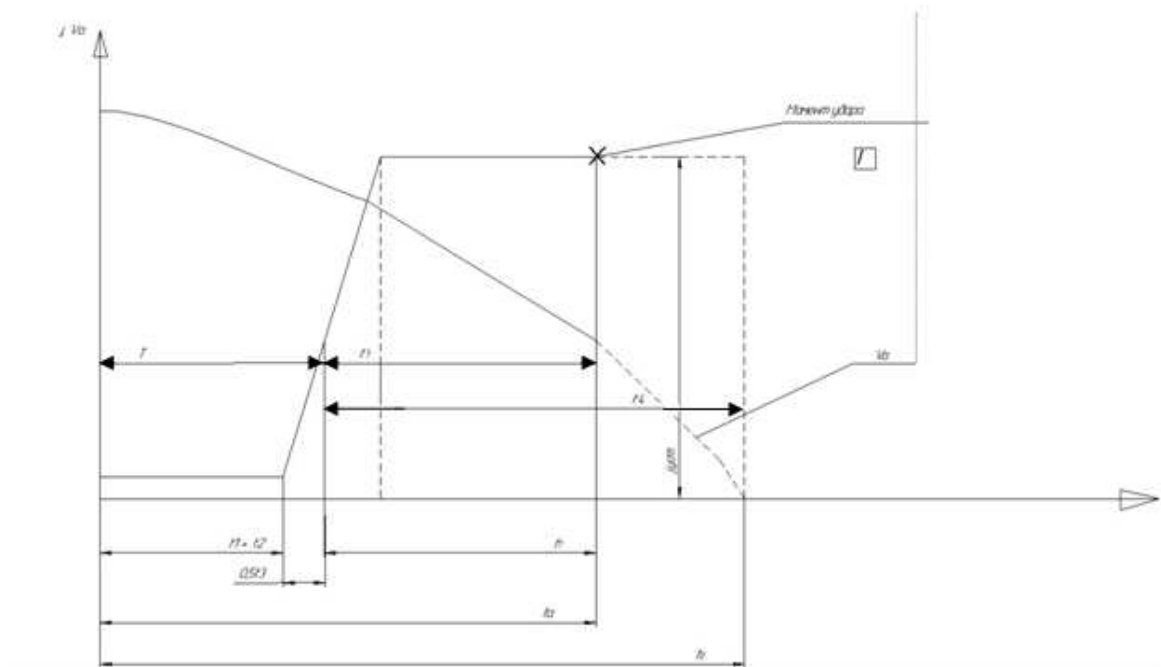


Рисунок 4.7 – Тормозная диаграмма

$$j_a = \frac{\varphi \cdot g}{K_3}, \quad (4.26)$$



где  $\varphi$  – коэффициент сцепления шин с дорогой, для сухого дорожного покрытия,  $\varphi = 0,6 - 0,7$ ;

$K_3$  – коэффициент эффективности торможения, для транспортных средств категории  $N_2$  и 50% загрузкой;

$$K_3 = 1,22 \text{ для } \varphi = 0,6 \text{ и } 1,43 \text{ для } \varphi = 0,7.$$

Тогда для  $\varphi = 0,6$

$$j_a = \frac{0,6 \cdot 9,8}{1,22} = 4,8.$$

Для  $\varphi = 0,7$

$$j_a = \frac{0,7 \cdot 9,8}{1,43} = 4,8.$$

Время торможения  $t_4$  при установившемся замедлении  $j_{уст} = 4,8 \text{ м/с}^2$  до экстренной остановки:

$$t_4 = \frac{V_a}{j_a}. \quad (4.27)$$

Где

$$t_4 = \frac{18,6}{4,8} = 3,88.$$

Для определения скорости транспортного средства на момент наезда на пешехода с торможением рассчитаем время  $t^1_T$  торможения (рисунок 4.6).

Время  $t^1_T$  торможения можно определить графически или рассчитать аналитическим методами.

Для определения  $t^1_T$  графическим методом из точки «В» (рисунок 4.6) построим линию «ВГ», характеризующую путь торможения транспортного средства при установившемся замедлении.

Уравнение линии «ВГ» имеет вид:

$$X_{ВГ} = V_0 \cdot t - 0,5 \cdot j_{уст} \cdot t^2, \quad (4.28)$$

где  $t$  – произвольно взятое время торможения, с.

Из точки «В», согласно выражения (4.28), проведем линию «ВГ» до пересечения (точка Г) с линией «БГ» пути и времени перемещения пешехода. Отрезок времени ( $t_a$ -Т) даст искомую величину времени  $t^1_T$  торможения транспортного средства до момента наезда на пешехода (рисунок 4.7). Соответственно графически получим удаление  $S_a = 71,5 \text{ м}$  (отрезок АД) и путь

$S_{п} = 5$  м перемещения пешехода от момента обнаружения (точка Б) до наезда (точка Д).

Для аналитического определения времени  $t_T^1$  составим уравнение пути движения транспортного средства и пешехода от момента обнаружения пешехода (т. А; рисунок 4.6) до наезда (т. Д; рисунок 4.6):

$$X_a = \frac{V_a}{3,6} \cdot T + V_a \cdot t_T^1 - 0,5 \cdot j_a \cdot (t_T^1)^2, \quad (4.29)$$

$$X_n = S_b + V_n \cdot (T + t_T^1). \quad (4.30)$$

В точке «Г»  $X_a = X_n$ , тогда

$$\frac{V_a}{3,6} \cdot T + V_a \cdot t_T^1 - 0,5 \cdot j_a \cdot (t_T^1)^2 = S_b + V_n \cdot (T + t_T^1). \quad (4.31)$$

$$\frac{67}{3,6} \cdot 2,78 + 16,6 \cdot t_T^1 - 0,5 \cdot 4,8 \cdot (t_T^1)^2 = 66,5 + 1,08 \cdot (2,28 + t_T^1). \quad (4.32)$$

Преобразуем выражение (4.32), получим:

$$2,4 \cdot (t_T^1)^2 - 17,5 \cdot t_T^1 + 26,6 = 0 \quad (4.33)$$

Откуда

$$t_T^1 = \frac{17,5 \pm \sqrt{306,25 - 4 \cdot 2,4 \cdot 26,6}}{2 \cdot 2,4}$$

Откуда

$$t_T^1 = \frac{17,5 + 7,1}{4,8} = 5,1;$$

$$t_T^1 = \frac{17,5 - 7,1}{4,8} = 2,2.$$

Так как  $t_T^1 \leq t_4$  (рисунок 4.6), т.е.  $t_T^1 \leq 3,88$  с, то примем  $t_T^1 = 2,2$  с.

