

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ВОРОЖЕЙКИН ИГОРЬ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
д.т.н., профессор
Евтюков С.А.

Санкт-Петербург – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ...	9
1.1 Исследование основных причин возникновения ДТП на дорожной сети РФ....	9
1.2 Влияние фактора скорости на БДД.....	18
1.3 Методы ОСД ТС при проведении ДТЭ	22
1.4 Развитие применения технических средств, осуществляющих функцию видеосъемки на дорожной сети РФ.....	37
Выводы по первой главе.....	40
ГЛАВА 2. ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВИДЕОЗАПИСЕЙ. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ И СВОЙСТВ ВИДЕОЗАПИСЕЙ НА РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТС	41
2.1 Методы обработки видеозаписей	41
2.2 Теоретическое исследование оптических искажений и способы их устранения.....	45
2.3 Процедура ОСД ТС по видеозаписи	50
2.4 Оценка влияния геометрических искажений на точность ОСД ТС по видеозаписи	59
2.5 Влияние режима частоты кадров на расчетное значение скорости движения ТС по видеозаписи	62
Выводы по второй главе	64
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСД ТС ПО ВИДЕОЗАПИСЯМ.....	66
3.1 Цель и задачи экспериментальных исследований.....	66
3.2 Экспериментальное ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического объекта известной длины	68
3.3. Повышение точности ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического мерного объекта известной длины	89
3.4. Экспериментальное определение значений скорости движения ТС по видеозаписям при движущемся видеозаписывающем устройстве.....	96
3.5 Разработка метода ОСД ТС по видеозаписям на основе распознавания четырёхугольных объектов с учетом скорости движения записывающего устройства.....	99
Выводы по третьей главе.....	104

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	105
4.1 Применение и оценка эффективности усовершенствованного метода ОСД ТС по видеозаписи при перемещении на расстояние известной длины	105
4.2 Применение и оценка эффективности предлагаемого метода ОСД ТС по видеозаписи с учетом скорости движения записывающего устройства на основе распознавания четырехугольных объектов	110
Выводы по четвертой главе.....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	112
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	113
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ А	126
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ В	130
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	143
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	157
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	162
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	164
ПРИЛОЖЕНИЕ И	165

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В 2022 году на территории Российской Федерации (РФ) зарегистрировано более 126 тыс. дорожно-транспортных происшествий (ДТП), что на 5% меньше, чем в предыдущем году, но аварийность до сих пор находится на достаточно высоком уровне. Несоблюдение скоростного режима является одной из основных причин ДТП. При проведении дорожно-транспортных экспертиз (ДТЭ) требуется установить фактическую скорость движения транспортных средств (ТС) для определения технической возможности предотвращения ДТП и дальнейшей оценки действий водителя на соответствие требованиям правил дорожного движения (ПДД). Для определения скорости движения (ОСД) ТС часто используются видеозаписи, полученные с различных средств видеосъемки, таких как дорожное видеонаблюдение и видеорегистраторы, которые получают все большее применение на территории РФ. Исследование показало, что 30% ДТП фиксируется видеозаписывающим устройством, и в 56% случаев экспертам требуется ОСД ТС по этим видеозаписям. При этом, отсутствуют единые требования к видеозаписям, по которым возможно ОСД ТС. Кроме этого, при проведении ДТЭ по видеозаписям, экспертами не всегда учитываются особенности взаимоположения видеозаписывающего устройства и ТС, все это вносит значительные погрешности в определяемые значения скорости движения ТС, как следствие, получение неверных выводов при установлении технических возможностей у участников ДТП предотвратить аварийную ситуацию. Исходя из этого становится очевидно, что необходимо совершенствование существующего метода ОСД ТС по видеозаписи, что позволит уменьшить погрешность определения фактических скоростей движения ТС в момент ДТП и повысить точность результатов ДТЭ.

Степень разработанности темы исследования. В области обеспечения безопасности дорожного движения, реконструкции и экспертизы ДТП большой вклад внесли такие ученые, как: А.Н. Новиков, А.Г. Шевцова, И.А. Новиков, С.В. Дорохин, С.А. Евтюков, А.И. Рябчинский, В.В. Сильянов, С.В. Жанказиев, П.А.

Кравченко, Е.В. Куракина, Э.Р. Домке, А.С. Афанасьев, В.Н. Добромиров, А.В. Терентьев, В.В. Зырянов, А.В. Шемякин, Л.С. Трофимова, В.М. Курганов, В.И. Рассоха, Н.С. Захаров, Ю.В. Трофименко, Д.В. Капский, В.Ф. Бабков, В.Э. Клявин, И.Н. Пугачев, А.И. Федотов, С.С. Евтюков, Я.В. Васильев, а также зарубежные ученые: G.Ginzburg, M. Abramowski, P. Kizemien, R. Gruzewski, Z. Witkowski, J. Vrabel, L. Gardynski, J. Caban, A. Nieoczum, S. Tarkowski и другие. Анализ научных работ известных ученых показал, что ОСД ТС по видеозаписям является перспективным направлением, которое требует совершенствования.

Цель исследования – повышение эффективности ДТЭ за счет совершенствования метода ОСД ТС по видеозаписям.

Задачи исследования:

1. Определить способы достижения необходимого уровня точности определяемой по видеозаписи скорости ТС для последующего расчета скорости при ДТЭ.

2. Получить расчетные эмпирические зависимости для ОСД ТС по видеозаписям с учетом угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и осью направления движения ТС и расстояния, преодолеваемого ТС за один кадр в зависимости от частоты кадров видеозаписи.

3. Разработать уточненный метод и блок-схему процесса ОСД ТС по видеозаписям при перемещении на расстояние известной длины относительно статического видеозаписывающего устройства.

4. Разработать алгоритмы ОСД ТС при его перемещении относительно статического и динамического видеозаписывающих устройств.

Объект исследования – проведение ДТЭ.

Предмет исследования – научные подходы к ОСД ТС.

Рабочая гипотеза – определение и учет угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и осью направления движения ТС и использование полученных значений длин мерных объектов в зависимости от частоты кадров видеозаписи может быть использовано в ДТЭ как инструмент повышения эффективности экспертного анализа причин ДТП, за счет снижения

погрешности существующего метода по ОСД ТС в различных стадиях механизма ДТП.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Способы достижения необходимого уровня точности определяемой по видеозаписи скорости ТС для последующего расчета скорости при ДТП.
2. Расчетные эмпирические зависимости для ОСД ТС по видеозаписи с учетом угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и осью направления движения ТС и расстояния, преодолеваемого ТС за один кадр в зависимости от частоты кадров видеозаписи.
3. Уточненный метод и блок-схема процесса ОСД ТС по видеозаписям при перемещении на расстояние известной длины относительно статического видеозаписывающего устройства.
4. Алгоритмы ОСД ТС при его перемещении относительно статического и динамического видеозаписывающих устройств.

Научная новизна исследования:

1. Установлены способы достижения необходимого уровня точности определяемой по видеозаписи скорости ТС для последующего расчета скорости при ДТП.
2. Получены эмпирические зависимости для ОСД ТС по видеозаписи с учетом угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и осью направления движения ТС и расстояния, преодолеваемого ТС за один кадр в зависимости от частоты кадров видеозаписи.
3. Разработаны уточненный метод и блок-схема процесса ОСД ТС по видеозаписям при перемещении на расстояние известной длины относительно статического видеозаписывающего устройства.
4. Разработаны алгоритмы ОСД ТС при его перемещении относительно статического и динамического видеозаписывающих устройств.

Методология и методы исследования основаны на анализе результативности применения существующих способов ОСД ТС при ДТП и перспективах использования для этих целей видеозаписей, экспериментальной

проверке теоретических предположений с использованием нашедших широкое применение приёмов планирования эксперимента и обработки полученных данных.

Теоретическая значимость исследования заключается в обосновании практических рекомендаций по организации процесса реконструкции ДТП при проведении ДТЭ с использованием видеозаписей, обеспечивающих достижение необходимого уровня точности ОСД ТС с учетом влияния различных факторов.

Практическая значимость в возможности применения автотехническими экспертами усовершенствованного метода ОСД ТС при проведении ДТЭ, обеспечивающего получение более достоверных значений скоростей движения ТС в различных стадиях механизма ДТП по видеозаписям фиксации событий реконструируемых ДТП.

Область исследования соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта, а именно: п.6 «Обеспечение экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса; совершенствование методов автодорожной и экологической экспертизы, методов экологического мониторинга автотранспортных потоков» и п.9 «Исследования в области безопасности движения с учетом технического состояния автомобиля, дорожной сети, организации движения автомобилей; проведение дорожно-транспортной экспертизы, разработка мероприятий по снижению аварийности».

Степень достоверности результатов обоснована применением общепринятых методов проведения экспериментальных исследований; подтверждена экспериментальной проверкой и последующим практическим применением; обеспечена использованием апробированных методов при обработке результатов экспериментальных исследований.

Реализация результатов исследований. Используются в экспертной практике ООО «Деловой Эксперт», Института безопасности дорожного движения СПбГАСУ, при подготовке обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства и аспирантов по направлению подготовки 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта в учебной деятельности ФГБОУ

ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Апробация результатов. Результаты работы представлены на следующих конференциях: 6-ой, 8-ой и 9-ой Международной научно-практической конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте» (Орёл, 2020, 2022, 2023 гг.), 14-ой и 15-ой Международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах», (Санкт-Петербург, 2020, 2022 г.), Международной научно-практической конференции «Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте» - ИИТТ (Липецк, 2022 г.), 76-ой Научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета «Архитектура – Строительство – Транспорт» СПбГАСУ (Санкт-Петербург, 2022 г.).

Работа выполнена в рамках конкурса УМНИК «Автонет» 2020 г., конкурса грантов для студентов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, 2020 г., конкурса студенческих грантов СПбГАСУ 2019 г.

Публикации. Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 17 печатных работах, 9 из которых приведены в научных изданиях, рецензируемых ВАК, 1 опубликована в научном журнале, индексируемом Scopus, получены 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем диссертационной работы. Работа изложена на 171 странице печатного текста и состоит из следующих частей: введение, четыре главы, заключение, 8 приложений, список литературы из 98 источников, а также 19 таблиц, 60 иллюстраций и 73 формулы.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Исследование основных причин возникновения ДТП на дорожной сети РФ

На сегодня существует одна достаточно острая проблема с демографической, с экономической, с социальной точки зрения, которая наблюдается практически во всех государствах. Речь идет о ДТП. РФ по количеству ДТП занимает одно из высоких мест. Важно понимать, что уровень аварийности существенно вредит не только населению страны, но также экономике всего государства, в целом.

За последние девять лет, согласно проведенным статистическим исследованиям, в РФ основные показатели аварийности снижаются. В частности, в 2022 году на дорогах было зарегистрировано более 126 000 аварийных ситуаций – это примерно на 5% меньше, чем годом ранее [24]. Более подробно данные показатели отражены на рисунке 1.1.

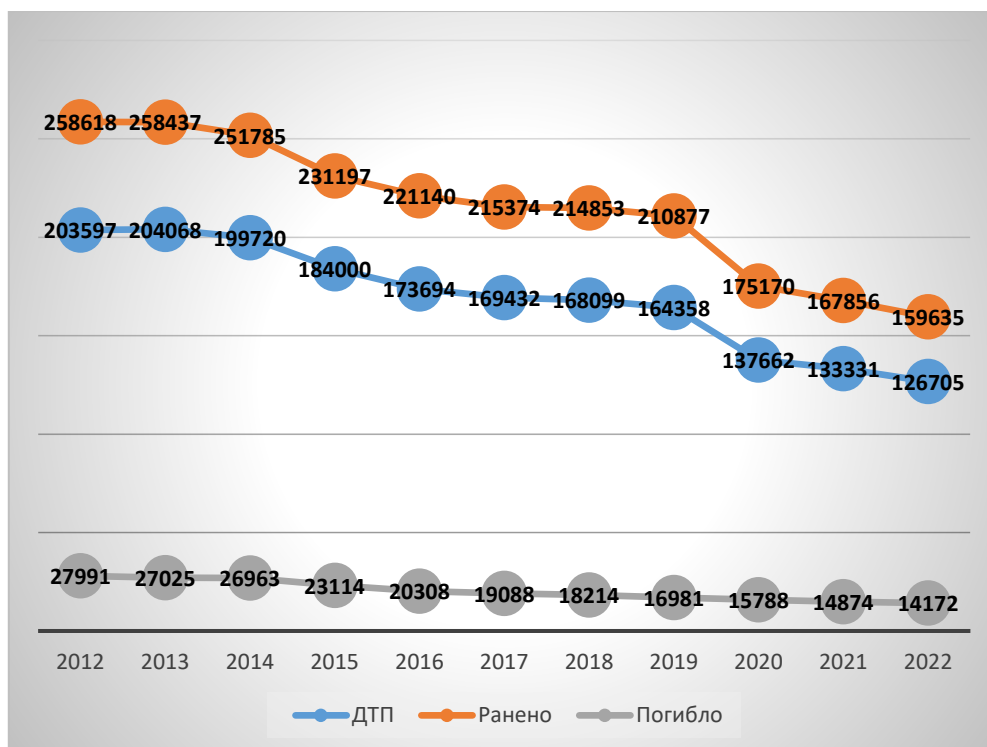


Рисунок 1.1 – Динамика основных показателей ДТП

Существует несколько видов нарушений правил дорожного движения, которые в основной массе становятся причиной ДТП. Одной из основных причин аварийных ситуаций является нарушение скоростного режима, таких ДТП за 2022 год было зафиксировано почти 22 000 или почти 17%. Среди иных причин, на основании которых возникают аварийные ситуации, можно выделить следующие:

- неправильное расположение ТС на проезжей части - 14 000 ДТП или почти 11%;
- нарушение дистанции - почти 13 000 ДТП или почти 10%;
- неправильное пересечение пешеходных переходов - почти 11 000 ДТП или 9%;
- выезд на встречную полосу - около 11 000 ДТП или 8,5%.

Максимальное количество погибших было отмечено по причине того, что ТС выезжает на встречную полосу движения, при котором происходит столкновение ТС [24]. В таких авариях зафиксировано более 3 500 погибших или 25% от общего количества. Количество погибших людей по причине нарушения скоростного режима превысило 3 000 или более 20%, что показано на рисунке 1.2.

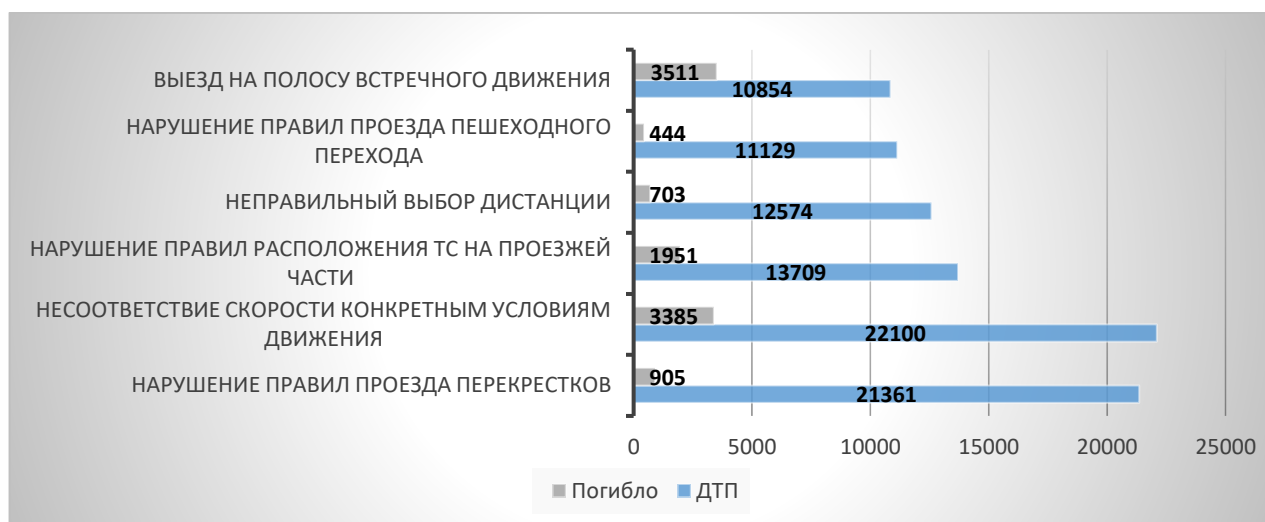


Рисунок 1.2 – Количество ДТП и число погибших в них

В результате анализа вышеприведенной статистики установлено, что нарушение скоростного режима является одной из основных причин возникновения ДТП, а также погибших людей в ДТП. В связи с этим, в дальнейшем

в работе будет подробно исследовано влияние соблюдения скоростного режима на безопасность дорожного движения.

В 2022 году на дорогах РФ случилось немало смертельных исходов при авариях, которые связаны с нарушением скоростного режима. От всех ДТП количество таких происшествий превышает 17%, при этом, ДТП, которые связаны с несоблюдением установленной скорости на дороге или с нарушением определенных обозначений составляют 92% от всех дорожных происшествий, 8% составляют те ДТП, которые связаны с превышением скорости. Эти соотношения более подробно отражены на рисунке 1.3.

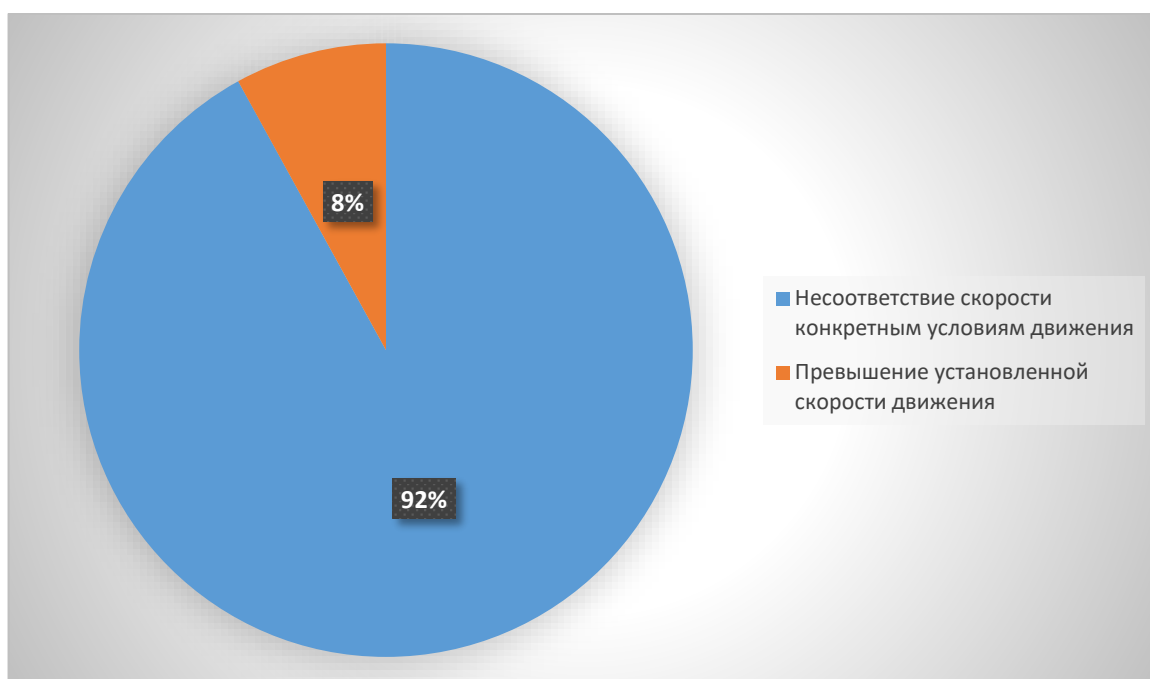


Рисунок 1.3 – ДТП, связанные с нарушением скоростного режима

Почти в трети всех ДТП, связанных с нарушением скорости, происходят столкновения с препятствиями, а несоблюдение скоростного режима чаще всего приводит к выезду за пределы дороги (около 35%). В случае наезда на пешехода показатели тяжести последствий гораздо выше, чем в других ситуациях (порядка 19,4). В целом, нарушение скорости оказывает существенное влияние на серьезность последствий ДТП.