Рассчитаем скорость транспортного средства на момент наезда на пешехода по формуле:

$$V_{ан} = 0,866 \cdot (V_a - j \cdot t_T^1). \quad (4.34)$$

Где

$$V_{ан} = 0,866 \cdot (18,6 - 4,8 \cdot 2,2) = 8,04 \text{ м/с} = 28,9 \text{ км/ч.}$$

Вывод. При скорости наезда транспортного средства на пешехода **28,9 км/ч**, вероятность смертельного исхода исключена [54]. Следовательно, водитель транспортного средства путем экстренного торможения имел техническую возможность снизить тяжесть последствий дорожно-транспортного происшествия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате диссертационного исследования было предложено решение актуальной задачи, сущность которой заключается в совершенствовании метода расчета скорости автомобиля при дорожно-транспортном происшествии, связанном с наездом на пешехода.

На основании анализа аварийности и факторов, влияющих на расчет скорости транспортных средств при совершении наезда, были установлены факторы, обуславливающие и сопутствующие возникновению и развитию наезда на пешехода:

- видимость;
- обзорность;
- субъективные параметры;
- дорожные условия;
- поведение пешехода в условиях опасной обстановки.

В ходе исследования были проанализированы параметры движения транспортных средств, влияющих на безопасность пешехода. Основным параметром является скорость транспортного средства. Кроме того, рассмотрены пять безопасных скоростей в зависимости от расстояния, на котором находился пешеход от полосы движения транспортного средства при заданном удалении, скорости пешехода и уровня предельного замедления.

Проведено изучение методики расчета скорости транспортного средства при наезде на пешехода без применения торможения (В.А. Иларионов), а также с применением экстренного торможения (Н.М. Кристи). Рассмотренные методики показали, что их применение в экспертной практике позволяет повысить достоверность раскрываемого события, и получить данные для вынесения объективных решений.

На основании проведенного изучения были предложены графический и аналитический методы определения скорости движения транспортного средства на момент наезда на пешехода с торможением и без применения торможения. Предложенный метод позволяет более точно определить скорость транспортного средства на момент наезда, что позволяет дать оптимальную оценку действиям водителя и определить возможность предотвратить дорожно-транспортное происшествие.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 О безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] : федер. закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ ред. 27.12.2018. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс» – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document>;
- 2 Пеньшин Н. В. Методология безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте : метод. пособ. / Н. В. Пеньшин, И. П. Медведев, В. П. Белокуров - Тамбов: изд. ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013 - 465 с;
- 3 Общая статистика дорожно-транспортных происшествий по территории Российской Федерации 2018год [Электронный ресурс] : официальный сайт ГИБДД. – Режим доступа: <https://гибдд.рф>;
- 4 Касаткин, Ф.П. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения : учеб. пособ. / Ф.П. Касаткин, Э.Ф. Касаткина - Владимир : изд. Владим. гос. ун-та, 2008 - 201с;
- 5 Кирьянов. В.Н. Совершенствование нормативно-правовой базы в сфере обеспечения безопасности дорожного движения / В.Н. Кирьянов // Автоперевозки: грузовые, пассажирские, международные, 2007 - 59с;
- 6 Механизм ДТП по связи «Причина-следствие» [Электронный ресурс]: – электрон. журн. «Сдам Сам». – Режим доступа: <https://zdamsam.ru/a66412.html>;
- 7 Единое окно [Электронный ресурс]: Факторы, причины и условия, влияющие на структуру, состояние и динамику аварийности на автомобильном транспорте – Режим доступа : <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt>;
- 8 Lektsii.org [Электронный ресурс]: Факторы, причины и условия, влияющие на структуру, состояние и динамику аварийности на автомобильном транспорте. – Режим доступа: <https://lektsii.org/13-27760.html>;
- 9 PDD-RUSSIA.COM [Электронный ресурс]: Правила дорожного движения РФ. – Режим доступа: <https://pdd-russia.com>;
- 10 ГБПОУ МО «Рошальский техникум» [Электронный ресурс]: Статья о «О соблюдении пешеходами правил перехода проезжей части и соблюдении водителями правил проезда пешеходных переходов» – Режим доступа: <https://roshteh.ru/blog/statya-o/>;
- 11 Институт экономики и права Ивана Кушнера [Электронный ресурс]: Роль информационных технологий в оптимизации криминалистической деятельности. – Режим доступа: <http://be5.biz/pravo/k001/15.html>;
- 12 PC-CRASH [Электронный ресурс]: Компьютерная программа для анализа и моделирования дорожно-транспортных происшествий. – Режим доступа: <http://impulsana.com/wp-content/uploads/2018/11/PC-Crash-12.0>;
- 13 Studbooks.net [Электронный ресурс]: «Auto-graf 1.1». – Режим доступа: [https://studbooks.net/2259756/informatika/auto\\_graf\\$](https://studbooks.net/2259756/informatika/auto_graf$);
- 14 Бурцева С.П. Первоначальный этап расследования ДТП/ С.П. Бурцева - Томск , 2016 - 85с ;
- 15 АвтоПравозащита.ру [Электронный ресурс]: ДТП с участием пешехода – Режим доступа: <http://avtopravozashita.ru/dtp/dtp-s-peshehodami.html>;

16 Мартынюк С.Н. Проблемы классификации анализа дорожно-транспортных происшествий // Общество: политика, экономика, право. 2016 Т. 22№5 С 1–3;

17 Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий/ В.А. Иларионов, В.И. Лапшин, Е.И. Калинин. – М.: Транспорт, 1989. – 255с;

18 Методы [Электронный ресурс]: Общие вопросы первоначального этапа расследования ДТП. – Режим доступа: <http://www.metodir.ru>;

19 Балакин В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учеб. пособие / В.Д. Балакин, Э.А. Сафронов, Е.А. Ортман, В.А. Корчагин. – Омск.: СибАДИ, 2010 – 136 с;

20 Мартынюк, С.В. Проблемы классификации и анализа дорожно-транспортных происшествий: статья/ С.В. Мартынюк – Крым.: 2015 – 3 с;

21 Авто правила [Электронный ресурс]: Виды ДТП и причины их возникновения – Режим доступа: <http://avtopravilo.ru/vidy-dtp-i-prichiny-ix-vozniknoveniya/>;

22 Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий/ Э.Р. Домке, А.И. Шутов. – Пенза: ПГУАС, 2005. - 260 с;

23 StudFiles [Электронный ресурс]: Наезд на пешехода при ограниченной видимости. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5881552/page:23/>;

24 Лубенцов А.В., Свидерский А.А. Факторы, влияющие на видимость проезжей части дороги и пешеходов при техническом анализе действий водителя/ А.В. Лубенцов, А.А. Свидерский // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики. – 2012 – Вип. 12. - С. 299-306;

25 Цындра В.Н. К вопросу о перспективах предоставления административных услуг органами внутренних дел // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции (29 мая 2015 г.) / редкол.: В.В. Грицай, В.В. Денисенко, О.В. Шкеля, М.Е. Труфанов, А.С. Шиенкова. Краснодар, 2015. С. 206–209;

26 Бажанов А. К. Информативность автомобиля / А. К. Бажанов, А. Б. Дьяков, В. И. Коноплянко. – М. : МАДИ, 1976. — 82 с;

27 Электронный фонд правовой нормативной документации [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 51266-99 Автомобильные транспортные средства. Обзорность с места водителя. Технические требования. Методы испытаний – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200027761>;

28 StudFiles [Электронный ресурс]: Обзорность автомобиля – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5444130/page:20/>;

29 Афанасьев Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – М. : Машиностроение, 1983;

30 Конспект-online [Электронный ресурс]: Криминалистическая классификация и характеристика дорожно-транспортных происшествий. Обстоятельства, подлежащие установлению. – Режим доступа: <http://webkonspekt.com/?room=profile&id=8485&labelid=100379>;

- 31 Студопедия [Электронный ресурс]: Влияние дорожных условий на безопасность движения. Понятие дорожных условий и их влияние на возникновение аварийной ситуации – Режим доступа: <https://studopedia.ru/11>;
- 32 Vuzlit [Электронный ресурс]: Понятие дорожных условий и их влияние на возникновение аварийной ситуации. – Режим доступа: [https://vuzlit.ru/155681/ponyatie\\_dorozhnyh\\_usloviy\\_vliyanie\\_vozniknovenie\\_avari\\_umno\\_situatsii](https://vuzlit.ru/155681/ponyatie_dorozhnyh_usloviy_vliyanie_vozniknovenie_avari_umno_situatsii);
- 33 Степанов И.С., Покровский Ю.Ю., Ломакин В.В., Ю.Г. Москалаева Влияние элементов системы водитель – автомобиль – дорога – среда на безопасность дорожного движения: учеб. пособие – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 171с.;
- 34 Старт в науке [Электронный ресурс]: Исследование влияния скоростного режима автомобилей на безопасность дорожного движения. – Режим доступа: <https://school-science.ru/4/19/1302>;
- 35 Молодцов, В.А. Расследование и экспертиза ДТП / В.А. Молодцов, А.А. Гуськов, -Тамбов :ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 52 с;
- 36 Pandia [Электронный ресурс]: Лекции по Экспертизе ДТП и транспортному законодательству – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80>;
- 37 Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза/ Ю.Б. Суворов, М.Ю. Абелев, Б.В. Россинский, Б.М. Решетников – М.: «Экзамен», 2004 – 208с;
- 38 Иванов В.Н., Патрушев В.И., Гладышев А.Г., Иванов А.В. Основы социального управления: Учебное пособие / А.Г. Гладышев, В.Н. Иванов, В.И. Патрушев и др. Под ред. В.Н. Иванова – М.: Высш. шк., 2001.— 271с;
- 39 Цагарелли Ю.А., Унтила Е.С. 24Из коллективной монографии «Системная психологическая диагностика с помощью прибора «Активациометр»/ Ю.А. Цагарелли, Е.С. Унтила – Казань, 2009;
- 40 StudRef.com [Электронный ресурс]: Особенности группового поведения – Режим доступа: <https://studref.com/462362/psihologiya>;
- 41 ИНФОУРОК [электронный ресурс]: Профилактика детского дорожно-транспортного травматизма в дошкольных учреждениях – Режим доступа: <https://infourok.ru/seminar-dlya-vospitateley-profilaktika>;
- 42 Строй-Техника [Электронный ресурс]: Поведение детей на дороге. – Режим доступа: <http://stroy-technics.ru/article/povedenie-detei-na-doroge>;
- 43 StudFiles [электронный ресурс]: Методика анализа наезда автомобиля на пешехода, велосипедиста или мотоциклиста. Классификация наездов на пешехода – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5881552/page:18/>;
- 44 Городокин В.А. Необходимость решения вопроса о своевременности принятия водителями мер к предотвращению ДТП // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2009 №6 С. 20– 23;
- 45 МегаОбучалка [Электронный ресурс]: Классификация наездов на пешеходов – Режим доступа: <https://megaobuchalka.ru/1/14293.html>;

46 TEXTARCHIVE [Электронный ресурс]: ЧС природного и техногенного характера и защита населения от их последствий. – Режим доступа: <http://textarchive.ru/c-1533974-p3.html>;

47 Конспект-online [Электронный ресурс]: Криминалистическая классификация и характеристика дорожно-транспортных происшествий. Обстоятельства, подлежащие установлению. – Режим доступа: <http://webkonspekt.com/?room=profile&id=8485&labelid=100379>;

48 StudFiles [электронный ресурс]: Наезд на пешехода при ограниченной видимости. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5881552/page:23/>;

49 Кристи Н.М. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы/ Н.С. Кристи – Москва, 1971 - 112с;

50 Lektsii.org [Электронный ресурс]: Факторы, причины и условия, влияющие на структуру, состояние и динамику аварийности на автомобильном транспорте. – Режим доступа: <https://lektsii.org/13-27760.html>;

51 Леонтьев И. Г. О возможности предотвращения наезда транспортного средства на пешехода (с учетом времени торможения и времени движения пешехода) / И.Г. Леонтьев - Москва : [б. и.], 1965. - 17 с.;

52 Электронный фонд правовой нормативной документации [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 50597-93 Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003471>;

53 Иванов В.Н., Туровец А.Г. Механика. Молекулярная физика. Методические указания к лабораторным работам - Омск.: ОМГТУ, 2014 - 44с;

54 Балакин, В.Д. Исследование дорожно-транспортных происшествий с наездом на пешехода/ В.Д. Балакин. – Омск.:СибАДИ, 2005. – 36 с.