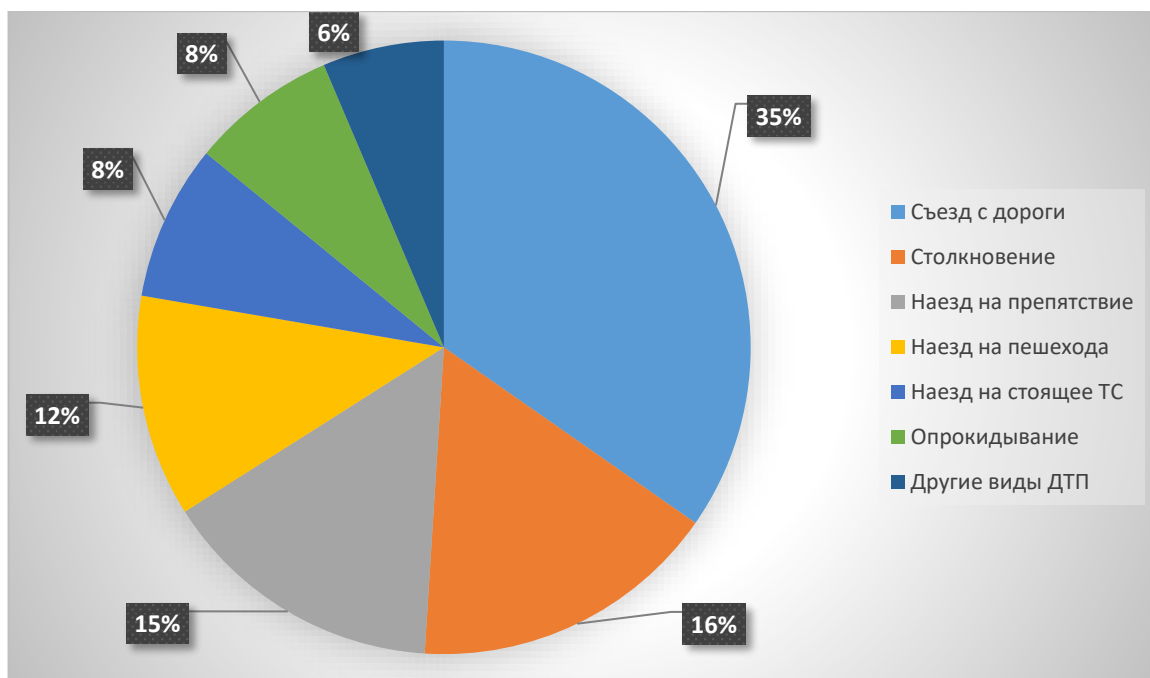


Рисунок 1.4 – Распределение видов ДТП из-за нарушения скоростного режима

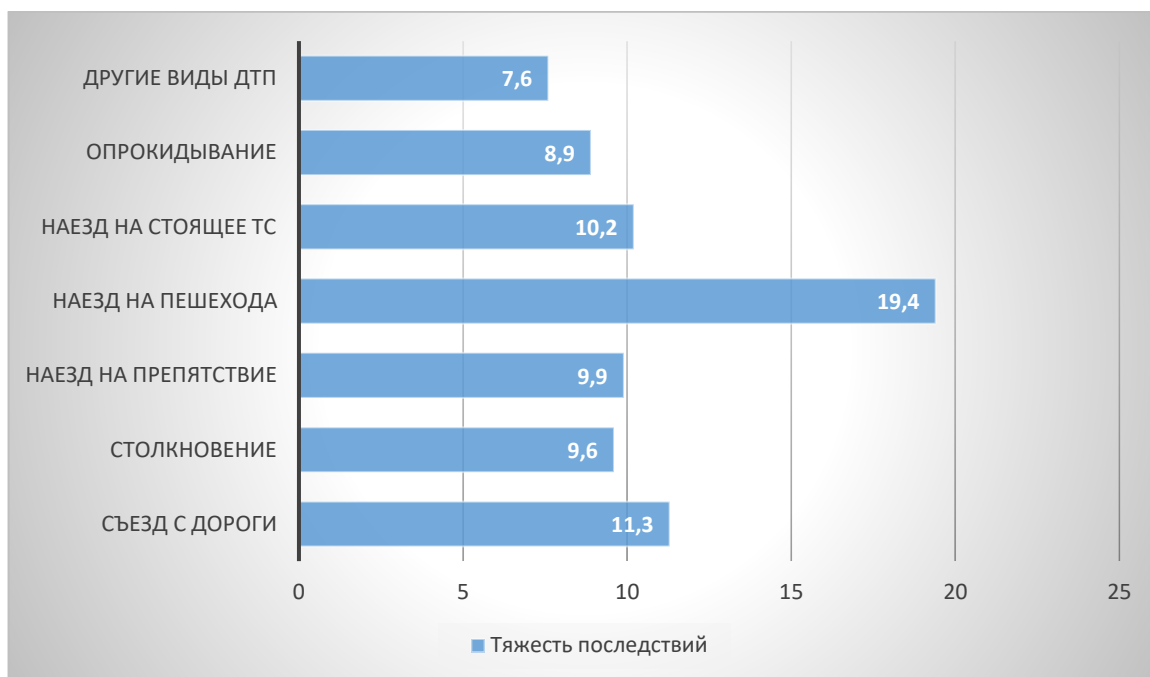


Рисунок 1.5 – Значения показателя тяжести последствий по видам ДТП, из-за нарушения скоростного режима

Кроме этого, стоит отметить, что порядка 62% ДТП, возникших, из-за несоблюдения скоростного режима возникло в светлое время суток, на темное

время суток приходится около 38%, но показатель тяжести последствий при данном виде ДТП является самым высоким, что отражено на рисунках 1.6 и 1.7.

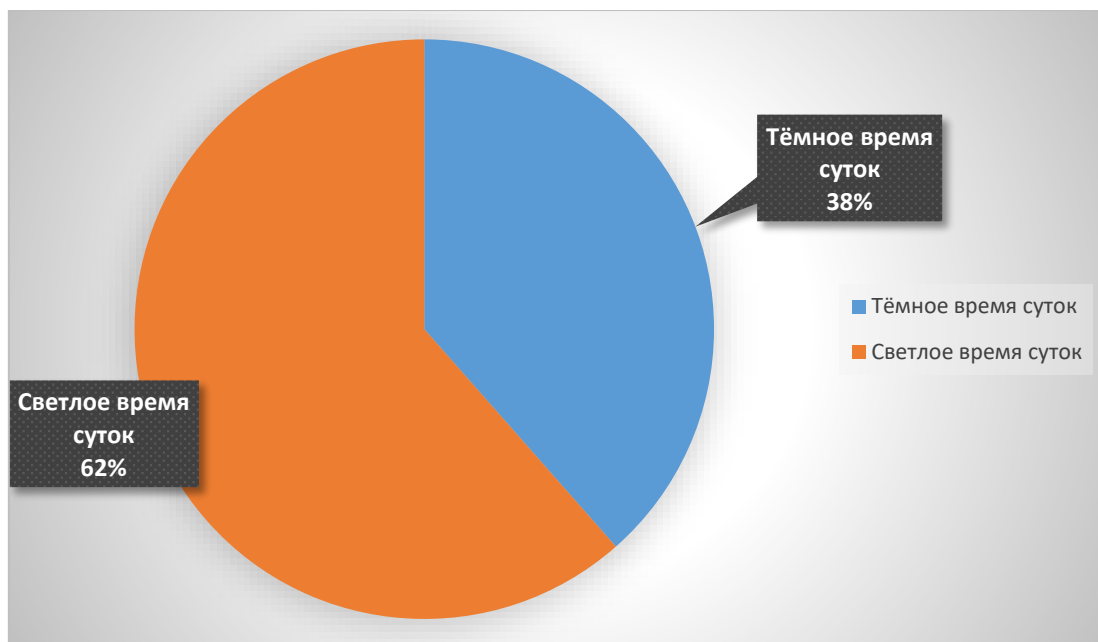


Рисунок 1.6 – Распределение ДТП, произошедших в результате несоблюдения скоростного режима в зависимости от времени суток

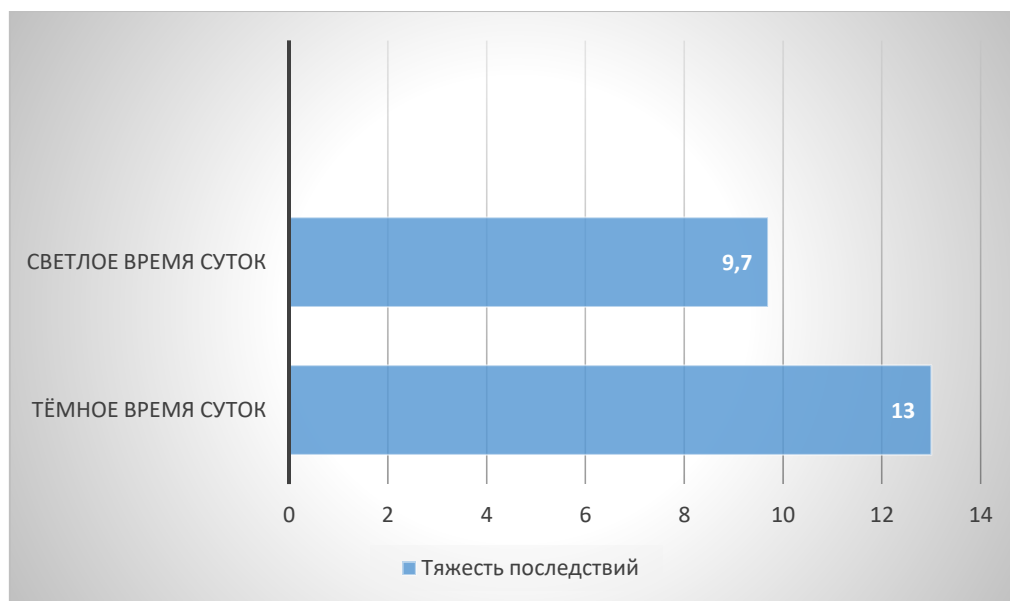


Рисунок 1.7 – Значения показателя тяжести последствий ДТП в зависимости от времени суток, из-за нарушения скоростного режима [24]

Согласно статистике, сокращение нарушений скоростного режима включено, как целевой ориентир в программы 35 стран, что является максимальным

значением в сравнении с другими целевыми ориентирами, распределение целевых ориентиров показано на рисунке ниже на рисунке 1.8 [94].

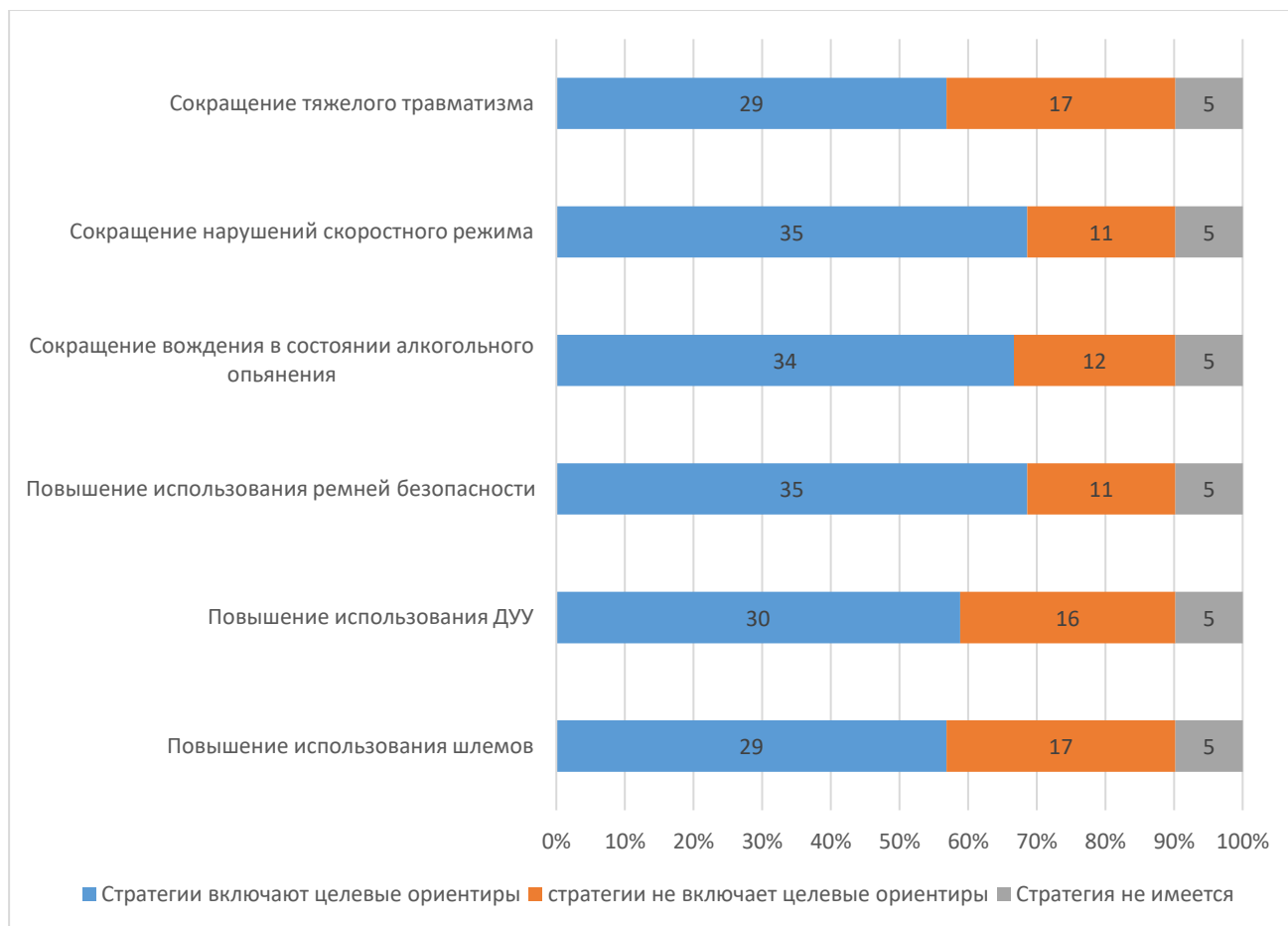


Рисунок 1.8 – Количество стран, имеющих национальные стратегии обеспечения безопасности дорожного движения с конкретными целевыми ориентирами

Скорость движения участников ДД является одной из пяти основных факторов риска, но при этом, менее чем в десяти странах Европейского региона законодательство в области данного фактора соответствует передовой практике и успешно соблюдается. Необходимо отметить, что среди стран Европейского региона хуже соответствует требованиям мировой практики только показатель «Вождение в состоянии алкогольного опьянения», более подробно значения данных показателей приведены на рисунке 1.9.

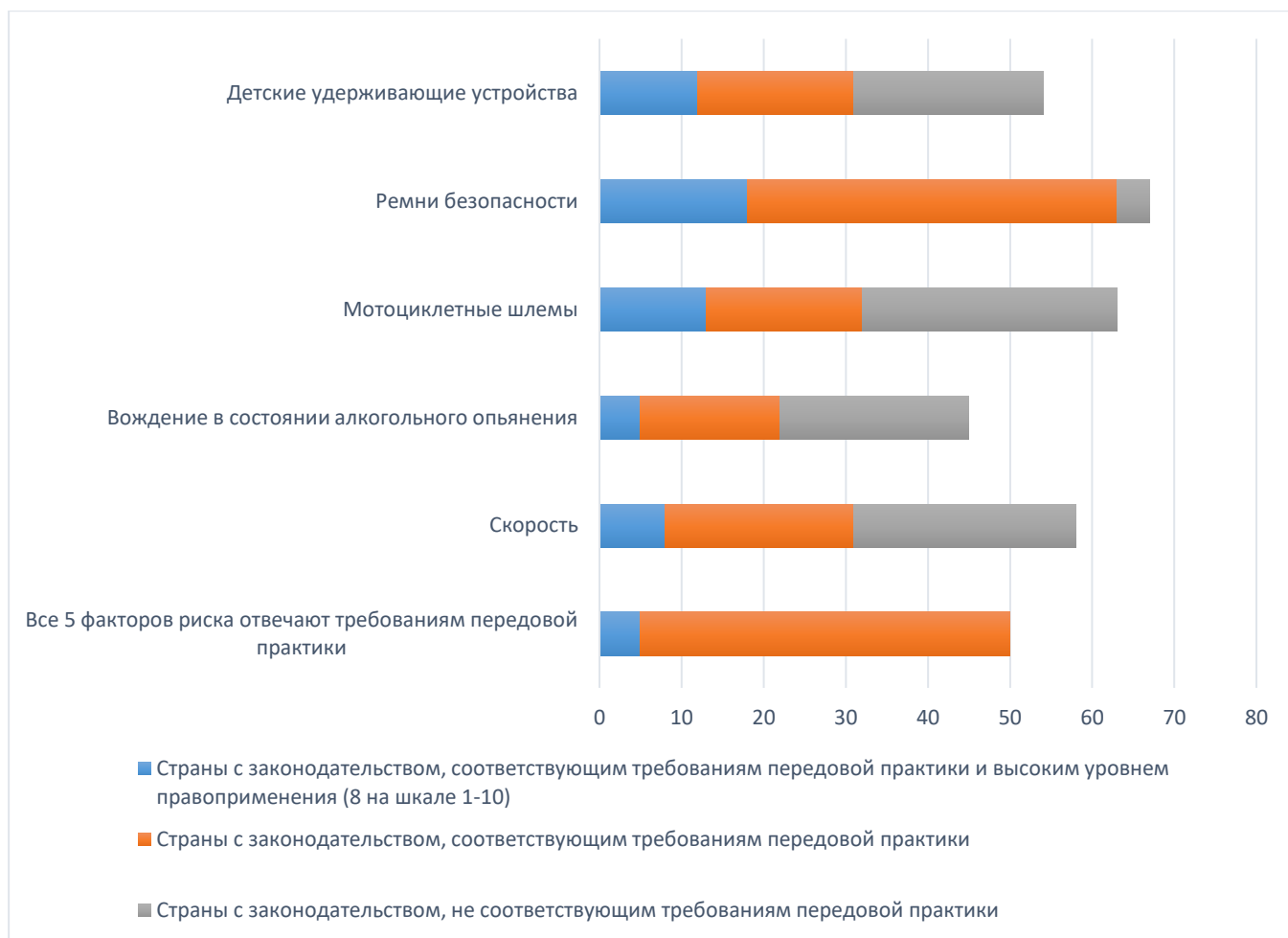


Рисунок 1.9 – Количество стран, где законодательство соответствует передовой практике и успешно соблюдается в отношении основных факторов риска [94]

На сегодняшний день, на территории РФ установлено более 15 млн камер видеонаблюдения, обеспечивающих съемку для различных нужд населения. В рамках АПК «Безопасный город» на территории Санкт-Петербурга, передаются данные более чем с 67 тыс. тыс. камер видеонаблюдения [95]. Исходя из этого, становится очевидно, что все чаще материалы, полученные с данных устройств, становятся основной доказательной базой при расследовании ДТП. Необходимо отметить, что с каждым годом количество ДТЭ, проведенных с использованием видеозаписей увеличивается. В рамках исследования собраны статистические данные с ряда экспертных организаций, проводящих автотехническую экспертизу, в результате были получены данные, приведенные в таблице 1.1 и на рисунке 1.10.