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



**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Показатели видимости водителя, зависящие от погодных условий**

Таблица А1 - Видимость водителя в зависимости от погодных условий

Характеристика видимости	Балл	Условия наблюдения	Интервал видимости в кабельтовых, милях	Интервал видимости в м, км
Очень плохая	0	очень сильный туман	0 - 1,4 кбт	0 - 50 м
Очень плохая	1	сильный туман, густой снег	1/4 - 1 кбт	50 - 200 м
Очень плохая	2	умеренный туман, сильный снег	1 - 3 кбт	200 - 500 м
Плохая	3	слабый туман, умеренный снег или сильная мгла	3 - 5 кбт	500 м - 1 км
Плохая	4	умеренный снег, сильный дождь, умеренная дымка или мгла	5 кбт - 1 миля	1 - 2 км
Средняя	5	слабый снег, сильный дождь, слабая дымка или мгла	1 - 2 мили	2 - 4 км
Средняя	6	умеренный дождь, очень слабый снег, слабая дымка или мгла	2 - 5 миль	4 - 10 км
Хорошая	7	слабый дождь	5 - 11 миль	10 - 20 км
Очень хорошая	8	без осадков	11 - 27 миль	20 - 50 км
Исключительная	9	чистый воздух	Свыше 27 мил.	Свыше 50 км

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Темп движения пешеходов. Скорость движения пешеходов в зависимости от пола и возраста

Таблица Б1 – Скорости движения пешехода по К. Качмарек

Возраст	Способ передвижения по проезжей части	Пределы скорости, (км/ч)			
		муж.		жен.	
		нижний	верхний	нижний	верхний
7-14 лет	спокойный шаг	4,32	4,68	3,6	3,96
	спокойный шаг с замедлением	2,88	3,6	2,52	3,42
	спокойный шаг с ускорением	5,4	6,12	5,04	5,76
	быстрый шаг	5,76	6,48	5,58	6,3
	быстрый шаг с замедлением	4,07	4,5	3,6	4,14
	быстрый шаг с ускорением	5,18	6,84	4,68	6,48
	бег	9,36	10,08	8,64	9,36
14-25 лет	спокойный шаг	4,25	5,904	3,888	5,904
	спокойный шаг с замедлением	3,42	3,96	3,42	3,888
	спокойный шаг с ускорением	5,94	7,02	5,184	6,3
	быстрый шаг	5,832	6,84	5,184	6,66
	быстрый шаг с замедлением	4,32	5,544	3,312	3,6
	быстрый шаг с ускорением	6,66	8,856	6,3	7,92
	бег	10,8	15,84	10,08	14,76
25-45 лет	спокойный шаг	4,104	5,508	3,6	5,47
	спокойный шаг с замедлением	2,736	3,6	2,196	3,6
	спокойный шаг с ускорением	5,4	6,66	5,184	6,12
	быстрый шаг	5,58	6,66	4,68	6,48
	быстрый шаг с замедлением	3,6	5,184	2,664	3,6
	быстрый шаг с ускорением	5,94	8,28	5,94	7,2
	бег	10,08	15,12	9,36	14,4
45-60 лет	спокойный шаг	3,96	5,184	3,888	4,68
	спокойный шаг с замедлением	2,7	3,096	2,196	2,988
	спокойный шаг с ускорением	4,68	5,4	4,32	5,184
	быстрый шаг	4,248	5,832	3,888	5,76
	быстрый шаг с замедлением	3,06	3,6	2,52	3,6
	быстрый шаг с ускорением	5,4	6,48	5,18	6,3
	бег	9,0	10,8	6,84	10,08
более 60 лет	спокойный шаг	2,7	3,31	2,23	3,1
	спокойный шаг с замедлением	1,8	2,45	1,8	2,16
	быстрый шаг	3,42	4,32	3,6	3,96
	быстрый шаг с замедлением	2,52	3,1	2,16	3,1

Продолжение приложения Б

Таблица Б.2 – Скорости бега у пешехода на участке длиной 10 м по В. Рыхтеру

Мужчины				Женщины			
возраст (лет)	время, с	скорость, м/сек	скорость, км/ч	возраст (лет)	время, с	скорость, м/сек	скорость, км/ч
Дети							
3-4	3,9	2,57	9,2	3-4	3,9	2,57	9,2
4-5	2,8	3,57	12,8	4-5	3,0	3,33	12,0
5-6	2,5	4,0	14,4	5-6	2,7	3,7	13,3
6-7	2,3	4,35	15,6	6-7	2,6	3,85	13,8
7-8	2,2	4,55	16,4	7-8	2,5	4,0	14,4
8-9	2,1	4,76	17,1	8-9	2,4	4,17	15,0
9-10	2,0	5,0	18,0	9-10	2,3	4,35	15,6
10-11	1,9	5,26	18,9	10-11	2,2	4,55	16,4
11-12	1,8	5,55	20,0	11-12	2,1	4,76	17,1
12-13	1,7	5,88	21,1	12-13	2,0	5,0	18,0
13-15	1,6	6,25	22,5	13-16	2,0	5,26	18,9
Взрослые							
16-19	1,3	7,7	27,7	17-19	1,5	6,7	24,0
20-25	1,5	6,7	24,0	20-24	1,6	6,25	22,5
26-32	1,6	6,25	22,5	25-30	1,9	5,26	18,9
33-38	1,7	5,88	21,2	31-36	2,1	4,76	17,1
39-45	1,9	5,26	18,9	37-44	2,3	4,35	15,6
46-56	2,2	4,55	16,4	45-55	2,6	3,85	13,8
Пожилые							
57-63	2,4	4,17	15,0	56-62	2,8	3,57	12,8
64-68	2,6	3,85	13,8	63-66	3,0	3,33	12,0
69-74	2,9	3,45	12,4	67-72	3,2	3,18	11,2
75-81	3,3	3,03	10,9	73-80	3,6	2,78	10,0

Таблица Б.3 – Параметры движения пешехода (данные Ф. Х.Ермакова)

Состояние дорожного покрытия	Возраст пешеходов, лет	Скорость, м/с	a <sub>п</sub> с	b <sub>п</sub> с
Укатанный снег	8-9	3,2	1,8	2,3
	19-25	4,0	2,1	2,8
	35-45	3,4	1,3	0,8
	60 и старше	2,7	1,9	1,2
Гололедица	Любой	3,1	2,8	3,5
Сухой асфальтобетон	19-25	4,2	1,5	1,8
	25-50	4,5	1,2	2,0

Продолжение приложения Б

Таблица Б.4 – Результаты измерений скорости движения пешеходов м/сек, обработанные институтами СССР в 1975 году по Кончиковскому В.