Таблица 1.1 – Статистика ДТЭ по экспертным организациям СЗФО

Год	Количество выполненных ДТЭ, шт.	Количество ДТЭ, где имелась видеозапись, шт.	Доля ДТЭ, где имеется видеозапись от общего количества ДТЭ, %
2013	5216	347	6,65
2014	5137	467	9,09
2015	5011	493	9,84
2016	5112	536	10,49
2017	5036	578	11,48
2018	5083	596	11,73
2019	4986	620	12,43
2020	4836	996	20,60
2021	4921	1086	22,07
2022	5024	1375	27,37
2023	5128	1548	30,19

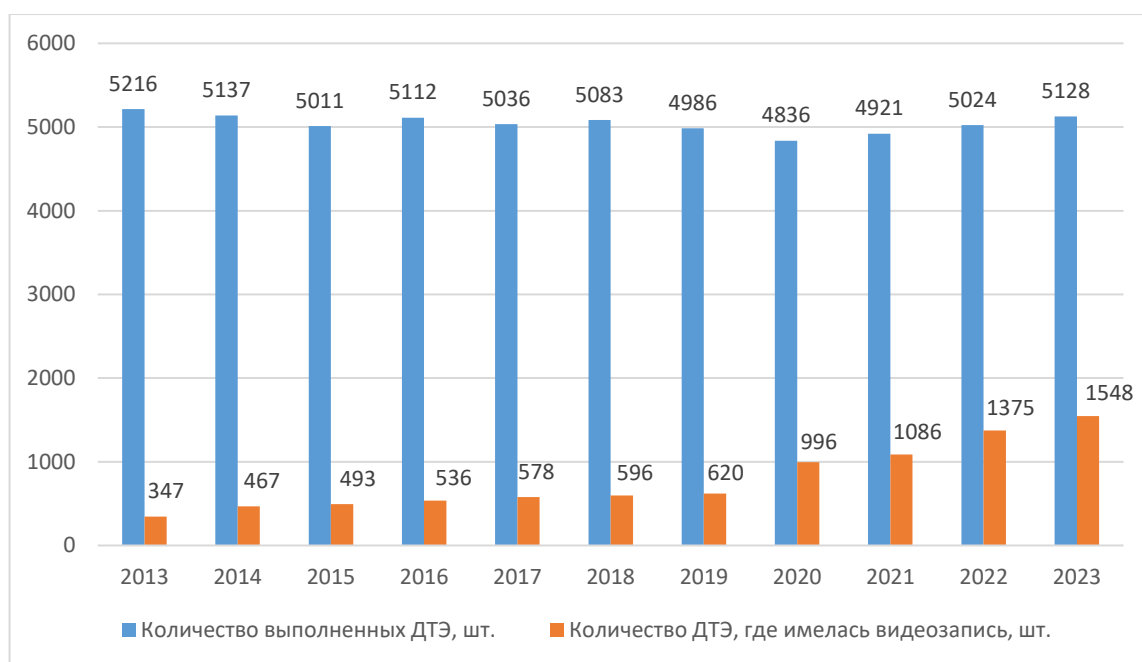


Рисунок 1.10 – Распределение экспертных задач при выполнении ДТЭ по видеозаписям

Из вышеприведенной таблицы видна стремительная тенденция увеличения количества ДТЭ, где при проведении расследования имелась видеозапись. Согласно, проанализированным данным установлено, что количество таких ДТЭ

увеличилось на 24%, при этом почти каждое третье ДТП попадает в поле зрения видеозаписывающих устройств [62]. Порядка в 31%-ом случаев эксперт имеет возможность произвести ОСД ТС по видеозаписи.

На сегодняшний день можно выделить следующий перечень основных экспертных задач, решаемых экспертами при расследовании ДТП по видеозаписям:

- ОСД ТС;
- определение местоположения ТС на проезжей части;
- определение сигнала светофорного объекта;
- определение наличия включенного указателя поворота на ТС, участвующих в ДТП;
- определение места наезда на пешехода;
- определение места перехода пешеходом проезжей части.

Результаты распределения экспертных задач, решаемых экспертами при выполнении ДТЭ по видеозаписям (приведенных в таблице 1.1) показаны на рисунке 1.11.

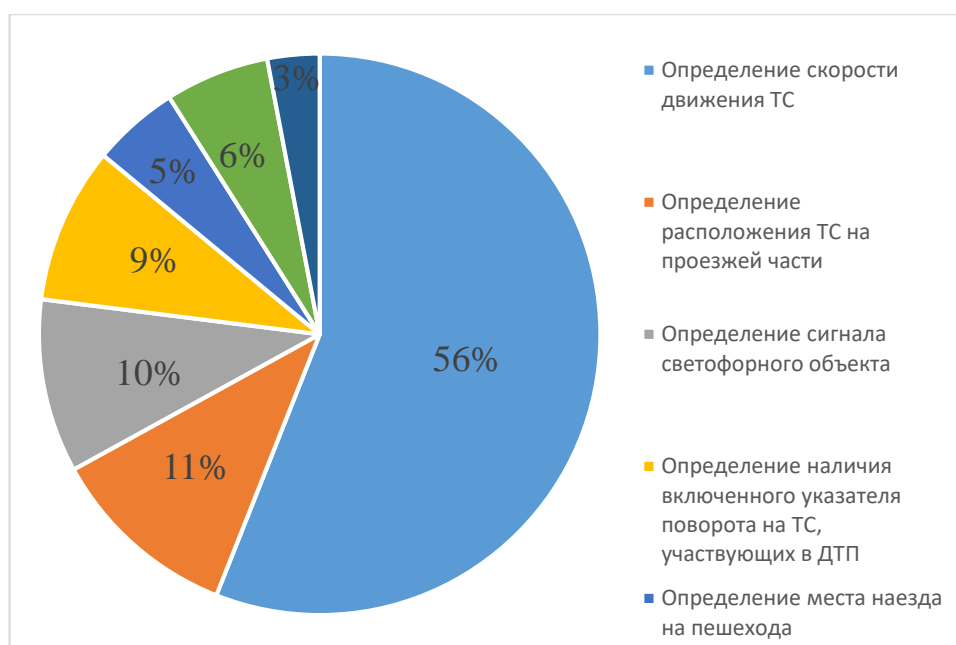


Рисунок 1.11 – Распределение экспертных задач при выполнении ДТЭ по видеозаписям

Таким образом, можно сделать вывод, что несоблюдение скоростного режима является одной из основных причин возникновения ДТП на территории РФ. По этой причине в 2022 год произошло почти 22 тыс. ДТП, а погибло порядка 3,4 тыс. чел. Необходимо отметить, что в мировой практике несоблюдение скоростного режима является одним из основных факторов риска возникновения ДТП и в большинстве стран европейского региона данный показатель включен в национальную стратегию обеспечения БДД.

1.2 Влияние фактора скорости на БДД

Все более актуальной становится потребность в увеличении мобильности населения за счет развития транспортной сети и инфраструктуры. Это сопровождается тем, что необходимо соблюдать определенную пропорцию между качеством дорожных сетей и их протяженностью. Также важно принимать во внимание численность всех ТС, которые находятся в распоряжении населения. Все это значительно обостряет задачи, связанные с обеспечением безопасности движения [49]. Для того чтобы решить ее, необходимо пересмотреть существующие на сегодня разные требования и нормативы, которые предъявляются к эксплуатации элементов дорожного движения [1,11].

Среди таких установленных правил можно выделить регламентацию скоростных режимов, в соответствии с которыми двигаются ТС. Требуется провести определенную работу для того, чтобы проанализировать то, насколько можно откорректировать существующее на сегодня движение. Очень важно всеми возможными способами повысить эффективность существующих на сегодня, транспортных процессов. При этом данного результата необходимо добиться без снижения безопасности. Для этого нужно проанализировать влияние регламента разных сопутствующих аспектов. Среди них, как уже отмечалось выше, выделяются следующие:

- окружающая среда;
- автомобильная дорога;

- ТС;
- водитель.

Среди основных подобных факторов можно выделить следующие:

- фактор окружающей природной среды;
- дорожный фактор;
- технический фактор;
- человеческий фактор [3].

Оценивая уровень влияния на человеческий фактор, а также на регламентирование скорости движения, необходимо брать во внимание определенные исследования. Очень важно понять, как водитель ведет себя на дороге, какой у него тип психологической личности, какой уровень подготовки, а также, какие существуют физиологические и психологические возможности организма [4].

Существует одно главное психологическое ограничение, которое влияет на безопасность дорожного движения. Речь идет о физической возможности человека воспринимать энергетический импульс таким образом, чтобы не произошло травмирования, несовместимого с жизнью.

Проведенный анализ уже существующих работ позволяет сделать некоторые выводы. В частности, стало понятно, что в РФ приняты особые скоростные ограничения. Есть установленные средства замедления движения на пешеходных переходах: приведенные в таблице 1.2 [23,32-33].

Таблица 1.2 – Скоростные ограничения по тяжести последствий ДТП [23,32-33]

Категория столкновения	Элементы безопасности	Порог риска
Фронтальный удар	Подушки безопасности и ремни, энергопоглощающие элементы	70км/ч
Боковой удар		50км/ч
Наезд на человека	-	30км/ч

Расчеты и результаты по ним позволяют сделать определенные выводы. Становится понятно, что ТС удастся полностью погасить кинетическую энергию примерно за 3 секунды. При этом это возможно только в тех условиях, если на

пороге отмечается умеренная плотность транспортного потока, если ТС двигалось со скоростью выше 80 км/ч. Даже если эта скорость будет меньше, реакция водителя будет недостаточной и это вызовет серьезный риск ДТП. Особенно ситуация может усугубиться в том случае, если время реакции будет увеличено по причине возраста и определенного психологического состояния водителя.

Одним из важных психологических показателей, характерных для людей, находящихся за рулем, является умение грамотно оценивать временные интервалы, а также скорость движения своего ТС и рядом находящихся ТС. Согласно проведенным исследованиям, стало понятно, что, как правило, в общем потоке ТС примерно 15% водителей превышают скорость, установленную на том или ином участке. При этом есть такие водители, которые, наоборот, занижают скорость своего ТС. Таких людей, как правило, 40% на дорогах. Как показала практика, безопасной является исключительно та же скорость, с которой двигается весь транспортный поток, в целом. Если изменять скорость движения в большую или меньшую сторону, хотя бы на 30 км/ч, примерно в 10 раз возрастает риск возникновения аварии. Скорость между ТС может отличаться до такого показателя, как 60 км/ч. По большей части это основано на технических возможностях тех или иных транспортных средств. Это достаточно критическая ситуация, которая увеличивает риск возникновения ДТП.

На ДТП оказывает влияние не только скорость, с которой передвигаются водители, но присущее им психологическое состояние. Часто возникают аварии, когда водители вынуждены повысить скорость [50].

Относительно небольшое превышение скорости не вызывает риска возникновения аварии. Но, тем не менее, практика показала, что даже небольшое увеличение скоростного режима автоматически в 2 раза превышает риск возникновения аварийной ситуации.

На безопасность на дороге влияют также технические факторы ТС [5, 65]. В частности, имеют значение такие важные аспекты, как:

- возрастная структура парка;
- состав автомобильного парка;

- техническое состояние ТС;
- конструктивные особенности ТС;
- энерговооруженность.

Процесс нормирования скорости движения на дорогах Российской Федерации осуществляются при наличии некоторых противоречий, основные из которых приведены ниже:

- увеличение транспортной производительности грузоперевозчиков;
- увеличение требований, касающихся подвижности населения;
- насыщение парка машин скоростными ТС;
- слабо развитая сеть автодорог;
- отсутствие необходимой инфраструктуры;
- разработка требований к конструктивной безопасности [23];
- невысокая дисциплина участников движения;
- низкое качество дорожных сетей;
- отсутствие мотивации соблюдать дорожные правила;
- наличие определенного неграмотного менталитета при поведении на дороге;
- большое количество устаревших ТС;
- возраст водителей становится все более молодым;
- отсутствие развитых видеосистем для фиксации нарушений [37].

На данный момент дорожная ситуация в РФ заняла особое положение. Именно по этой причине было принято решение, чтобы немного повысить уровень скорости. При этом увеличение должно быть минимальным, чтобы не вызывать серьезных негативных последствий [46-47].

Важным моментом является то, что в российском обществе особое внимание уделяется именно экономическим и социальным критериям. Одним из них является упомянутая концепция - «Нулевая смертность». Но, чтобы ее достигнуть и обеспечить на дороге максимальный уровень безопасности, необходимо повышать скорость с одновременной реализацией определенных нормативных требований,

которые соответствуют определенной национальной структуре. Но в любом случае должна быть создана максимально безопасная среда. Достигнуть такого результата можно через оснащение дорог специальными автоматизированными системами. Необходимо обеспечить максимально жесткий контроль за тем, какие нарушения совершают участники движения. Также требуется разработать систему санкций за нарушение установленных правил.

1.3 Методы ОСД ТС при проведении ДТЭ

В расследовании причин ДТП важно, с какой скоростью передвигалось ТС. Эта скорость определяется при помощи потерпевших, обвиняемых или с помощью показаний свидетелей. Это важный источник информации, но далеко не всегда правдивый. В показаниях такого плана наблюдается существенный разброс значений. Основная причина заключается в том, что каждый человек может недооценивать или переоценивать скорость, с которой двигалось ТС. Кроме того, у каждого человека существует индивидуальная оценка среднего значения скорости ТС.

Более точного результата можно добиться в том случае, если исследовать такие важные факторы, указывающие на скорость, как:

- степень деформации кузова;
- положение ТС;
- вид торможения.

Одна из методик определения скорости движения ТС основана на анализе следов торможения. Подобная методика имеет под собой научную базу. Она заключается в том, что определяется след на дорожном покрытии, на месте произошедшего ДТП [36,38]. Образование следов торможения в значительной мере зависит от состояния шин и покрытия дороги – его шероховатости, чистоты, температуры. Поэтому одни ТС оставляют следы на дороге, а другие, тормозившиеся со. значительно большей интенсивностью, не оставляют. Таким образом, отсутствие следов на дороге еще не означает, что водитель не применял

торможения. При «идеальных» условиях торможения $j = g\varphi$, скорость движения ТС определяется по следующей формуле:

$$V_a = 17,6 \frac{\varphi}{K_{\text{Э}}} t_3 + \sqrt{254 \frac{\varphi}{K_{\text{Э}}} S_{\text{ю}}} \quad (1.1)$$

где V_a – скорость, м/с; φ – коэффициент сцепления; $K_{\text{Э}}$ – коэффициент эффективности торможения; t_3 – замедление и убыстрение, с; $S_{\text{ю}}$ – длина следа, м.

В случае, если торможение ТС производится на участке дороги со спуском или подъемом, то данный уклон учитывается при определении установившегося замедления по следующей формуле:

$$j = g \left(\frac{\varphi \cos \alpha}{K_{\text{Э}}} \pm \sin \alpha \right) \quad (1.2)$$

В данном случае, скорость ТС будет рассчитываться по следующей формуле:

$$V_a = 35,3\varphi(t_1' + t_2 + 0,5t_3) + 1,8jt_3 + \sqrt{26jS_{\text{ю}}} \quad (1.3)$$

Если на пути тормозящего ТС имеются участки с различными сцепными свойствами, то на каждом из них замедление будет зависеть от коэффициента сцепления. В таком случае, для ОСД ТС до применения им торможения должны быть известны длина каждого участка торможения, а также коэффициент сцепления, расчет в данном случае будет производиться по следующей формуле:

$$V_a = 1,8t_3j_1 + \sqrt{26 \sum_{j=1}^n S_{\text{ю}}}, \quad (1.4)$$

где j_1, j_2, \dots, j_n — установившееся замедление на каждом участке торможения; S_2, S_3, \dots, S_n — длина каждого участка.

Если во время торможения ТС двигалось с заносом или разворотом, то скорость его движения перед торможением рассчитывается по длине траектории центра его масс. Когда тормозящее ТС въезжает на какое-либо возвышение, то скорость данного ТС в таком случае будет рассчитываться по следующей формуле:

$$V_a = 1,8t_3j_1 + \sqrt{26(jS_m + gh)}, \quad (1.5)$$

где h – высота препятствия, м

Таким образом, скорость ТС после прекращения торможения и продолжения движения накатом до полной остановки рассчитывается по формуле:

$$V_k = 0,5 (j_{yct} - j_k) t_{om} + j_k t_{om} \quad (1.6)$$

где $t_{от}$ – время оттормаживания, с; принимается равным: 0,3 с – для гидравлического привода, 1,5-2,0 с – для пневматического; $S_{ю}$ – длина следа юза, м; j_k – замедление на участке свободного качения, м/с²; S_k – смещение ТС до полной остановки, не оставляя следа юза колес, м.