Пол	Возраст (лет)	Неторопливая походка	Нормальная походка	Быстрый шаг	Бег	Быстрый бег (гонка)
Мужчины	7-8	0,75-1,08	1,11-1,44	1,50-1,80	2,00-2,90	3,10-3,60
	8-10	0,86-1,03	1,19-1,60	1,55-1,86	2,05-2,97	3,19-3,75
	10-12	0,89-1,17	1,22-1,63	1,58-1,92	2,11-3,08	3,53-4,28
	12-15	0,97-1,28	1,39-1,61	1,64-1,97	2,17-3,25	3,67-4,44
	15-20	0,93-1,25	1,33-1,61	1,67-2,17	2,39-3,61	4,00-5,00
	20-30	0,97-1,28	1,33-1,72	1,75-2,17	2,44-3,61	4,00-5,00
	30-40	0,89-1,28	1,33-1,72	1,75-2,17	2,28-3,33	3,64-5,00
	40-50	0,80-1,19	1,28-1,61	1,67-2,00	2,11-3,08	3,14-4,72
	50-60	0,72-1,11	1,17-1,47	1,50-1,89	1,94-2,78	2,80-4,39
	60-70	0,67—0,94	0,97-1,22	1,25-1,67	1,72-2,11	2,50-3,33
	Свыше 70	0,55-0,78	0,80-0,97	1,00-1,39	1,42-1,80	2,00-2,94
Женщины	7-8	0,72-0,97	1,03-1,39	1,39-1,72	1,94-2,78	3,00-3,44
	8-10	0,78-1,00	1,11-1,44	1,44-1,78	2,00-2,86	3,17-3,72
	10-12	0,86-1,03	1,17-1,50	1,50-1,83	2,05-2,97	3,42-4,22
	12-15	0,89-1,25	1,25-1,53	1,55-1,89	2,14-3,11	3,53-4,30
	15-20	0,80-1,14	1,28-1,55	1,58-1,92	2,25-3,50	3,61-4,61
	20-30	0,94-1,28	1,30-1,64	1,67-2,05	2,36-3,58	3,83-4,72
	30-40	0,83-1,22	1,30-1,61	1,64-2,00	2,25-3,22	3,33-4,72
	40-50	0,83-1,14	1,22-1,50	1,53-2,00	2,25-2,94	3,00-4,44
	50-60	0,69-1,08	1,17-1,39	1,44-1,80	1,92-2,50	2,78-3,89
	60-70	0,67-0,92	0,97-1,22	1,25-1,55	1,72-2,08	2,36-3,19
	Свыше 70	0,50-0,78	0,80-0,97	1,00-1,33	1,36-1,72	1,78-2,50

Таблица Б.5 – Скорость движения детей, км/ч (по данным Центральной криминалистической лаборатории, Москва, 196г.)

Возраст	Шагом		Бегом	
	предел скорости	средняя скорость	предел скорости	средняя скорость
1,5-2	-	1,84	-	3,46
2-3	2,5-3,2	2,8	-	5,8
3-4	3,2-3,5	3,4	6,5-10	8,2
4-5	3,6-3,9	3,8	8,9-11,5	10,4
5-6	4,0-4,7	4,3	9-13,7	11,7
6-7	4,3-5,7	4,9	9,3-15,6	12,8

Продолжение приложения Б

Таблица Б.6 – Скорость движения пешеходов (по данным Ленинградской НИЛСЭ, 1966г.) км/ч

Возрастная категория	Пол	Медленный шаг			Спокойный шаг			Быстрый шаг			Спокойный бег			Быстрый бег		
		Количество наблюдений	Предел скорости	Средняя скорость	Количество наблюдений	Предел скорости	Средняя скорость	Количество наблюдений	Предел скорости	Средняя скорость	Количество наблюдений	Предел скорости	Средняя скорость	Количество наблюдений	Предел скорости	Средняя скорость
7-8	М	29	2,7-3,9	3,1	27	4,0-5,2	4,4	23	5,4-6,5	5,9	28	7,2-10,4	8,5	26	11,2-13	12,2
	Ж	28	2,6-3,5	2,9	29	3,7-5,0	4,2	29	5,0-6,2	5,3	31	7,0-10,0	8,0	34	10,8-12,4	11,8
8-10	М	36	3,1-3,7	3,4	54	4,3-5,4	4,6	56	5,6-6,7	6,0	62	7,4-10,7	8,9	51	11,5-13,5	12,7
	Ж	31	2,8-3,6	3,0	71	4,0-5,2	4,3	54	5,2-6,4	5,5	53	7,2-10,3	8,4	67	11,4-13,4	12,5
10-12	М	39	3,2-4,2	3,7	60	4,4-5,5	4,9	43	5,7-6,9	6,2	46	7,6-11,1	9,3	45	12,7-15,4	13,8
	Ж	54	3,1-3,7	3,3	49	4,2-5,4	4,8	48	5,4-6,6	5,8	48	7,4-10,7	8,9	47	12,3-15,2	13,4
12-15	М	90	3,5-4,6	3,8	94	5,0-5,8	5,2	76	5,9-7,1	6,5	118	7,8-11,7	10	119	13,2-16	14,6
	Ж	80	3,2-4,5	3,6	71	4,5-5,5	5,0	78	5,6-6,8	6,1	75	7,7-11,2	9,5	69	12,7-15,5	14,1
15-20	М	24	3,0-4,5	3,9	33	4,8-5,8	5,4	38	6,0-7,8	6,8	12	8,6-13,0	10,3	14	14,4-18,0	16,3
	Ж	14	2,9-4,1	3,7	32	4,6-5,6	5,2	20	5,7-6,9	6,3	11	8,1-12,6	10,0	9	13,0-16,6	14,9
20-30	М	26	3,5-4,6	4,2	82	4,8-6,2	5,7	57	6,3-7,8	6,9	25	8,8-13,0	11	28	14,4-18,0	16,7
	Ж	46	3,4-4,6	4,1	91	4,7-5,9	5,3	72	6,0-7,4	6,6	47	8,5-12,8	10,6	17	13,8-17,0	15,3
30-40	М	41	3,2-4,6	3,9	41	4,8-6,2	5,7	51	6,3-7,8	6,8	29	8,2-12,0	10,6	32	13,1-18,0	15,5
	Ж	24	3,0-4,4	3,8	66	4,7-5,8	5,2	53	5,9-7,2	6,5	45	8,1-11,6	9,8	19	12,0-17,0	14,1
40-50	М	33	2,9-4,3	3,8	35	4,6-5,8	5,9	55	6,0-7,2	6,6	25	7,6-11,1	9,6	25	11,3-17,0	14,3
	Ж	24	2,8-4,1	3,6	42	4,4-5,4	4,9	74	5,5-7,2	6,1	41	7,6-10,6	8,9	35	10,8-16,0	12,7
50-60	М	57	2,6-4,0	3,4	34	4,2-5,3	4,8	46	5,4-6,8	6,0	15	7,0-10,0	8,6	23	10,1-15,8	12,5
	Ж	49	2,5-3,9	3,3	43	4,2-5,0	4,5	50	5,2-6,5	5,6	24	6,9-9,0	7,9	17	10-14,0	11,2
60-70	М	21	2,4-3,4	3,0	31	3,5-4,4	3,9	33	4,5-6,0	5,1	8	6,2-7,6	7,0	4	9,0-12,0	10,5
	Ж	37	2,4-3,3	2,9	46	3,5-4,4	3,8	42	4,5-5,6	4,9	17	6,2-7,5	6,8	7	8,5-11,5	9,5
Свыше 70	М	8	2,0-2,8	2,5	14	2,9-3,5	3,2	19	3,6-5,0	4,2	20	5,1-6,5	5,6	16	7,2-10,6	8,7
	Ж	27	1,8-2,8	2,4	45	2,9-3,5	3,2	71	3,6-4,8	4,1	26	4,9-6,2	5,6	25	6,4-9,0	7,3
Пешеходы с протезом ноги	М	4	2,2-2,5	2,3	19	2,8-3,9	3,4	10	4,0-5,3	4,5	4	5,5-6,7	6,0	-	-	-