В ряде дорожных ситуаций приходится рассчитывать скорость движения ТС при начале следообразования, что практически соответствует началу торможения с установившимся замедлением. Эта скорость будет меньшей, чем перед началом торможения, на величину:

$$\Delta v = 1,8 t_3 j \quad (1.7)$$

Следовательно, если известна скорость V_a перед началом торможения, то скорость перед началом следообразования будет определяться по формуле:

$$V_{ю} = V_a - 1,8 t_3 j \quad (1.8)$$

В случае если известны скорость движения к началу следообразования $V_{ю}$ и длина следов юза $S_{ю}$, а при прекращении торможения ТС продолжало движение, то к моменту окончания торможения его скорость будет равна:

$$V_2 = \sqrt{v_{ю}^2 - 26jS_{ю}} \text{ км/ч.} \quad (1.9)$$

Наезды на людей или другие препятствия часто происходят тогда, когда торможение было начато водителем до соударения ТС с препятствием, т. е. после начала следообразования, когда тормозящее ТС еще продолжало движение юзом. Если оказалось возможным установить, в каком месте следа произошел наезд, или известна длина юза $S_{ю}$ и расстояние от начала следа до места наезда $S'_{ю}$, то скорость ТС определяют в следующем порядке:

- 1) определить V_a ;
- 2) определение S'_T , преодоленное ТС (с учетом невидимой, т. е. не обозначившейся, части тормозного пути) [10,25]:

$$S'_m = S'_{ю} + \frac{V_a t_3}{7,2} \text{ м} \quad (1.10)$$

Если известны скорость до торможения и расстояние $S''_{ю}$, на которое заторможенное ТС продвинулось после наезда, то определяют S'_T — расстояние до наезда, на которое переместилось ТС, затормозившее до постоянного замедления;

$$S'_m = \frac{v_{нач}^2}{26j} - S''_m \quad (1.11)$$

3) Скорость в момент наезда определяется по следующей формуле:

$$V_n = \sqrt{v_a^2 - 26S'_mj} \quad (1.12)$$

В случае, если возможно определить путь, пройденный тормозящим ТС до установившегося замедления ТС от момента наезда до его остановки, т.е. бывает известна только конечная часть тормозного пути. В сложившейся ДТС скорость движения ТС будет определяться по нижеприведенной формуле:

$$V_n = \sqrt{26S''_mj} \quad (1.13)$$

где S''_T — конечная часть тормозного пути [10].

При анализе некоторых происшествий необходимо определять начальную скорость ТС, остановившихся не в результате торможения, а под воздействием сил сопротивления движению (движение накатом). Начальную скорость рассчитывают по формуле:

$$v_n = \sqrt{254(f \cos \alpha \pm \sin \alpha) S_n} \quad (1.14)$$

где S_n — путь наката [26].

Если ТС двигалось до остановки накатом после прекращения торможения, то скорость перед торможением составит:

$$v_a = 1,8(t_3 + t_{om})j + \sqrt{26jS''_{ю} + v_n^2} \quad (1.15)$$

След, который оставляет ТС, равен определенному расстоянию. Он появляется при резком замедлении. Величина максимального замедления, как правило, устанавливается расчетным или экспериментальным методом. Также в обязательном порядке принимаются во внимание обстоятельства происшествия.

Подобный способ установки скорости ТС характеризуется некоторыми недостатками. Среди них можно выделить следующие:

- отсутствие следов на заснеженной дороге;
- искажение следов на влажном покрытии;
- выветривание следов;
- смывание следов.

В данном случае, чтобы определить длину тормозного следа, измерения проводятся до задних колес ТС. В связи с тем, что именно задние колеса играют ключевую роль в процессе торможения, поэтому длина тормозного следа до них дает наиболее точную информацию об эффективности процедуры остановки. Однако, существует и другой сценарий - столкновение нескольких ТС. В таких случаях, применяются специфические методики измерения, учитывающие все ТС, участвующие в аварии.

Стоит обратить внимание на коэффициент восстановления $K_{уд}$. Это величина потери механической энергии и остаточная деформация. Если наблюдается прямой удар, то данный коэффициент измеряется по следующей формуле:

$$K_{уд} = \frac{v_2' - v_1'}{v_1 - v_2}, \quad (1.16)$$

где v_1 и v_2 – уровни скорости до удара, м/с; v_1' и v_2' – после удара, м/с.

Для ОСД ТС используются следующие формулы:

$$v_1 = \frac{(m_1 * v_1' + m_2 * v_2') * K_{уд} - m_2 * (v_2' - v_1')}{(m_1 + m_2) * K_{уд}} \quad (1.17)$$

$$v_2 = \frac{(m_1 * v_1' + m_2 * v_2') * K_{уд} - m_1 * (v_2' - v_1')}{(m_1 + m_2) * K_{уд}} \quad (1.18)$$

где m_1 и m_2 – массы, кг; $K_{уд}$ – коэффициента восстановления [33].

Чтобы установить скорости ТС, требуется использовать указанную выше формулу. В данном случае в распоряжении должна быть рассчитанная величина $K_{уд}$. Эта величина должна быть определена для каждого из столкнувшихся ТС. Это достаточно сложный момент, так как обычно достоверных данных для определения коэффициента существует немного. Если использовать при экспертизе ДТП

указанную выше теорию удара, можно получить относительно небольшой эффект. Причина в следующих мешающих факторах [56]:

- теория подразумевает столкновение простых чисел, а ТС - это сложные механические устройства, как внешне, так и внутренне;
- нельзя определить значение $K_{уд}$ с помощью обычного расчета;
- контакт тел требуется рассматривать с какой-то определенной точки, ТС и их движение исследуется на достаточно больших территориях.

Именно по этой причине более эффективно будет использовать особые меры, предназначенные для установки скоростного режима ТС при ударе друг от друга. Они основаны на том, чтобы определить силу сопротивления, силу перемещения ТС, с которой они отталкиваются друг от друга после удара.

Кроме этого, существует методика ОСД ТС, основанная на определении работ сил сопротивления перемещениям ТС в процессе их отбрасывания после столкновения. В начальной скорости первое и второе ТС, которые столкнулись друг с другом в перекрестном порядке, можно определить иным способом. Можно предположить, что кинетическая энергия ТС после совершенного столкновения автоматически приобретет форму средней. Речь идет о трении колес по автомобильной дороге. Это производится в процессе перемещения на определенном расстоянии. Также для такого столкновения характерен поворот вокруг центра тяжести. При этом угол поворота может быть разным. То, с какой силой действует шина на дорогу, определяется по следующей формуле:

$$A = m_1 * g * S_{пн1} * \varphi_y, \quad (1.19)$$

где m_1 – масса ТС №1, кг; $S_{пн1}$ – расстояние после удара для ТС №1, м; φ_y – коэффициент сцепления шин с дорожным полотном [10].

Исходя из этого, формула определения угла поворота будет иметь следующий вид [10]:

$$A = R_{z1} * a_1 * \varepsilon_1 * \varphi_y + R_{z2} * b_1 * \varepsilon_1 * \varphi_y, \quad (1.20)$$

где a_1 и b_1 – расстояние от переднего и заднего мостов ТС 1 до его центра тяжести, м; E_1 – угол поворота, рад; R_{z1} и R_{z2} – реакция дороги, действующей на передний и задний мосты ТС №1 [10].

Вычисление данных показателей производится по нижеприведенным формулам:

$$R_{z1} \approx \frac{m_1 * g * b_1}{L'} \quad (1.21)$$

$$R_{z2} \approx \frac{m_1 * g * a_1}{L'}, \quad (1.22)$$

где L' – база ТС №1, м.

Следовательно, будет определяться по следующей формуле:

$$A' + A'' = \frac{m_1 * (v_1')^2}{2} = m_1 * g * (S_{\text{пн1}} * \varphi_y + \frac{2 * a_1 * b_1 * \varepsilon_1 * \varphi_1}{L'}) \quad (1.23)$$

Откуда скорость автомобиля №1 после столкновения будет определяться по формуле:

$$v_1' = \sqrt{2 * g * \varphi_y * (S_{\text{пн1}} + \frac{2 * a_1 * b_1 * \varepsilon_1}{L'})} \quad (1.24)$$

Аналогично определяется скорость автомобиля №2 после столкновения:

$$v_2' = \sqrt{2 * g * \varphi_y * (S_{\text{пн2}} + \frac{2 * a_2 * b_2 * \varepsilon_2}{L'})}, \quad (1.25)$$

где $S_{\text{пн2}}$ – расстояние после удара, м; a_2 и b_2 – расстояние между мостами до центра тяжести, м; E_2 – угол поворота авто вокруг центра тяжести, рад; L' – база ТС №2, м.

Как правило, скорости двух ТС, которые присутствуют до перекрестка и столкновения, определяются при помощи специального физического закона, сохранения движения. В этом случае используется две формулы:

$$v_1 = \frac{\left[\sqrt{2 * g * \varphi_y} * \left(\frac{m_1 * \cos \Phi_1 * \sqrt{S_{\text{пн1}} + \frac{2 * a_1 * b_1 * \varepsilon_1}{L'}}}{m_2 * \cos \Phi_2 * \sqrt{S_{\text{пн2}} + \frac{2 * a_2 * b_2 * \varepsilon_2}{L'}}} \right) \right]}{m_1} \quad (1.26)$$

$$v_2 = \frac{\left[\sqrt{2 * g * \varphi_y} * \left(\frac{m_1 * \sin \Phi_1 * \sqrt{S_{\text{пн1}} + \frac{2 * a_1 * b_1 * \varepsilon_1}{L'}}}{m_2 * \sin \Phi_2 * \sqrt{S_{\text{пн2}} + \frac{2 * a_2 * b_2 * \varepsilon_2}{L'}}} \right) \right]}{m_2}, \quad (1.27)$$

где $S_{\text{пн1}}, S_{\text{пн2}}$, - расстояния перемещения центра тяжести после столкновения, м; Φ_1, Φ_2 – углы, рад.

Для более точного определения скорости движения ТС, эксперту требуется знать, какая часть ТС повреждается при ударе. При остановке образуется особая энергия, которая вызывает деформацию кузова. В связи с этим существует методика оценки объема деформации кузова ТС, основанная на алгоритме Crash 3. Обычно подобная методика показывает то, сколько кинетической энергии было затрачено на тот или иной результат деформации. При этом в обязательном порядке рассматриваются примеры 2-ух точек локализации. Определить их можно следующим образом:

$$\Delta E = (1 + \text{tg}\delta^2) * L_{\text{д}} * \left[\frac{m_{\text{А}} * k_0 * k_1}{2 * g * L_{\text{д}}} * (C_1 + C_2) + \frac{m_{\text{А}} * k_0^2}{6 * g * L_{\text{д}}} * (C_1 + C_1^2 + C_2 + C_2^2) + \frac{3 * m_{\text{А}} * k_0^2}{4 * g * L_{\text{д}}} \right], \quad (1.28)$$

где δ – угол, град; $L_{\text{д}}$ – ширина деформаций, мм; $m_{\text{А}}$ – масса, кг; k_0 – жесткость; k_1 – жесткость по краш-тестам; C_1, C_2 – степень деформации.

Скорости ТС перед столкновением определяются в качестве суммы определенных факторов. Это скорость погашения при развитии деформации. Выглядит расчет такого плана следующим образом:

$$V_{\text{э}} = \sqrt{v_{\text{от}}^2 + \Delta v_{\text{crush}}^2}, \quad (1.29)$$

Скорости ТС №1 и №2 к моменту их столкновения можно получить из закона сохранения энергии:

$$v_{\text{от1}} = v_1' * \text{cosa}_1 + \frac{m_2}{m_1} * v_2' * \text{cosa}_2 \quad (1.30)$$

$$v_{\text{от2}} = v_2' * \text{cosa}_2 + \frac{m_2}{m_1} * v_1' * \text{cosa}_1, \quad (1.31)$$

где α_1 и α_2 – углы отбрасывания, град; v_1' и v_2' – скорости после столкновения, км/ч.

После аварии часто возникает вопрос о количестве расходуемой энергии. Однако, не всегда возможно измерить ее непосредственно. В данном случае мы руководствуемся энергетическими затратами, которые требуются для перемещения массы ТС после того, как оно отталкивается от препятствия. Для определения скорости движения используется формула, основанная на данных энергетических затратах [10]:

$$v'_1 = \sqrt{254 * \varphi' * S_1} \quad (1.32)$$

$$v'_2 = \sqrt{254 * \varphi' * S_2}, \quad (1.33)$$

где S_1 и S_2 – расстояние, преодоленное ТС после удара, м; φ' – коэффициент сцепления шин с дорогой.

Для того чтобы развить локальную деформацию, необходимо потратить энергию на совершение работы. Эта работа, связанная с деформацией, пропорциональна изменению кинетической энергии объекта. Это определяется по формуле:

$$\Delta V_{crush} = \sqrt{\frac{2 * \Delta E}{m_A}}, \quad (1.34)$$

где m_A – масса ТС, кг.

При ОСД ТС до столкновения необходимо учитывать все факторы, влияющие на деформации при ДТП. Данные о скорости, угле столкновения, массе и других параметрах автомобилей позволят определить механизм столкновения и полученные повреждения [10].

Несмотря на то, что эта методика достаточно универсальная, у нее есть один недостаток. Он заключается в том, что невозможно принять во внимание другие важные влияющие на деформацию факторы. Сюда относятся такие аспекты, как:

- срок эксплуатации ТС;
- работоспособность тормозной системы;
- конструкция кузовной части [18,25].

Говоря иными словами, описываемая методика требует некоторой доработки. Она необходима для того, чтобы принимать во внимание все перечисленные выше сведения. Представленные способы часто искажают картину ДТП.

В последние годы, эксперты все чаще прибегают к использованию методик видеотехнической экспертизы для расследования обстоятельств ДТП. К основным преимуществам которых можно отнести [39,43,68-69]:

- объективность фиксации;

- полнота фиксации, точность, наглядность, универсальность;
- достоверность результатов моделирования ситуации;
- возможность проверки и контроля на любом этапе проведения экспертизы.

На сегодняшний день, при помощи видеозаписей экспертами чаще всего ОСД участников ДТП. Ниже приведено описание существующих методов для ОСД ТС в зависимости от их расположения относительно записывающего устройства:

1. Установление скорости движения ТС по перемещению на расстояние своей длины.

С помощью данного метода возможно определить скорость движения объекта в кадре, движущегося в любом направлении, за исключением движения вдоль оптической оси видеозаписывающего устройства. Из материалов проверки о ДТП или же по исследуемой видеозаписи возможно установить модель ТС, скорость которого необходимо установить [22]. Далее в видеозаписи находится статический объект относительно которого ТС перемещается на расстояние своей длины или же на расстояние своей колесной базы. С помощью частоты кадров видеозаписи, а также количества кадров, за которое ТС преодолевает расстояние, возможно рассчитать его скорость по следующей формуле:

$$V = L_a \times \frac{f_k}{n} \quad (1.35)$$

где L_a – длина ТС (или колесной базы ТС); f_k – частота кадров видеозаписи; n – количество кадров, за которое ТС перемещается на свою длину (или на длину своей колесной базы) [70].

Необходимо отметить, что скорость движения ТС в данном методе может устанавливаться по видеозаписи, полученной как с видеорегистратора, так и со стационарной камеры видеонаблюдения.

Принципиальная схема рассматриваемого метода в случае съемки исследуемого ТС видеозаписывающим устройством, установленным в другом ТС показана на рисунке 1.12.

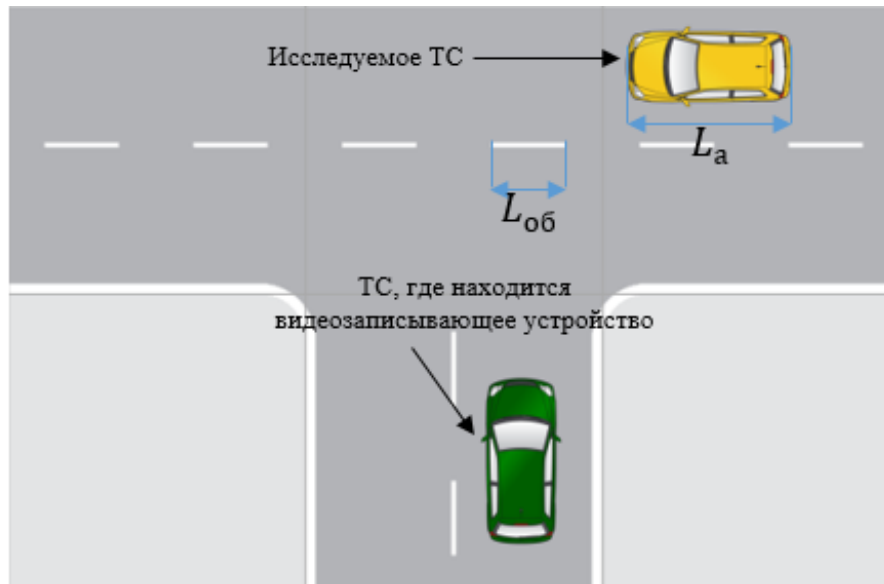


Рисунок 1.12 – Принципиальная схема рассматриваемого метода в случае съемки исследуемого ТС видеорегистратором [8,30-31]

Кроме этого, в данном случае возможно вычисление скорости движения ТС через временные интервалы, в данном случае скорость движения ТС будет определяться по следующей формуле:

$$V = \frac{L}{T_2 - T_1} \quad (1.36)$$

где L – длина ТС (или колесной базы ТС); T_2 – временной интервал, когда ТС преодолевает расстояние своей собственной длины (или колесной базы); T_1 – временной интервал, когда ТС начинает преодолевать расстояние своей собственной длины (или колесной базы) [60-61].

2 Установление скорости ТС по перемещению его на известное расстояние относительно неподвижных объектов

Представляется возможным определение скорости ТС при перемещении его на известное расстояние относительно неподвижных объектов. При реализации видеосъемки скорость проще всего вычисляется, если ТС движется по траектории, параллельной таким сторонам объектов, размеры которых известны или вычислены заранее.

При восстановлении картины происшествия изучаются предметы, попавшие в видеонаблюдение: здания и сооружения, припаркованные ТС, элементы дороги,

ограждения и т.д. с известными геометрическими параметрами, которые определяются на местности или по результатам спутниковых фотоснимков [52-53,58].

В расчётах могут использоваться фотографии теней, падающих на дорогу от неподвижных предметов с известными размерами. Расстояния между тенями неподвижных объектов, стоящих вдоль дороги, соответствуют расстояниям между ними. Временной интервал, в течение которого T перемещается, вычисляется при известных значениях частоты и количества кадров, отобразивших такое перемещение. Расстояние между объектами возможно определить благодаря современным интернет-сервисам, таким как: Google Earth, Яндекс Карты.

Пример определения расстояния с помощью одного из таких сервисов показан на рисунке 1.13.

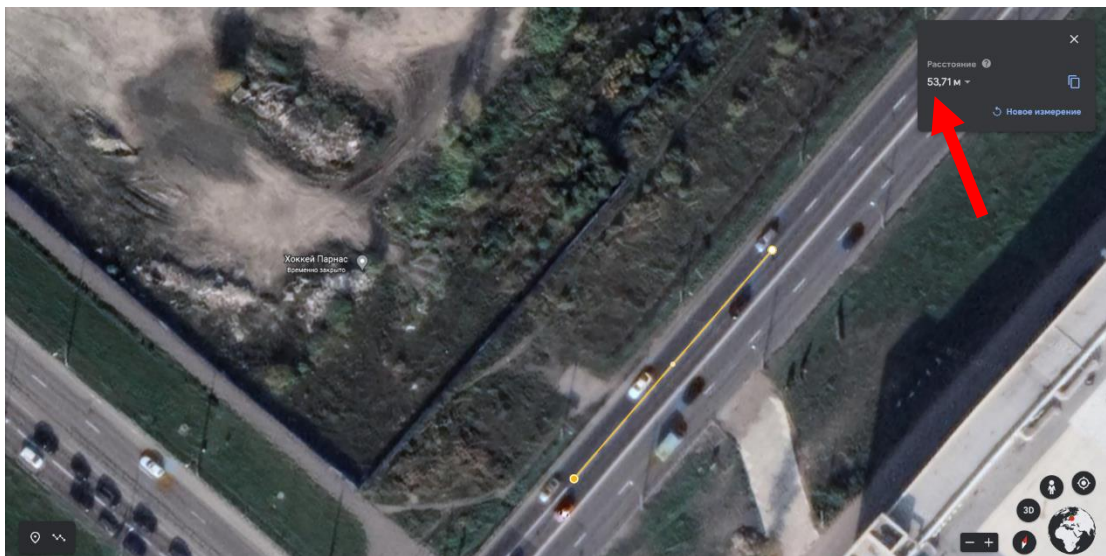


Рисунок 1.13 – Определение длины дорожной разметки 1.6 с помощью интернет-сервиса Google Earth



Рисунок 1.14 – Пример расположения объектов освещения с падающими тенями от них на дорожное полотно.

Скорость ТС в рассматриваемом случае можно определить по следующей формуле:

$$V = L_a \times \frac{f_k}{n} \quad (1.37)$$

где L_a – линейный горизонтальный размер неподвижного объекта; f_k – частота кадров видеозаписи; n – количество кадров, за которое ТС преодолевает объект известной длины.

Помимо этого, скорость ТС в данном случае возможно определить через временные интервалы по следующей формуле:

$$V = \frac{L}{T_2 - T_1} \quad (1.38)$$

где L – линейный горизонтальный размер неподвижного объекта; T_2 – временной интервал, когда ТС преодолевает неподвижный объект известной длины; T_1 – временной интервал, когда ТС начинает преодолевать неподвижный объект известной длины.

3 Установление скорости движения объекта по изменению размеров его изображения с учетом скорости движения видеозаписывающего устройства

В последнее время ТС оснащаются записывающими устройствами, которые позволяют определять, в том числе, скорость движения ТС. Если в кадре, снимаемом камерой в движущемся ТС, появляются объекты с измеренными линейными размерами, то можно ОСД ТС.

Искажения объектов, вносимые перспективой с левой и правой стороны, не вносят ошибок в определение скорости, поскольку их изображения появляются в кадре и уходят из кадра за интервал времени, который пропорционален скорости движения ТС.

Объекты одинаковых размеров, но находящиеся на различных расстояниях от видеозаписывающего устройства на одной линии по одну сторону от дороги, и потому имеющие в кадре разные размеры, будут из кадра уходить одинаково.

В связи с изложенным, известен эффект при движении ТС на высокой скорости мелькания небольших объектов, расположенных у дороги, и относительно медленный уход из кадра объектов, имеющих уменьшенные размеры в кадре за счёт удалённости их от дороги.

Следовательно, зная длину объекта вне зависимости от его удалённости от дороги, можно установить скорость движения ТС по времени пребывания указанного объекта в кадрах, с учётом частоты кадров видеозаписи и количества кадров с объектом [12].

Если необходимо ОСД ТС по результатам видеозаписи ДТП, следует измерить время, за которое смещаются за границы кадра стоящие справа на обочине повторяющиеся объекты с известными расстояниями, например, столбы освещения.

Если необходимо ОСД ТС, которое движется в одном или противоположном направлении с ТС, имеющим записывающее устройство, то производится сравнение изменения размеров неподвижных объектов и исследуемого ТС во времени. Принципиальная схема данного метода показана на рисунке 1.15.



Рисунок 1.15 – Принципиальная схема рассматриваемого метода в случае съемки исследуемого ТС видеорегистратором, установленным в ТС, следующим за исследуемым ТС

Расчёт скорости исследуемого ТС, за которым движется ТС с записывающим устройством, производится следующим образом:

$$V = V_k \times \left(\frac{\Delta_a}{\Delta_h} - 1 \right) \quad (1.39)$$

где Δ_a – изменение размеров исследуемого ТС на изображении, скорость которого устанавливается, пикс.; Δ_h – изменение размеров на изображении неподвижного объекта, пикс.; v_k – скорость движения ТС, движущегося с записывающим устройством.

Расчёт скорости исследуемого ТС, при его движении навстречу ТС, в котором установлено записывающее устройство, производится следующим образом:

$$V = V_k \times \left(1 - \frac{\Delta_a}{\Delta_h} \right) \quad (1.40)$$

Принципиальная схема данного метода (когда ТС с записывающим устройством движется навстречу исследуемому ТС) приведена на рисунке 1.16.

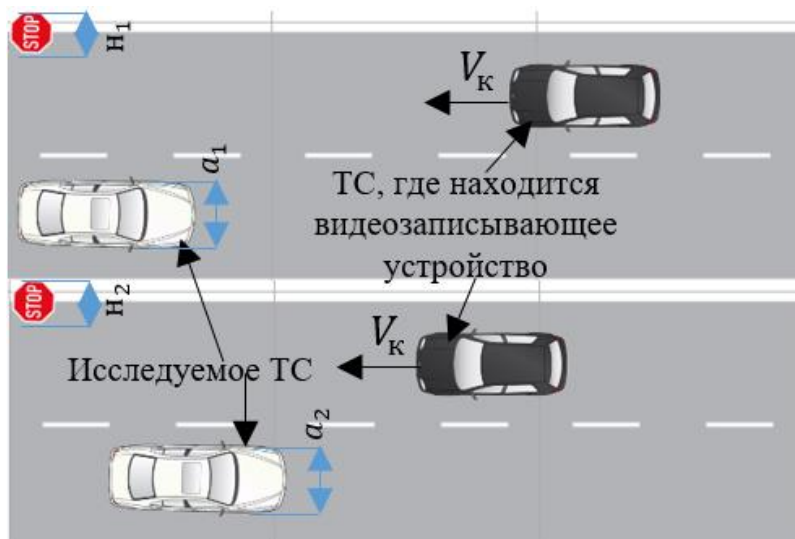


Рисунок 1.16 – Принципиальная схема рассматриваемого метода в случае съемки исследуемого ТС видеорегистратором, установленным в ТС, движущегося навстречу исследуемому ТС

1.4 Развитие применения технических средств, осуществляющих функцию видеосъемки на дорожной сети РФ

На сегодняшний день, в РФ реализуется создание аппаратно-программного комплекса (АПК) «Безопасный город», одна из основных задач которого – анализ видео- и аудиопотоков, включая:

- автоматическую регистрацию событий на базе системы видеоанализа потока;
- видеоанализ событий;
- аналитику видеопотока в режиме реального времени;
- идентификацию и распознавание лиц.

Реализация данного проекта регламентируется следующими нормативно-правовыми актами:

- Постановление Правительства РФ №39 от 20 января 2014 г. «О Межведомственной комиссии по вопросам, связанным с внедрением и развитием систем аппаратно-программного комплекса технических средств «Безопасный город» [89];

- Распоряжение Правительства РФ №2446-р от 03.12.2014 г. «Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса Безопасный город» [90];

- Методические рекомендации по построению и развитию АПК «Безопасный город» в субъектах РФ от 08.12.2016 г [91].

По состоянию на 01.01.2022 г., АПК «Безопасный город» внедрен в 20 субъектах РФ, при этом в 6 субъектах АПК «Безопасный город» принят в промышленную эксплуатацию. Например, на территории г. Санкт-Петербург в рамках реализации программы «Безопасный город» установлено более 67 тыс. видеокамер, а в ближайшие годы планируется их увеличение до 120 тыс.

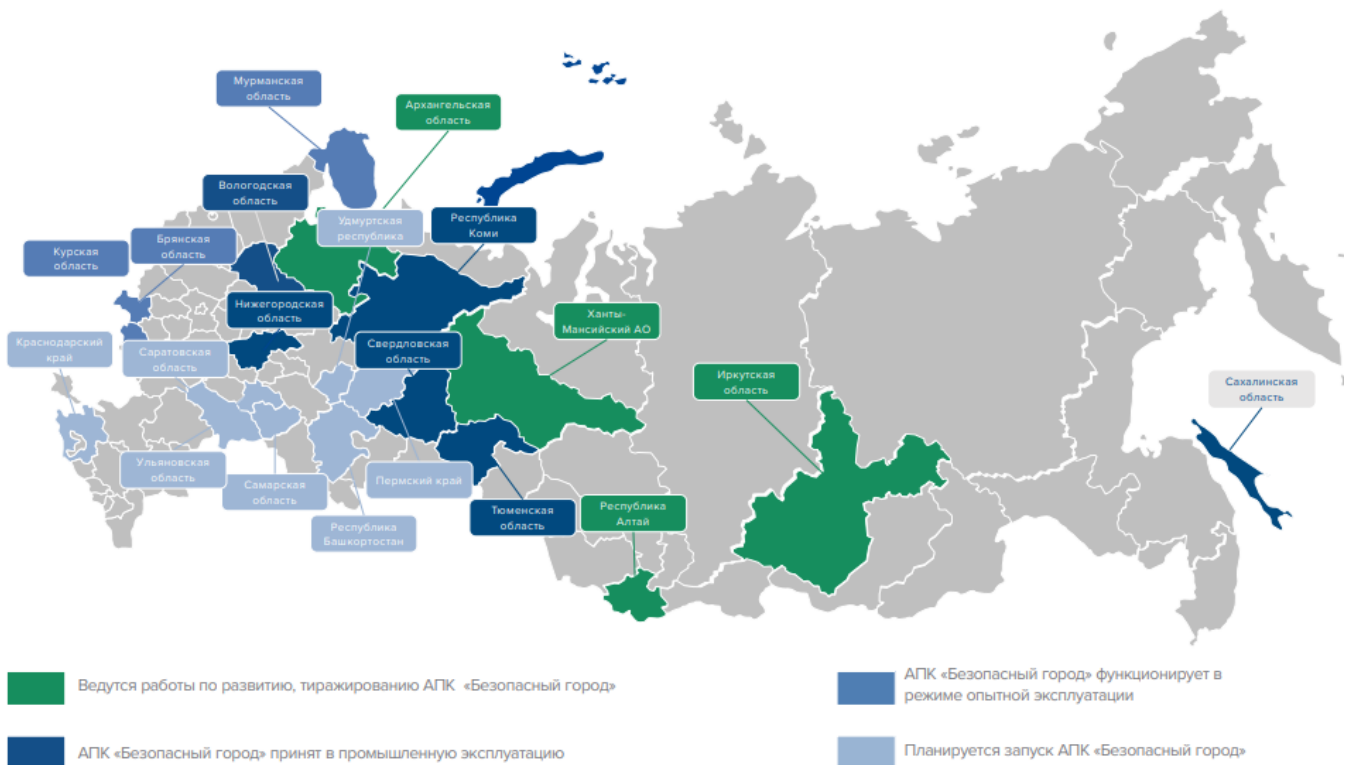


Рисунок 1.17 – География внедрения АПК «Безопасный город» на территории РФ

Помимо этого, все большее применение среди водителей ТС получают видеорегастраторы, видеозаписи с которых очень часто становятся основным доказательством при расследовании ДТП. Установка технических средств, осуществляющих видеосъемку является обязательной на пассажирском транспорте (категории М2 и М3) и на грузовом транспорте (категории N, осуществляющего

перевозку опасных грузов) в соответствии со следующей нормативно-правовой документацией:

- № 16-ФЗ от 09.02.2007 г. «О транспортной безопасности» [88];

- Постановление Правительства РФ от 8 октября 2020 г. № 1640 «Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности, учитывающих уровни безопасности для транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта» [92];

- Постановление Правительства РФ № 969 от 26.09.2016 г. «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности» [93].

Исходя из этого, очевидно, что с учетом развития системы мониторинга на территории РФ в виде стационарных камер наблюдения, а также увеличения количества видеорегистраторов на ТС – все большее количество ДТП будет попадать в поле зрения камер, что еще раз подтверждает тот факт, что проведение ДТЭ с использованием видеозаписей является актуальной темой исследований [42,59,73].

Таким образом, установлено, что проведение ДТЭ в отсутствии видеозаписей значительно снижает уровень достоверности определения значения скорости движения того или иного участника ДТП, кроме этого, установлено, что нарушение скоростного режима участниками ДД является одной из основных причин возникновения ДТП. Исходя из этого, очевидно, что ОСД ТС по видеозаписям может способствовать значительному повышению уровня достоверности реконструкции ДТП. Но на сегодняшний день, в РФ практически отсутствуют и экспериментальные исследования по определению погрешностей рассчитанных значений скоростей движения ТС по видеозаписям различными методами, а также по оценке влияния тех или иных факторов на расчетные значения скоростей движения ТС, что подтверждает актуальность проводимых исследований.

Выводы по первой главе

В рамках данной главы выполнен анализ основных причин возникновения ДТП на автомобильном транспорте в РФ, на основании которого установлено, что превышение скорости участниками ДД является одной из частых причин, приводящих к ДТП. Исследовано влияние скоростного режима на безопасность ДД, а также рассмотрены основные методы ОСД ТС при проведении ДТЭ. В результате анализа установлено, что при помощи существующих методов очень часто эксперт не может получить полную картину механизма ДТП, также в случае неверных значений исходных данных, например, следов торможения или отсутствия сведений о наличии доаварийных повреждений на ТС – могут быть получены неверные значения скорости движения ТС, что в свою очередь может привести к неверным выводам при проведении реконструкции ДТП. Кроме этого, описано развитие применения технических средств видеосъемки на дорожной сети РФ, в результате которого установлено, что всё большее количество ДТП фиксируется данными техническими средствами, что свидетельствует о том, что развитие видеотехнической экспертизы является актуальной темой исследования.

ГЛАВА 2. ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВИДЕОЗАПИСЕЙ. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ И СВОЙСТВ ВИДЕОЗАПИСЕЙ НА РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТС

2.1 Методы обработки видеозаписей

Целями обработки (преобразования) видеозаписей являются улучшение их визуальных свойств, графического редактирования, алгоритмического преобразования, технической обработки (подготовка к печати, демонстрации на проекторе) и для использования в иных целях.

К методам обработки видеозаписей относится совокупность методов и задач, в которых входной и выходной информацией являются изображения, которые также могут быть представлены в цифровом виде и обработаны вычислительными средствами.

Формальная запись таких отношений имеет следующий вид:

$$Y = f(X), \quad X, Y \in R^{m^*n^*k}, \quad (2.1)$$

где входные X и выходные Y изображения в k -каналах с m^*n -пикселями.

Для обработки изображений используются соответствующие методы. Научным методом считаются множество способов, с помощью которых получают новые знания и подходы к решению научных задач на основе объяснения и подбора определённых данных.

Методика описывает последовательность операций и отличается от метода тем, что не поясняет, почему следует выполнять те или иные операции для достижения конечного результата. Алгоритм, основанный на методе, методике, представляет собой описание очередности действий для решения определённой задачи за конечное время, что позволяет его реализовать на различных языках программирования и в различных операционных системах. Компьютерная программа реализует различными способами алгоритм в виде команд для вычислительных средств, используя разнообразные языки программирования и

операционные системы. Изображение – это некоторое подобие объекта, представленное различными способами (методами). Спектр – это множество значений какого-либо параметра исследуемого показателя. Человеческое зрение воспринимает видимый диапазон электромагнитного спектра.

Первым стандартом в 1931 г. по определению человеческого восприятия цвета стал стандарт CIE 1931 XYZ, описывающий все доступные человеку цвета в виде нелинейного пространства. К наиболее распространённым цветовым моделям относится модель RGB (Red – красный, Green – зеленый, Blue – синий), в которой реализовано равноправное и независимое множество цветов. Нулевые значения параметров соответствуют чёрному цвету, а максимальные значения – белому цвету, который, если является базовым фоном, затрудняет, в свою очередь, использование данной модели [40-41].

Для устранения указанного недостатка используется субтрактивная (или «вычитаемая») модель, называемая CMY (в составе: Cyan – голубого, Magenta – пурпурного, Yellow – желтого цвета, которые получаются путём вычитания из белого цвета). Указанная модель дополняет модель RGB за счёт дополнительного определения негативных оттенков.

В модели RGB из 255-наибольшей величины яркости вычитаются значения цвета:

$$- C = 255 - R;$$

$$- M = 255 - G;$$

$$- Y = 255 - B.$$

Хотя данная модель активно используется в печати на белом фоне, но при равном количестве значений $C = M = Y$, вместо серого цвета получается бурый цвет.

Для исключения данного недостатка используется дополнительный чёрный цвет, а модель называется CMYK:

$$- K = \min(C, M, Y);$$

$$- C = C - K;$$

$$- M = M - K;$$

$$- Y = Y - K.$$

Последняя модель не является линейной и не определяет оттенок цвета. К используемым значениям относится набор данных, которые нужны для формирования изображения.

В 1976 г. в виде международного стандарта предложена модель CIE Lab, в которой используются значения светлоты, красной и зелёной цветности, жёлтой и синей цветности, что позволило внести коррекцию в нелинейное человеческое восприятие цвета, посредством изменения яркости, контраста и цвета.

Модель HSV (Hue – тон, Saturation – насыщенность, Value – значение), в которой значения изменяются в диапазоне $0 - 360^{\circ}$, в котором: 0° – красный, 120° – зелёный, 240° – синий цвета ; Saturation, Value изменяются в диапазоне 0-100 или 0-1.

В зависимости от решаемых задач определяется практическое применение каждой из цветовых моделей, которые могут быть преобразованы друг в друга на основе математических соотношений. Одновременно с трёхкомпонентной моделью Герингом Э. предложена оппонентная теория цвета, развитая Хьюбелом Д. и Визелом Т., ставшими лауреатами Нобелевской премии в 1981 г. Основой теории является вычисление разностей значений белого и чёрного, зелёного и красного, синего и жёлтого цветов, что позволяет лучше интерпретировать восприятие цвета человеком при различных интенсивности и цвете освещения. Изображение для задач цифровой обработки записывается в виде целочисленной матрицы с размерностью $M \times N$, где значение каждого элемента (пикселя) соответствует значению яркости.

Способы формирования изображений могут быть векторные и растровые. Векторные изображения представляют собой набор графических элементов, которые при изменении масштаба их рассмотрения имеют не искажённые, чётко определённые границы и области [55].

Растровые изображения представлены двумерными массивами с основной информацией о глубине цвета и могут быть бинарными, полутонными,

палитровыми, полноцветными. Видеоизображение представляется серией кадров, которые являются отдельными изображениями. Системы регистрации видеосигналов разделяются на одно-матричные со специальной RGB фильтрацией элементов изображения и трёх-матричные с дихроидной призмой для формирования на отдельных матрицах изображений со своим цветом, которые используются для формирования элементов кадров и по каждой цветовой компоненте видеосигнала.