Продолжение приложения Б

Окончание таблицы Б.6

В состоянии алкогольного опьянения	М	16	2,6-3,6	3,2	37	3,8-4,8	4,4	19	5,0-6,4	5,4	22	7,0-8,6	8,2	24	9,0-13,0	10,0
Ведущие ребенка за руку	М	3	2,3-2,9	2,7	9	3,9-4,6	4,3	1	-	5,5	1	-	6,0	4	10,6-12,8	11,3
	Ж	17	2,0-3,4	3,0	35	3,5-4,6	4,1	28	4,7-5,5	5,2	16	5,8-8,3	6,9	8	9,0-12,0	10,0
С ребенком на руках	М	4	3,3-3,8	3,5	7	4,0-4,8	4,4	6	5,0-5,5	5,3	2	6,2-7,2	6,7	-	-	-
	Ж	6	3,1-3,6	3,3	14	3,9-4,7	4,2	18	4,8-5,6	5,1	3	8,5-10,0	9,0	-	-	-
С вещами и громоздкими свертками	М	8	3,5-4,1	3,9	7	4,3-5,1	4,6	9	5,4-6,3	5,8	-	-	-	7	10,3-14,4	11,7
	Ж	14	3,0-4,0	3,4	9	4,2-5,0	4,6	4	5,3-6,0	5,5	8	6,9-9,4	8,3	7	11,1-13,1	12,1
С детской коляской	Ж	3	2,0-2,9	2,6	8	3,5-4,5	4,0	5	4,7-5,7	5,2	2	6,6-7,2	6,9	-	-	-
Идущие под руку	М	31	3,0-4,1	3,5	36	4,4-5,4	4,9	22	5,5-6,7	6,0	9	7,5-11,3	9,0	-	-	-
	Ж	31	3,0-4,1	3,5	36	4,4-5,4	4,9	22	5,5-6,7	6,0	9	7,5-11,3	9,0	-	-	-

Таблица Б.7 – Скорости движения пешеходов по результатам испытаний Эмберхардта и Химберта, км/ч

Группа пешеходов	Возраст	Темп движения			
		спокойный шаг	быстрый шаг	спокойный бег	быстрый бег
Дети, мальчики и девочки	3,0-3,5	3,2	4,6	5,9	8,1
	3,5-4,0	3,6	5,0	6,8	10,8
	4,0-4,5	3,6	5,4	7,2	11,3
	4,5-5,0	4,1	5,8	8,1	16,4
	5,0-5,5	4,3	6,1	8,6	15,3
	5,5-6,0	4,6	5,8	7,9	17,1
Юноши	6,0-7,0	5,4	7,6	12,2	15,1
	7,0-8,0	6,1	8,1	10,4	17,3
	8,0-9,0	5,6	8,3	12,4	16,6
	9,0-10,0	5,8	8,1	11,9	17,6
	10,0-11,0	6,8	8,3	11,5	19,0
	11,0-12,0	5,8	7,6	13,0	19,9
	12,0-13,0	5,8	8,3	12,6	19,4
	13,0-14,0	5,4	7,6	13,3	19,4
Девушки	6,0-7,0	5,4	7,2	10,0	14,4
	7,0-8,0	5,8	8,0	10,3	15,6
	8,0-9,0	5,4	7,6	11,5	16,9
	9,0-10,0	5,4	7,2	10,8	15,5
	10,0-11,0	6,3	7,2	11,3	16,2
	11,0-12,0	5,6	6,8	11,5	18,0
	12,0-13,0	6,9	8,3	13,3	19,0
	13,0-14,0	6,5	8,6	12,6	19,8
Мужчины	14,0-15,0	5,8	6,8	11,5	17,3
	15,0-20,0	5,8	8,3	14,0	25,8
	20,0-30,0	4,3	8,3	14,4	26,6
	30,0-40,0	5,4	7,9	15,1	24,1
	40,0-50,0	5,4	7,2	13,9	20,3
Женщины	50,0-60,0	5,0	7,5	12,6	19,0
	15,0-20,0	5,4	8,5	13,5	20,9
	20,0-30,0	5,0	8,3	14,4	21,9
	30,0-40,0	4,7	7,9	13,3	20,5
	40,0-50,0	4,3	7,2	12,6	18,7
Пожилые мужчины	50,0-60,0	5,0	7,6	11,8	16,6
	60,0-65,0	4,7	7,2	11,5	14,8
	65,0-70,0	4,3	5,9	8,7	13,7
	70,0-75,0	4,0	5,0	7,6	11,4
	75,0-80,0	3,6	4,7	6,5	10,0
Пожилые женщины	80,0-85,0	3,2	4,3	5,4	7,2
	60,0-65,0	5,0	7,2	10,4	14,4
	65,0-70,0	4,7	6,8	10,4	12,9
	70,0-75,0	4,3	5,0	6,1	8,6
	75,0-80,0	3,9	4,9	6,1	8,3
	80,0-85,0	3,6	4,8	5,8	6,4

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Классификационные признаки наездов на пешехода

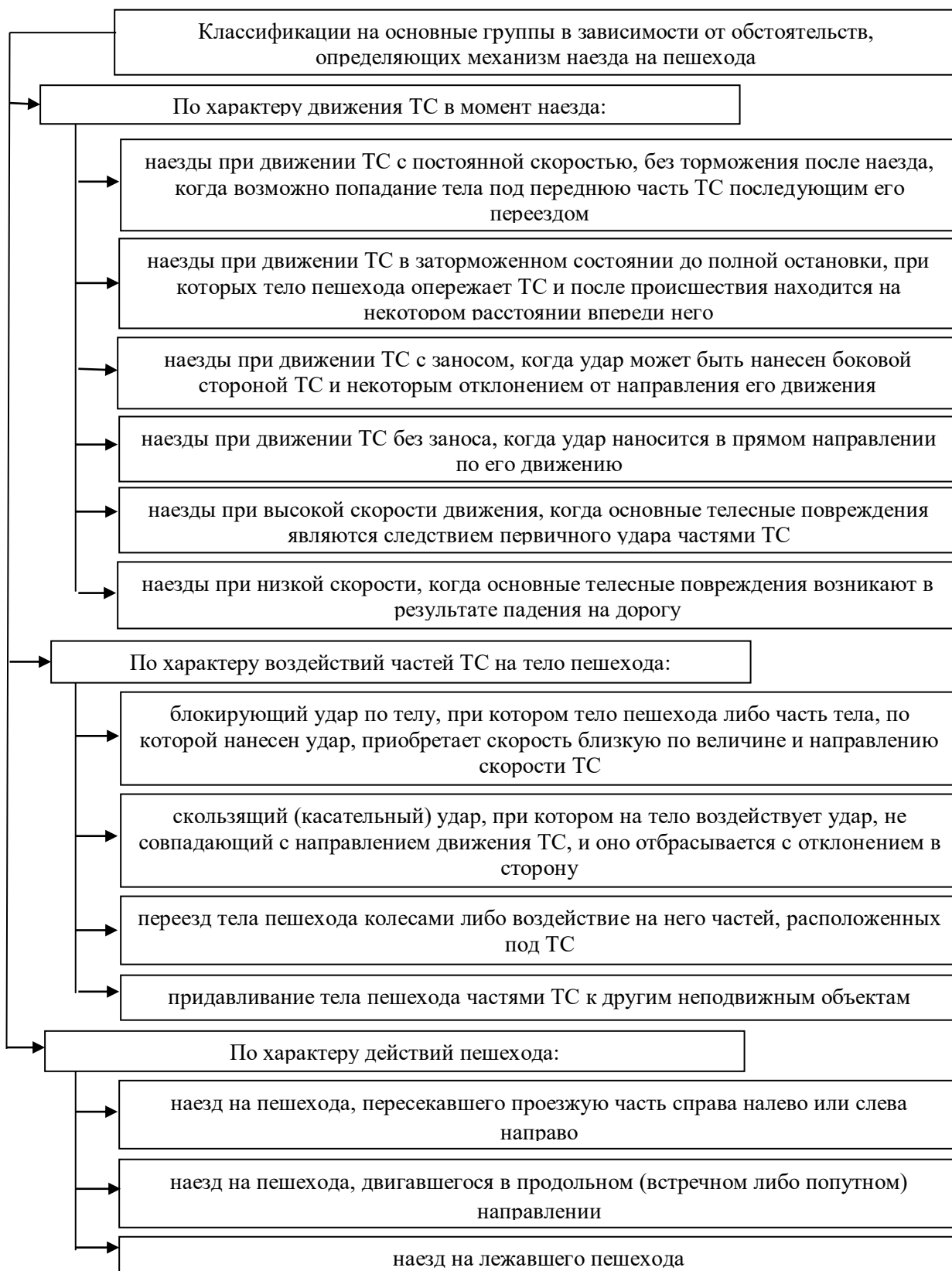


Рисунок В.1 – Классификация наездов на пешехода



Продолжение приложения В

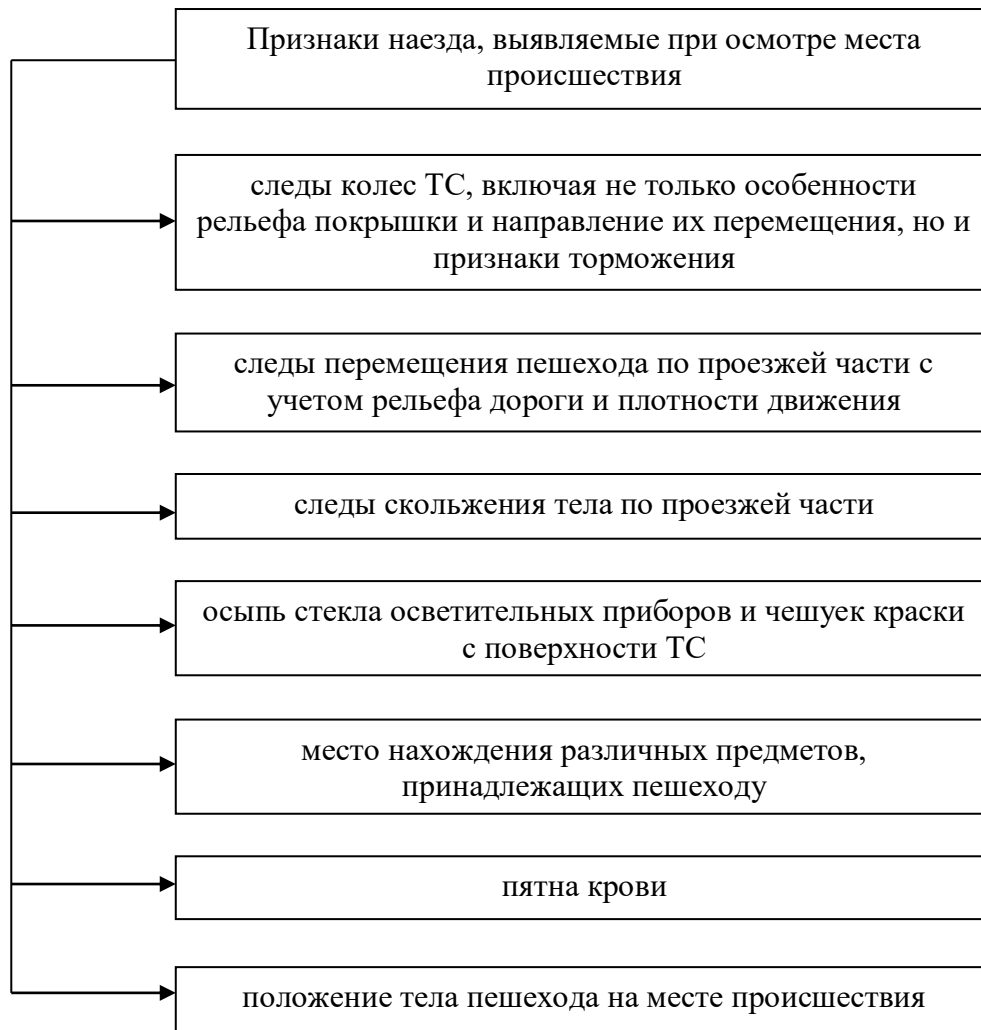


Рисунок В.2 – Классификация признаков и следов наезда, выявляемых при осмотре места происшествия