Последующая гамма-коррекция сигналов RGB завершается преобразованием в модель YCbCr с квантованием с разрядностью 8 или 10 бит. При передаче компоненты Y при 8-битном кодировании задействованы 220 уровней из 256 (от 16-го до 235-го), а оставшиеся уровни – для целей синхронизации. 10-битное кодирование задействует 877 уровней. Цветовые компоненты C_r, C_b – 225 уровней в 8-битной системе и 897 уровней в 10-битной. Цифровые видеостандарты используют базовое соотношение 4:2:2, что указывает, что цветоразностные компоненты имеют пространственное разрешение в два раза меньшее, чем по яркости, что обусловлено особенностями зрения. Яркостной сигнал Y имеет частоту дискретизации 13,5 МГц, которая вдвое превышает аналогичное значение для цветоразностных сигналов C_r, C_b – 6,75 МГц [63].

Сигнал телевидения высокой чёткости имеет значения частоты дискретизации сигналов яркости (74,25 МГц) и цветности (31,125 МГц). Европейский видеостандарт PAL имеет кадровые размеры 720x576 пикс, североамериканский видеостандарт NTSC – 720x480 пикс, видео высокой чёткости HD720 p – 720x480 пикс, стандарт HDTV (Full HD) – 1920x1080 пикс. Плавность отображения движения обеспечивается при частоте от 16 к/с. При воспроизведении киносъёмки используется 24 к/с.

Системы PAL и SECAM применяют частоту 25 к/с, а система NTSC – 30 к/с. Двухмерное изображение преобразуется в одномерный поток данных с помощью телевизионной развёртки, которая представляется построчной (прогрессивной) или чересстрочной развёрткой.

Таким образом, в данном параграфе представлены актуальные методы обработки видеозаписей, что позволяет анализировать, передавать, преобразовывать, хранить информацию об изображениях в цифровом виде.

2.2 Теоретическое исследование оптических искажений и способы их устранения

Оптические искажения могут возникать при работе различных систем видеонаблюдения. В связи с этим, возникает актуальная задача устранения искажений изображений. Следует определиться с понятием «дисторсия», под которой понимается погрешность изображения с нарушением подобия изображаемого предмета, в связи его с удалённостью в оптической матрице от геометрического центра.

В зависимости от размещения компонентов объектива пропорции изображаемого предмета могут меняться различным образом при переходе от центра к краям поля оптической матрицы [57]. Дисторсия обусловлена сильным отклонением световых лучей, которые приходятся на крайние зоны линзы, по сравнению с её центральной зоной. Существует три вида дисторсии:

- бочкообразная;
- подушкообразная;
- комплексная.

При бочкообразной дисторсии у изображения происходит выгибание наружу, в то же время при подушкообразной дисторсии наоборот, вовнутрь.

Комплексная дисторсия включает в себя совокупность двух вышеописанных видов дисторсии, примеры трех видов дисторсий приведены на рисунке 2.1.

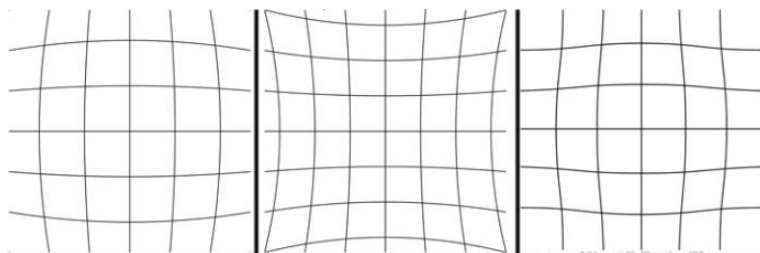


Рисунок 2.1. – Виды дисторсий

Оптические схемы для бочкообразной и подушкообразной дисторсий приведены на рисунке 2.2.

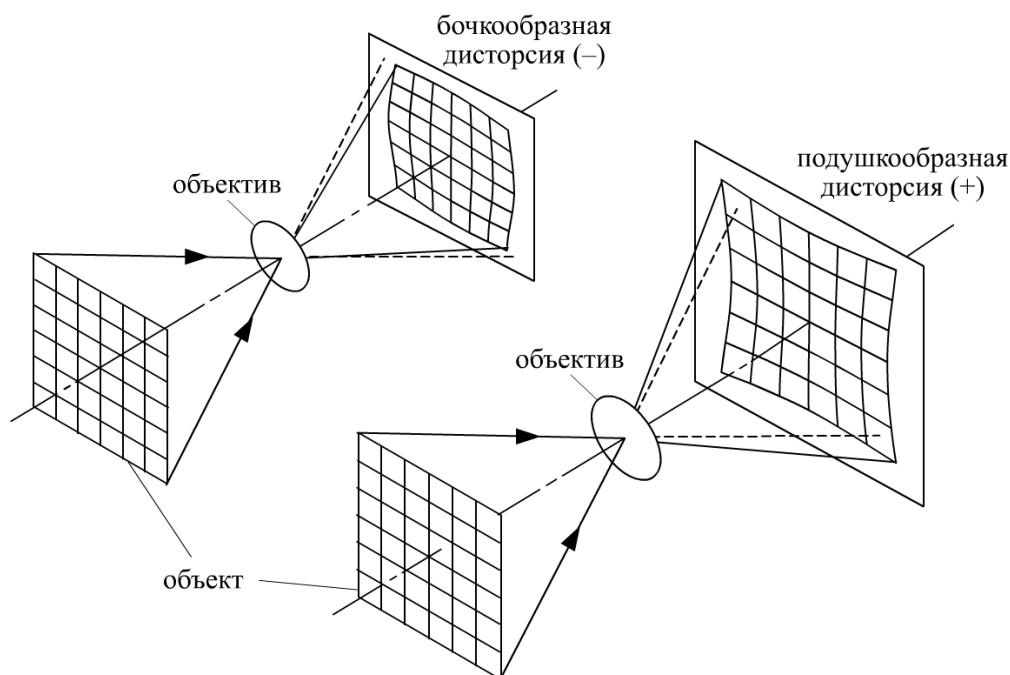


Рисунок 2.2. – Оптические схемы для бочкообразной и подушкообразной дисторсий

Современные записывающие устройства играют важную роль в нашей жизни, позволяя провести качественные расследования. Однако, при записи видео или фотографий часто возникает проблема дисторсии - искажения изображения [71].

Радиальное искажение чаще всего возникает вследствие неравномерного отклонения света. Лучи изгибаются больше на периферии линзы, нежели лучи у середины линзы. По причине радиального искажения прямые линии в реальности выглядят на картинке изогнутыми. Луч света отклоняется лучеобразно внутрь или наружу от своего идеального расположения, прежде чем отобразиться на изображении. В рамках данного исследования необходимо учитывать искажения, возникающие при расчете расстояния r , на котором размещена отображаемая точка на оптической матрице. По причине того, что искажения от центра к краям нарастают одинаково по координатам x и z , необходимо использовать выражение расчёта расстояния r в чётной степени. Это позволит учесть указанные искажения

и получить более точные результаты. Данная функция также может быть разложена в ряд Тейлора в окрестности точки.

Для корректного моделирования и устранения таких искажений, можно использовать следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} x_u = x(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6) \\ z_u = z(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6) \end{cases}, \quad (2.2)$$

где x и z – координаты отображаемой точки на оптической матрице; x_u и z_u – откорректированные координаты отображаемой точки с удалением искажений; k_1 , k_2 , k_3 – коэффициенты полинома, которые определяются на основе откорректированных значений координат x_u и z_u при наличии изображения эталонного объекта.

Вблизи геометрического центра оптической матрицы радиальные искажения ничтожно малы $x_u \approx x$ и $z_u \approx z$

Если рассматривать отношение дисторсии к удаленности от центра матрицы, то выясняется следующий факт: если точка находится на углах, которые менее 10^0 от оптической оси, радиальное искажения для нее отсутствует.

Коэффициент пропорциональности для нужной зоны может быть установлен при известных значениях Δx_i и Δz_i в миллиметрах от точки изображенного объекта до середины матрицы. Формула для расчета данного коэффициента выглядит следующим образом:

$$K_{i, \text{нк/мм}} = \frac{r_i}{\Delta i}, \quad (2.3)$$

где $\Delta i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta z_i^2}$.

Одним из методов усреднения является усреднение коэффициентов пропорциональности для пар значений координат точек:

$$x_{iu} = \Delta_i K_{cp} \quad \text{и} \quad z_{iu} = \Delta_i K_{cp} \quad (2.4)$$

С определением трёх значений x_u , производится расчёт коэффициентов k_1, k_2, k_3 на основе вычислений наименьших квадратов и при выполнении следующих условий:

$$\sum_{i=1}^n (k_1 x^2 + k_2 x^4 + k_3 x^6 - \delta x)^2 \rightarrow \min, \quad (2.5)$$

где $\delta x = \frac{x_u}{x} - 1$.

Реализация указанных условий будет осуществлена при решении системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial \sum}{\partial k_1} = k_1 \sum_{i=1}^n x^4 + k_2 \sum_{i=1}^n x^6 + k_3 \sum_{i=1}^n x^8 - \sum_{i=1}^n \delta x x^2 = 0, \\ \frac{\partial \sum}{\partial k_2} = k_1 \sum_{i=1}^n x^6 + k_2 \sum_{i=1}^n x^8 + k_3 \sum_{i=1}^n x^{10} - \sum_{i=1}^n \delta x x^4 = 0, \\ \frac{\partial \sum}{\partial k_3} = k_1 \sum_{i=1}^n x^8 + k_2 \sum_{i=1}^n x^{10} + k_3 \sum_{i=1}^n x^{12} - \sum_{i=1}^n \delta x x^6 = 0. \end{cases} \quad (2.6)$$

Коэффициенты k_1, k_2, k_3 вычисляются при наличии тройки значений z . В случае, если величина r^6 близка к 0, то система уравнений будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} x_u = x(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4) \\ z_u = z(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4) \end{cases} \quad (2.7)$$

Поскольку радиальные искажения равномерно растут по мере удаления от центра, то в конечном итоге выражение (2.7) приводится к виду:

$$\begin{cases} x_u = x(1 + k r^n) \\ z_u = z(1 + k r^n) \end{cases} \quad (2.8)$$

Тангенциальное искажение возникает при механическом монтаже камеры, в связи с трудностью обеспечения параллельности объектива и оптической матрицы. Тангенциальные искажения для своего формализованного описания нуждаются в определении параметров p_1 и p_2 , углов смещения u_x и u_z матрицы относительно координатных осей x и z .

$$\begin{cases} x_u = x + [2\rho_1 z + \rho_2 (r^2 + 2x^2)] \\ z_u = z + [\rho_1 (r^2 + 2z^2) + 2\rho_2 x] \end{cases} \quad (2.9)$$

Для определения коэффициентов ρ_1 и ρ_2 на Рисунке 2.3. приведена оптическая матрица (ОМ), которая смещена относительно оси z на угол y_z по сравнению с идеальным положением $ОМ_{и}$ [9].

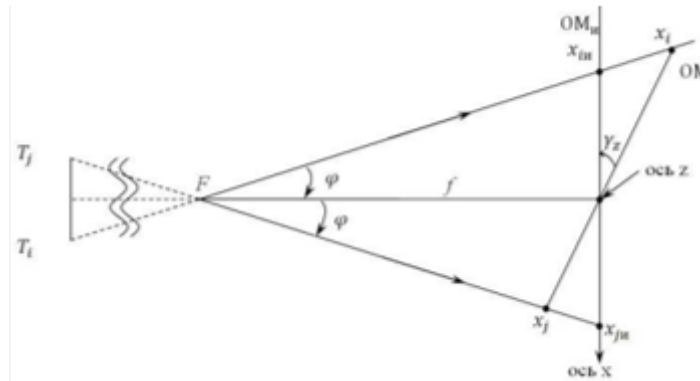


Рисунок 2.3. – Схема, иллюстрирующая тангенциальные искажения в оптической матрице записывающего устройства (видеорегистратора) (условные обозначения:

T_i, T_j – симметричные относительно оптической оси точки объекта, F – фокус объектива, f – фокусное расстояние, x_i, y_i – изображение точек T_i, T_j на $ОМ$; x_{iu}, y_{ju} – изображение точек T_i, T_j на идеальный $ОМ$; y_z – угол поворота $ОМ$ относительно $ОМ_{и}$)

К центру объекта проведена оптическая ось. В результате преобразований первого уравнения системы (2.9) при $z = 0$ и $r^2 = x^2$:

$$p_2 = -\frac{x_i + x_j}{3(x_i^2 + x_j^2)} \quad (2.10)$$

В результате преобразований второго уравнения системы (2.9) при $x = 0$ и $r^2 = z^2$:

$$p_1 = -\frac{z_i + z_j}{3(z_i^2 + z_j^2)} \quad (2.11)$$

Исследование показало, что современные записывающие устройства успешно компенсируют дисторсию, вносимую одной группой линз, с помощью другой группы симметричных линз. Это позволяет получить более точное и

реалистичное изображение. Компенсация дисторсии имеет практическое применение, обеспечивая высокое качество снимков и видео [13-15]. При наличии несимметричных объективов в видеокамерах данный подход может оказать существенную помощь в устранении искажений изображений.

2.3 Процедура ОСД ТС по видеозаписи

Определение скоростных характеристик участников дорожного движения – неотъемлемая часть производства автотехнической судебной экспертизы при реконструкции ДТП. Все большую популярность приобретают носители видеозаписи: видеорегистраторы и средства видеофиксации, которыми оснащается транспортная инфраструктура. Между тем, опираясь на практический опыт, эксперты все чаще используют данные, полученные с видеозаписывающих устройств при производстве ДТЭ.

2.3.1 ОСД ТС по видеозаписи со стационарного видеозаписывающего устройства

Основа этой практики состоит в воспроизведении последовательной смены кадров движущегося объекта к выбранной системе координат для определения его вектора движения на участке, который попадает в поле зрения видеозаписывающего. Вычисляя скорость перемещения участников дорожного движения, необходимо ориентироваться на выбор системы координат, которая покажет направление оси отсчета вдоль линии движимого объекта.

Для выбора системы координат, нужно получить разрешение суда или следствия на фиксирование места происшествия на видеозапись при помощи стационарной видеокамеры с разметкой. Необходимо оформление данной процедуры в протоколе дополнительного осмотра места происшествия (ОМП), который также должен быть зафиксирован на изображении.

Чтобы начать протокол дополнительного осмотра важно проверить установленный источник видеозаписи с исследуемым видеозизображением, и убедиться, что область ее охватываемой территории соответствует положению исследуемого видеоматериала. Совпадение кадровых окон на компьютере – признак идентичности фокусного расстояния видеокамеры на момент дополнительного осмотра и фиксации и положения. Эффективное проведение разметки по курсу движимого объекта возможно исключительно в этих условиях.

Выделяют два способа нанесения разметки:

1. вертикальный – нанесение разметочных указателей относительно курса движения объекта;
2. горизонтальный – нанесение разметки на траекторию движения объекта перпендикулярно плоскости его движения. Видимость разметки в территориальном покрытии сигнала видеокамеры должна хорошо читаться. По правилам данного протокола наносить разметку нужно относительно недвижимому элементу предметной обстановки, который находится на плане к протоколу дополнительного ОМП. В текущем протоколе необходимо указать дистанцию между разметочными предметами или разметочными линиями и дистанцию от элемента привязки до любой из них. Далее этот видеоматериал с выполненной разметкой переносится на устройство для накопления и хранения информации.

Наличие схемы дополнительного ОМП с нанесенной разметкой упростит анализ изучаемой информации. Материалы, собранные в процессе дополнительного осмотра, нужно предоставить в распоряжение специалиста (эксперта).

Предварительно изучив видеоматериал с устройства наблюдения можно непосредственно перейти к установлению скорости движения объекта. В процессе анализа следует определить:

- время создания видеозаписи (создания файла);
- продолжительность видеозаписи;
- тип файла видеозаписи;

- наличие или отсутствие временного маркера;
- общее количество кадров на видеозаписи;
- количество ключевых кадров на видеозаписи.

Для определения частоты кадров в представленной видеозаписи можно воспользоваться временным маркером, подсчитав количество кадров в секунду или разделив общее количество кадров на время продолжительности фрагмента видеозаписи. Необходимо также учитывать, что в некоторых типах файлов видеозаписей, таких как «.AVI», видеозапись может состоять только из ключевых кадров и стоп-кадров, поэтому в таких случаях следует учитывать только ключевые кадры.

Для определения частоты кадров можно использовать специальные видеоредакционные программы, позволяющие автоматически определять среднюю частоту кадров на фрагментах видеозаписи.

После определения частоты кадров следует выбрать из видеозаписи кадры, на которых исследуемый объект явно виден в двух различных пространственных положениях (см. рисунок 2.4 и 2.5 соответственно).

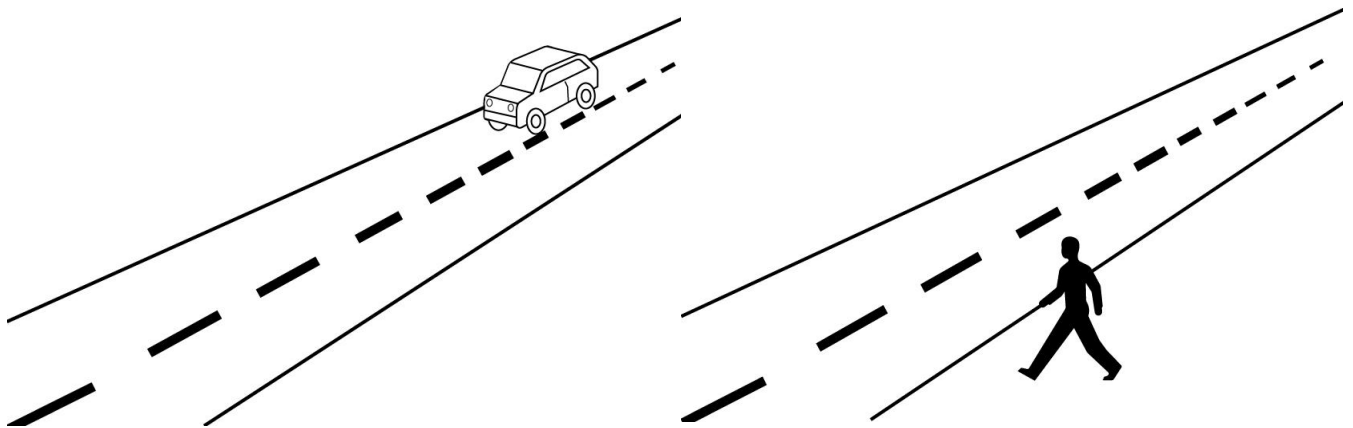


Рисунок 2.4 – Эскизное изображение видеокadra с начальным положением исследуемых объектов

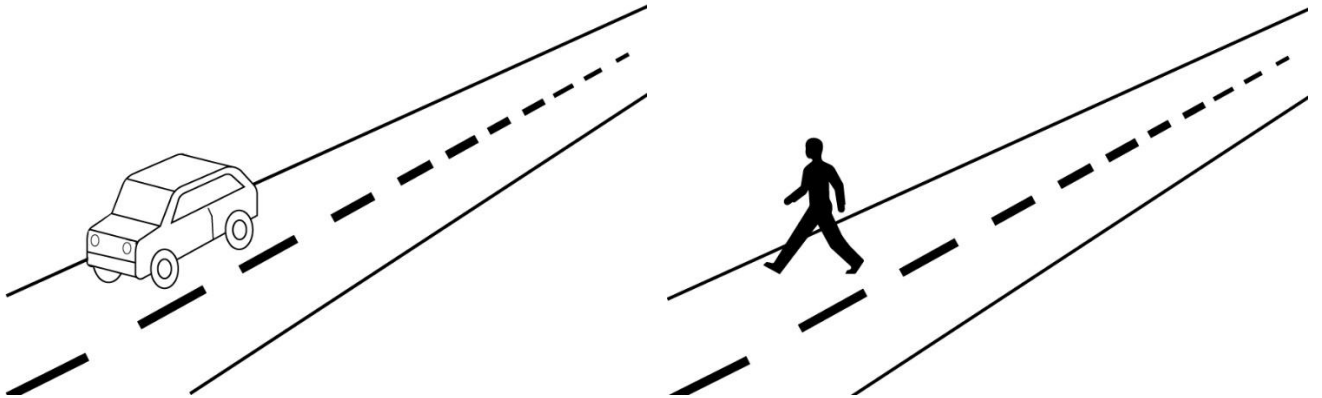


Рисунок 2.5 – Эскизное изображение видеокadra с конечным положением исследуемых объектов

Для определения временного интервала между выбранными видеокadрами используется временной числовой маркер, либо при его отсутствии, определяется количество ключевых кадров на видеозаписи в данном интервале.

Если это возможно на данной видеозаписи, желательно выбрать временной интервал между видеокadрами, кратный секунде, и чтобы объект исследования был достаточно четко различим. Изображения, полученные на видеокadрах, необходимы для последующего фотосовмещения.

Далее выбираются видеокadры с разметкой из фрагмента видеозаписи, полученной в ходе дополнительного ОМП (см. рисунок 2.6).

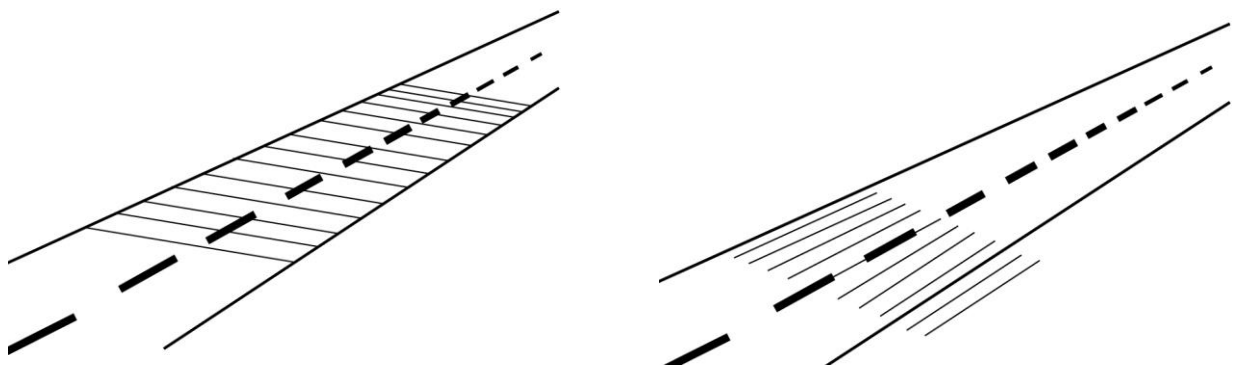


Рисунок 2.6 – Эскизное изображение видеокadra с нанесенной разметкой

Для получения требуемого изображения выбирается видеокadр, на котором разметка наиболее четко и полно видна, а также отсутствуют посторонние объекты.

Далее проводится последовательное фотосовмещение исследуемого объекта с размеченным изображением, как показано на рисунках 2.4 и 2.5 и описано на рисунке 2.6. В графическом редакторе, таком как «Adobe Photoshop», указанные кадры последовательно наслаиваются на изображение с разметкой, чтобы получить совмещенные изображения (рисунки 2.7 и 2.8). Затем на каждом из полученных изображений (рисунки 2.7 и 2.8) отмечается характерная точка положения исследуемого объекта. Если разметка расположена горизонтально, то важно разместить точку ближе к опорной поверхности.

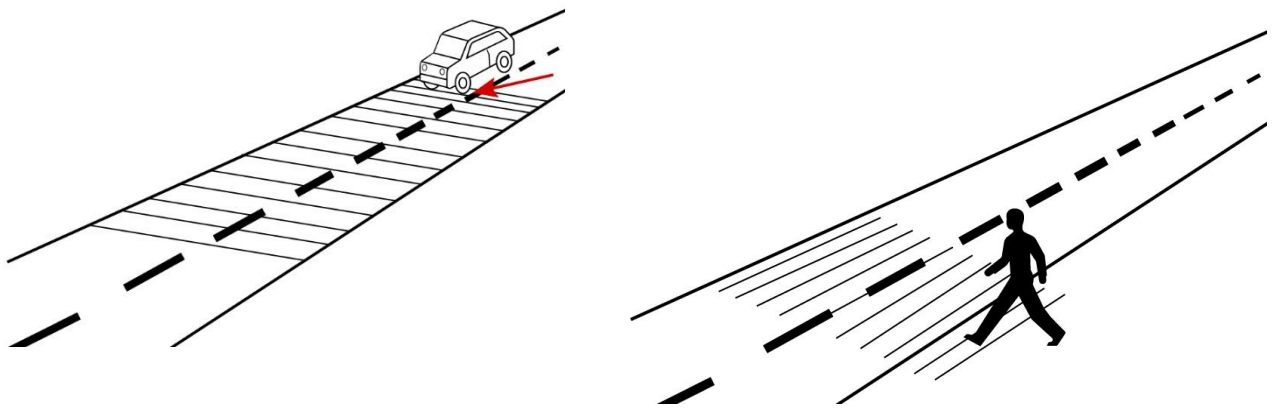


Рисунок 2.7 – Эскизное изображение совмещения видеокadra с начальным положением исследуемых объектов и видеокadra с нанесенной разметкой

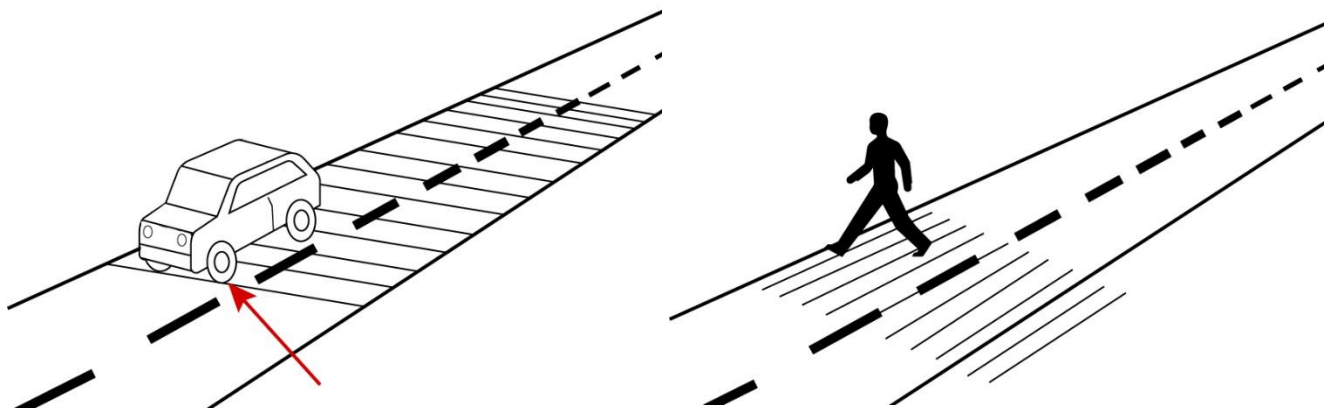


Рисунок 2.8 – Эскизное изображение совмещения видеокadra с конечным положением исследуемых объектов и видеокadra с нанесенной разметкой

При вертикальной разметке положение характерной точки можно определить, как пересечение передней поверхности объекта с изображением

конкретной вехи. После получения изображений производится визуальный анализ, позволяющий определить расстояние, на которое объект переместился за заданный интервал времени. Далее, для выбранного участка, скорость объекта (V , км/ч) определяется по формуле:

$$V = 3,6 \times \frac{\Delta S}{\Delta T} \quad (2.12)$$

где ΔS – расстояние, пройденное объектом между положениями, запечатленными на выбранных кадрах (см. рис. 2.4 и 2.5); ΔT - время перемещения объекта между положениями, запечатленными на выбранных кадрах (см. рис. 2.4 и 2.5), определенное по временному маркеру или частоте кадров видеозаписи.

Следует отметить, что полученное среднее значение скорости движения объекта на выбранном участке может отличаться от действительного значения. При расчете средней скорости движения объекта на двух или более участках видеозаписи можно определить, движется ли объект ускоренно (если скорость движения на втором участке больше, чем на первом) или замедленно (если скорость движения на втором участке меньше, чем на первом) [78].

2.3.2 ОСД ТС по видеозаписи с динамического видеозаписывающего устройства

Такая тактика состоит в том, чтобы определить передвижение наблюдаемого объекта на видеоизображении сравнительно определяемых и известных элементов на видеозаписи, расстояния между которыми можно определить или узнать. Данные вычисления осуществляются судом с помощью дополнительного осмотра или органами следствия (дознания). Ранее описанный метод фотосовмещения не применялся в упомянутом случае, так как окружающая обстановка на видеоизображении не является статичной, а видеоноситель находится в динамике.

Существует особенная система координат, которая применяется в подобных случаях, когда необходимо ОСД ТС. Таким образом, данная система может быть

определена по имеющимся постоянным размерам элементов, которые направлены на перемещение изучаемого объекта.

Бывает, что точные размеры объектов в рамках этой системы неясны, в таком случае нужно запросить у суда или органов следствия (дознания) проведения уточняющих расстояний между объектами системы и их размеров. В частности, можно измерить дистанцию между линиями горизонтальной разметки на территории, по которой движется объект и их длину.

В рамках этого протокола нужно связать между собой данные: расстояния со стационарным элементом предметной обстановки, который присутствует на схеме и актуальные размеры элементов.

Внесение всех необходимых актуальных данных в дополнительной схеме ОМП способствует наглядному изучению информации. При грамотном выполнении перечисленных условий, специалист приступает к решению следующих задач:

1. установление скорости движения объекта, в котором есть видеозаписывающее устройство;

2. установление скорости движения объекта, который был зафиксирован камерой, находящейся на другом движущемся объекте. В ходе анализа необходимо определить следующие параметры:

- время создания видеозаписи;
- продолжительность видеозаписи;
- тип расширения видеофайла;
- наличие временного числового маркера или его отсутствие;
- общее количество кадров, содержащихся в видеозаписи;
- количество ключевых кадров в видеозаписи.

Для вычисления скорости кадров в предоставленной видеозаписи возможно использовать временной маркер, подсчитав количество кадров в единицу времени или общее количество кадров, разделенное на время, необходимое для проигрывания фрагмента видеозаписи. Кроме того, в некоторых форматах

видеофайлов, например, в ".AVI", видеозапись может содержать ключевые и стоп-кадры. В этом случае стоит учитывать только ключевые кадры.

Скорость кадров можно определить с помощью специализированных видеоредакторов, которые автоматически рассчитывают среднюю скорость кадров для фрагментов видеозаписи.

После вычисления скорости кадров производится выборка кадров из видеозаписи, на которых объект (или объекты), являющийся элементом системы координат, расположен рядом с выступающей частью транспортного средства с камерой или вблизи любой из границ кадра (см. рисунок 2.9).

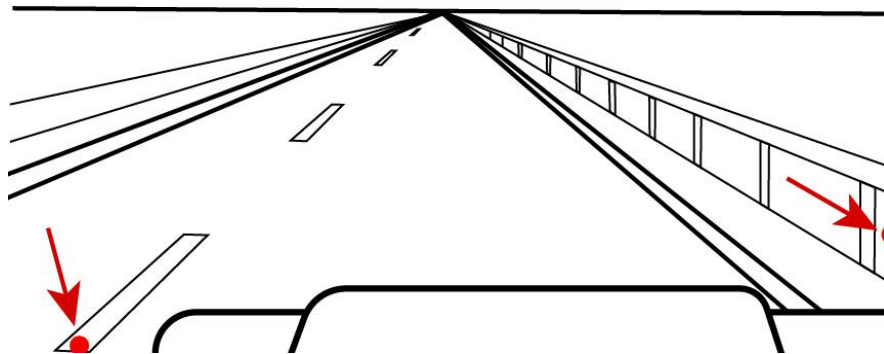


Рисунок 2.9 – Эскизное изображение видеокadra с возможными точками отсчета

Для определения временного интервала между выбранными кадрами на видеозаписи можно использовать временной числовой маркер или количество ключевых кадров в данном интервале.

Зная расстояние между объектами, являющимися элементами системы координат, и временной интервал между выбранными видеокadрами, можно определить среднюю скорость движения объекта, оснащенного видеокамерой, по формуле (2.12).

Решение подзадачи 2 проводится по аналогии с решением подзадачи 1. Особенностью является лишь то, что для проведения исследования должны быть

использованы кадры (не менее двух), на которых исследуемый объект (объекты) находится в одной плоскости с элементами системы координат относительно плоскости поля кадра (см. рис. 2.10 и 2.11).

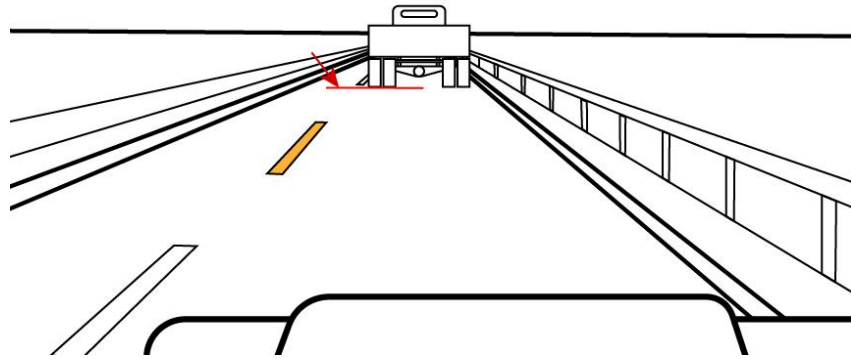


Рисунок 2.10 – Эскизное изображение видеокadra с начальным положением системы координат и исследуемого объекта

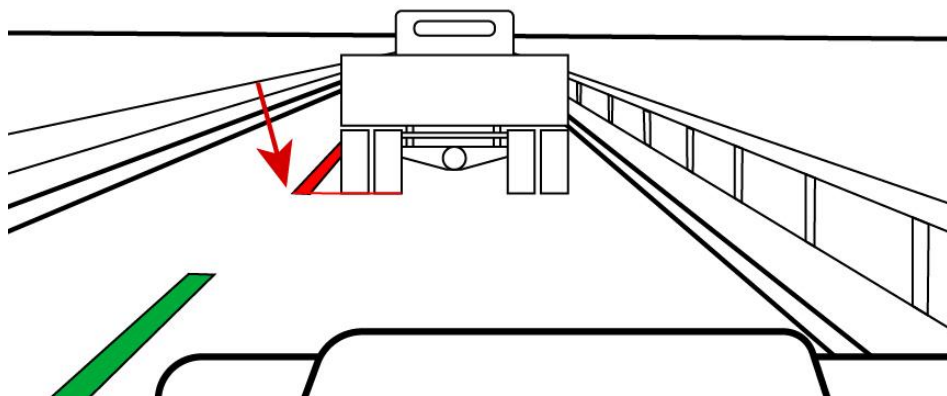


Рисунок 2.11 – Эскизное изображение видеокadra с конечным положением системы координат и исследуемого объекта [78]

2.4 Оценка влияния геометрических искажений на точность ОСД ТС по видеозаписи

В разделе 2.2 приведены теоретические аспекты геометрических искажений, возникающих в видеозаписях. В рамках работы проведены экспериментальные исследования по оценке влияния геометрических искажений на точность ОСД ТС по видеозаписи [35,77]. Для этого с помощью различных видеозаписывающих устройств, фиксировалось перемещение ТС относительно неподвижного объекта известной длины. После получения ряда видеозаписей был выполнен расчет скоростей движения исследуемого ТС до устранения геометрических искажений. Затем в программном продукте «ДТП-Expert» выполнено устранение геометрических искажений и произведен расчет скоростей движения исследуемого ТС, результаты показаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты ОСД ТС

№	$V_{\text{факт}}$, КМ/Ч	$V_{\text{расчдг}}$, КМ/Ч	$V_{\text{расчпг}}$, КМ/Ч	Δ до устранения геометрических искажений, %	Δ до устранения геометрических искажений, % после устранения геометрических искажений, %
1	17	21,7	19,8	28	16
2	27	33,5	31,2	24	16
3	36	44,7	42,1	24	17
4	46	55,2	51,8	20	13
5	55	62,6	60,2	14	9
6	36	44,7	44,7	24	17
7	46	55,2	51,8	20	13
8	55	62,6	60,2	14	9
9	27	33,5	31,2	24	16
10	17	21,7	19,8	28	16

Окончание таблицы 2.1

где $V_{\text{факт}}$ – скорость ТС на участке, $V_{\text{расчдг}}$ – скорость ТС до устранения геометрических искажений, $V_{\text{расчпг}}$ – скорость ТС после устранения геометрических искажений, Δ – относительная погрешность

На рисунке 2.12 приведено сопоставление рассчитанных скоростей движения ТС по видеозаписям до и после устранения геометрических искажений, а на рисунке 2.13 сопоставление их относительных погрешностей.