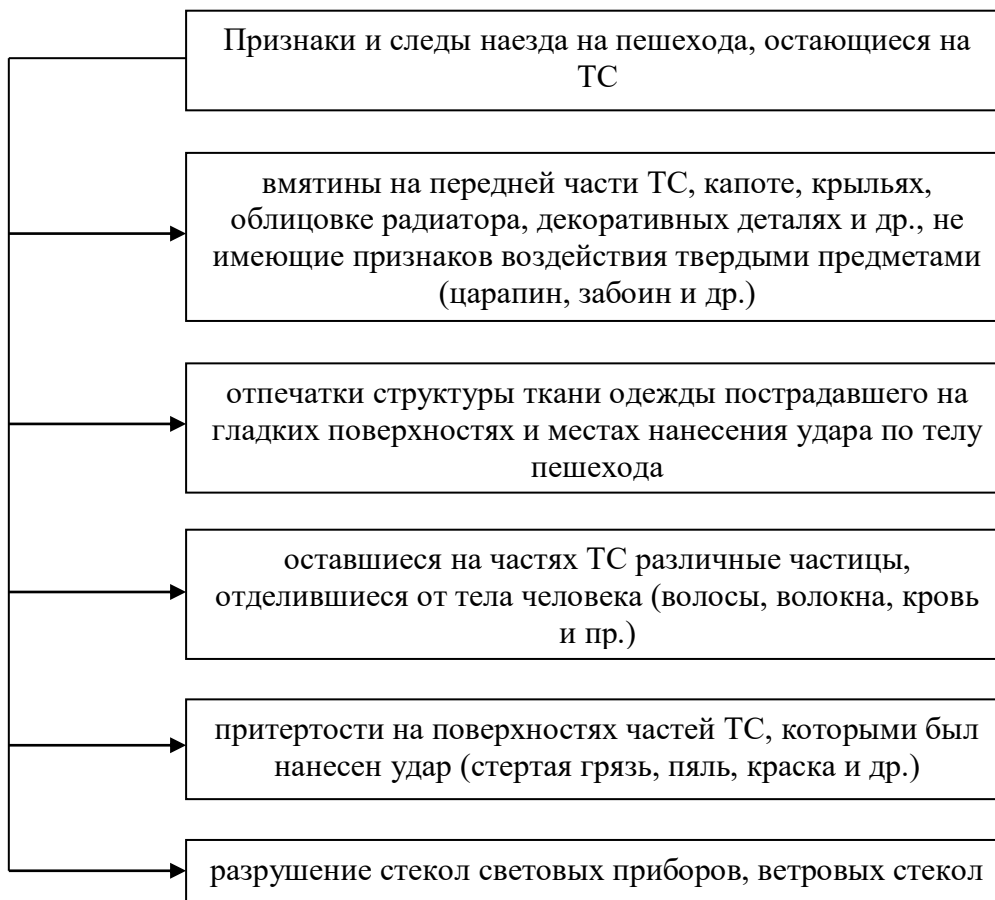


Рисунок В.3 – Классификация признаков и следов наезда, остающихся на ТС

## Продолжение приложения В



Рисунок В.4 – Классификация признаков наезда и следов наезда остающихся на одежде пешехода

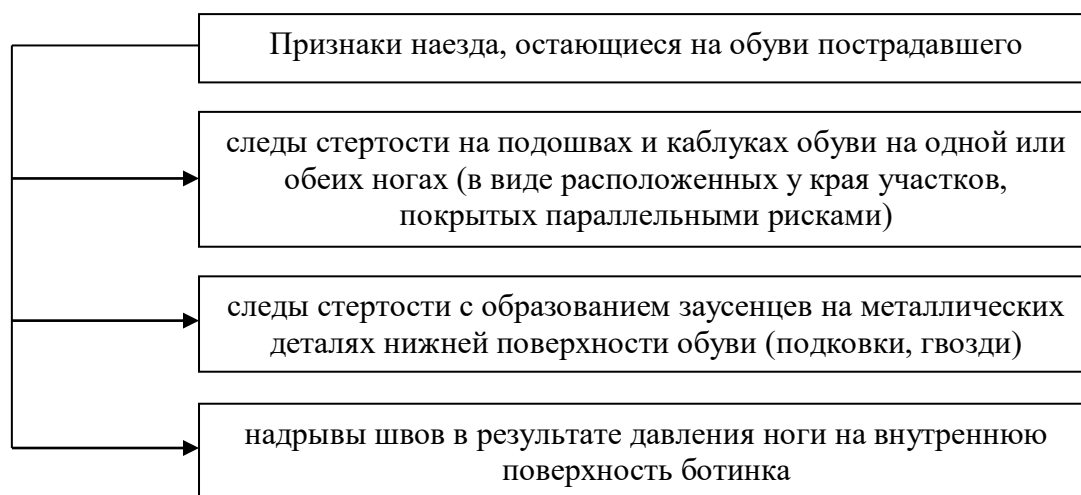


Рисунок В.5 – Классификация признаков и следов наезда, остающихся на обуви пешехода