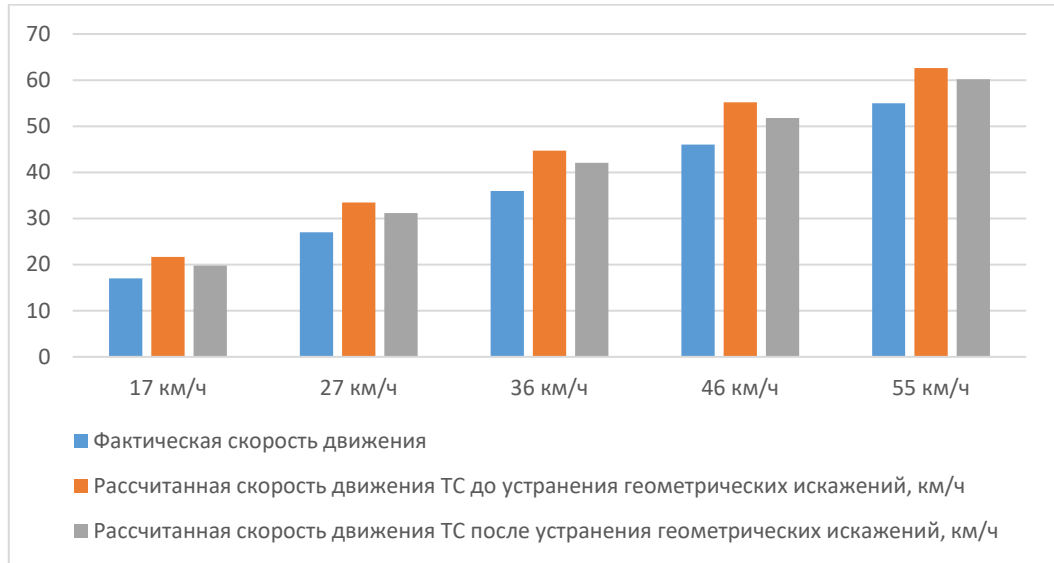


Рисунок 2.12 – Сопоставление рассчитанных скоростей движения ТС по видеозаписям до и после устранения геометрических искажений

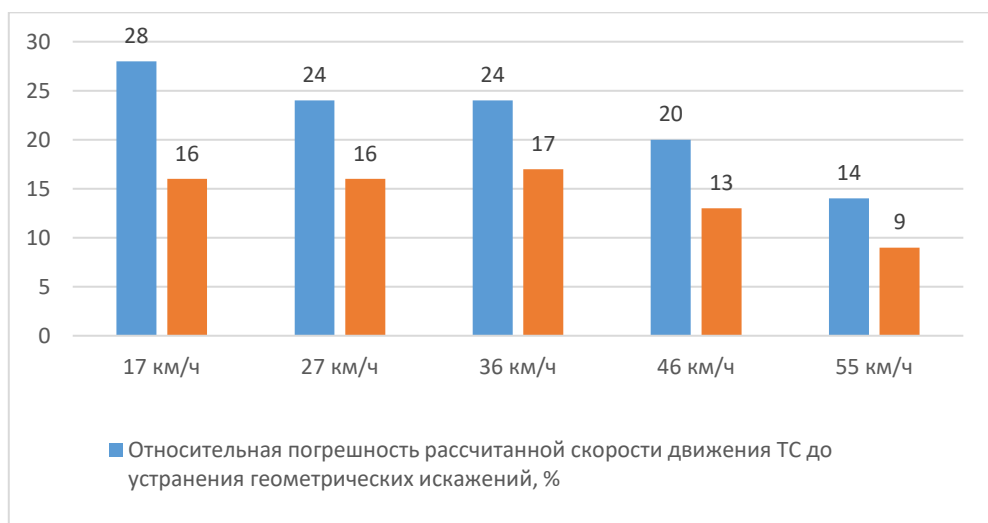


Рисунок 2.13 – Сопоставление относительных погрешностей рассчитанных скоростей движения ТС до и после устранения геометрических искажений видеозаписей

Таким образом, установлено, что после устранения геометрических искажений погрешность определения скорости ТС ниже, что показано на рисунке 2.14.

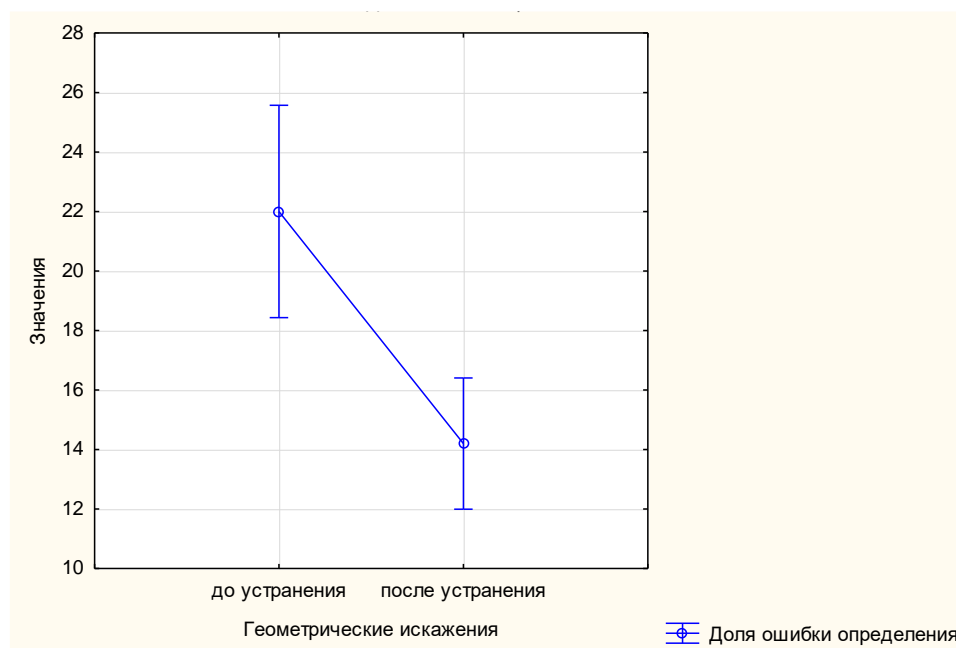


Рисунок 2.14 – Доля ошибки ОСД ТС до и после устранения геометрических искажений

При проведении апостериорного сравнения с применением критерия Тьюки выявлено, что доля ошибки определения достоверно ($p < 0,05$) выше до устранения геометрических искажений (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Результаты апостериорного анализа влияния геометрических искажений при видеосъемке на долю ошибки определения скорости ТС

	Доля ошибки ОСД ТС, %
До устранения геометрических искажений	22,0
После устранения геометрических искажений	14,2

Таким образом, установлено, что после устранения геометрических искажений видеозаписей – относительная погрешность рассчитанной скорости движения ТС уменьшается, что свидетельствует о том, что геометрические искажения влияют на итоговое расчетное значение скорости движения ТС по видеозаписям.

2.5 Влияние режима частоты кадров на расчетное значение скорости движения ТС по видеозаписи

В рамках исследования проведены экспериментальные исследования по сопоставлению расчетных скоростей движения ТС при различных режимах частоты видеозаписи, а именно при переменном и постоянном. Скорость движения ТС определялась при помощи метода «перемещения ТС на расстояние собственной длины и на расстояние длины колесной базы». В результате проведенных исследований получены следующие результаты, приведенные в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты экспериментальных исследований по сопоставлению расчетных скоростей движения ТС при различных режимах частоты кадров видеозаписи

Номер эксперимента	Мерный объект	Частота кадров видеозаписи	$V_{\text{факт}}$, км/ч	$V_{\text{расч}}$, км/ч
1	Полная длина ТС	Переменная	17	16,6
1	Полная длина ТС	Постоянная	17	17,6
1	Длина колесной базы	Переменная	17	17,7
1	Длина колесной базы	Постоянная	17	17,2
2	Полная длина ТС	Переменная	27	26,5
2	Полная длина ТС	Постоянная	27	27,4
2	Длина колесной базы	Переменная	27	25,7

Окончание таблицы 2.3

2	Длина колесной базы	Постоянная	27	26,5
3	Полная длина ТС	Переменная	27	25,7
3	Полная длина ТС	Постоянная	27	27,4
3	Длина колесной базы	Переменная	27	25,7
3	Длина колесной базы	Постоянная	27	26,5
4	Полная длина ТС	Переменная	36	34,1
4	Полная длина ТС	Постоянная	36	35,2
4	Длина колесной базы	Переменная	36	31,4
4	Длина колесной базы	Постоянная	36	32,4
$V_{\text{факт}}$ – скорость ТС на участке, $V_{\text{расч}}$ – расчетное значение скорости ТС				

Полученные результаты скоростей движения ТС при различных режимах частот кадров видеозаписей показаны на рисунке 2.15.

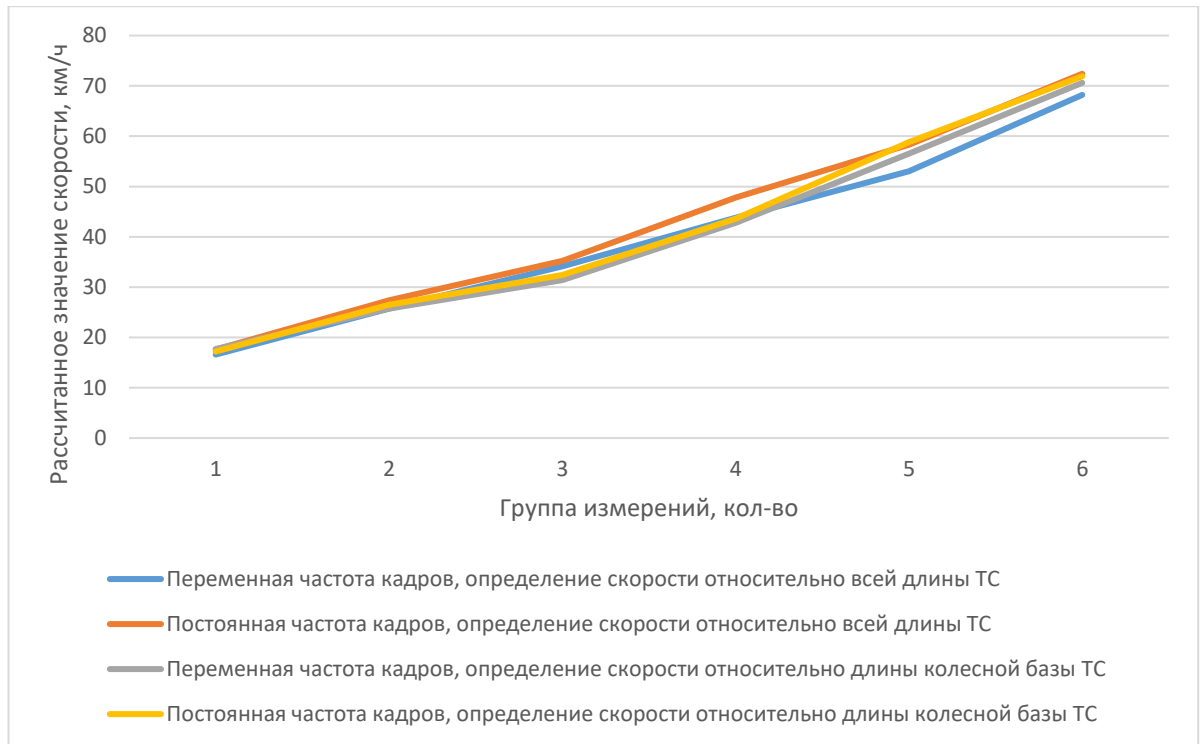


Рисунок 2.15 – Сопоставление рассчитанных скоростей движения ТС в зависимости от режима частоты кадров видеозаписи

В результате сопоставления полученных значений скорости движения ТС установлено, что при переменном режиме частоты кадров скорость движения ТС имеет меньшие значения в сравнении с аналогичными скоростями при постоянном режиме частоты кадров. Рассчитанные скорости движения ТС при переменном режиме частоты кадров видеозаписи могут быть значительно занижены, что свидетельствует о том, что вид режима частоты кадров оказывает влияние на итоговое расчетное значение скорости движения ТС по видеозаписям.

Выводы по второй главе

В рамках данной главы изучены методы обработки видеозаписей, используемые в практической деятельности экспертов. Изучены геометрические искажения, способы их устранения, а также выполнены экспериментальные исследования по оценке влияния геометрических искажений на ОСД ТС по видеозаписи. Проведено теоретическое исследование частоты кадров видеозаписи,

а также выполнены экспериментальные исследования по оценке ее влияния на погрешность ОСД ТС. Помимо этого, выполнено сопоставление расчетных значений скоростей движения ТС при переменной и постоянной частотах видеозаписей, на основании чего определено влияние режима частоты кадров на погрешность ОСД ТС по видеозаписям.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСД ТС ПО ВИДЕОЗАПИСЯМ

3.1 Цель и задачи экспериментальных исследований

Целью исследования является повышение эффективности ДТЭ за счет совершенствования метода ОСД ТС по видеозаписям. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- экспериментально ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического объекта известной длины;
- экспериментально ОСД ТС по видеозаписям при движущемся видеозаписывающем устройстве;
- определить факторы, влияющие на погрешность ОСД ТС по видеозаписям;
- определить значения длин мерных объектов в зависимости от частоты кадров видеозаписи, а также количество кадров, за которые ТС должны преодолевать данные мерные объекты;
- определить минимальную частоту кадров видеозаписи, по которой возможно производить расчет скорости движения ТС;
- получить расчетные эмпирические зависимости для ОСД ТС по видеозаписям с учетом угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и осью направления движения ТС и расстояния, преодолеваемого ТС за один кадр в зависимости от частоты кадров видеозаписи;
- разработать блок-схему процесса ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического видеозаписывающего устройства;
- разработать алгоритм ПО, выполняющего ОСД ТС по видеозаписям путем обнаружения и сегментации движущихся объектов с использованием метода разделения кадров и суммирования;

– разработать алгоритм ПО, выполняющего ОСД ТС по видеозаписям с учетом скорости движения видеозаписывающего устройства на основе распознавания четырехугольных объектов.

Для ОСД ТС по видеозаписям при проведении ДТЭ, были проведены экспериментальные исследования. Во всех исследованиях фактическая скорость движения исследуемого ТС определялась, как расчетная скорость на экспериментальном участке. Таким образом, зная реальную величину скорости движения ТС на видеозаписи возможно выполнить сопоставление реальной и расчетной величины, полученных различными методами.

Для проведения экспериментальных исследований были использованы следующие технически исправные ТС: Hyundai Solaris, KIA Cerato, Ford Explorer, KIA RIO, Volkswagen Polo, Renault Kaptur, Toyota Rav 4, Mercedes-Benz CLA, Smart Fortwo III, Toyota Camry. В качестве записывающих устройств были использованы следующие технически исправные средства, имеющие постоянную частоту кадров:

- видеорегистратор iBOX UltraWide GPS Dual;
- видеорегистратор Digma FreeDrive 606 MIRROR DUAL;
- видеорегистратор 70mai Dash Cam M300;
- видеорегистратор Daocam UNO;
- видеорегистратор Artway AV-405;
- видеорегистратор Fujida Zoom Smart;
- экшн камера GoPro HERO10 Black 5.3K;
- экшн камера GoPro Hero3 Edition.

Необходимо отметить, что экспериментальные исследования проводились при использовании видеозаписывающих устройств со следующими частотами кадров: 20, 24, 25, 30, 48, 60.

3.2 Экспериментальное ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического объекта известной длины

Принцип ОСД ТС данным методом описан в п. 1.3 настоящей диссертации. При проведении эксперимента данным методом, ТС с записывающим устройством располагалось на примыкающей дороге и производилась непрерывная съемка ТС, проезжающего в кадре записывающего устройства. Для ОСД ТС в данном случае на видеозаписи устанавливался статический объект относительно которого рассматривалось перемещение ТС на расстояние своей собственной длины. Исследуемое ТС перемещалось на разных расстояниях относительно записывающего устройства, а также в разных направлениях относительно оптической оси записывающего устройства. Пример общего вида проведения эксперимента показан на рисунке 3.1.

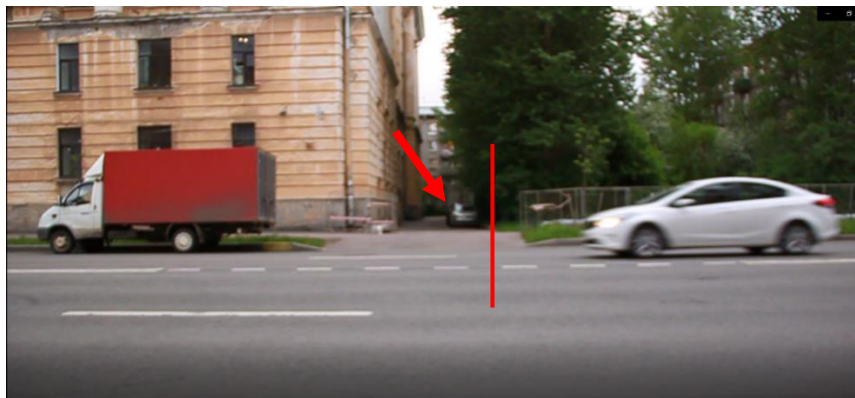


Рисунок 3.1 – Пример общего вида проведения экспериментальных исследований по ОСД ТС методом «перемещения на расстояние собственной длины» (стрелкой указано положение ТС с записывающим устройством, вертикальная статическая линия – точка относительно которой рассчитывается скорость движения исследуемого ТС)

Кроме этого, существует метод ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического объекта известной длины. Принцип определения скорости движения ТС данным методом описан в п. 1.3 настоящей диссертации. При проведении эксперимента данным методом, ТС с записывающим устройством

располагалось на примыкающей дороге и производилась непрерывная съемка ТС, проезжающего в кадре записывающего устройства относительно неподвижного объекта известной длины. На рисунке приведен пример проведения эксперимента данным методом, в рассматриваемом случае, в качестве объекта известной длины использовалась ширина примыкающей дороги, которая была заранее измерена при помощи лазерного дальномера Bosch Glm50, имеющего свидетельство о поверке. Необходимо отметить, что также в качестве объектов известной длины при проведении серии экспериментов использовалась дорожная разметка. Для того, чтобы отобразить ширину примыкающей дороги на всем дорожном полотне было выполнено наложение «перспективной сетки» в программном продукте DTP-EXPERT, границами которой – являлись края примыкающей проезжей части. Таким образом, использование такого инструмента помогает более точно отобразить границы объекта известной длины на дорожном полотне, особенно, когда исследуемое ТС перемещается на достаточном расстоянии от данного объекта. Пример проведения экспериментальных исследований с наложением «перспективной сетки» показан на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Пример наложения «перспективной сетки», отображающей границы участка известной длины на дорожном полотне, с моментом фиксации исследуемого ТС у правого края данного участка (отмечено стрелкой красного цвета)

Для оценки определения скорости ТС проведено порядка 2 940 экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования проводились на скорости (согласно, спидометру) ТС от 30 до 90 км/ч. Необходимо отметить, что экспериментальные исследования в незначительном количестве проводились и на скоростях от 100 до 130 км/ч, но количество таких исследований было не столь значительным, поэтому в дальнейшую таблицу данные значения не включены. Количество экспериментов, проведенных с помощью указанных видеозаписывающих устройств приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Количество экспериментов, проведенных на различных скоростях ТС на различных частотах видеозаписей

Частота кадров видеозаписи, к/с	Скорость движения ТС по спидометру, км/ч						
	30	40	50	60	70	80	90
20	70	70	70	70	70	70	70
24	70	70	70	70	70	70	70
25	70	70	70	70	70	70	70
30	70	70	70	70	70	70	70
48	70	70	70	70	70	70	70
60	70	70	70	70	70	70	70

Согласно, п. 3.8 и 3.9 ГОСТ 12936-2017 [96], спидометры, установленные в автомобилях, передвигающиеся на дорожной сети РФ должны иметь положительные погрешности в зависимости от скорости движения ТС, а также температуры окружающей среды. При этом, как известно, при определении скорости объекта по GPS, также имеются некоторые факторы, влияющие на погрешность определения скорости движения объекта, допустимые значение данных погрешностей приведены в ГОСТ Р 41.39-99 [97]. Исходя из этого, для ОСД ТС на экспериментальном участке, было установлено два видеозаписывающих устройства, одно из которых было установлено в начале участка, а второе в конце. Длина данного участка составляла 50 метров (данная длина была также измерена при помощи дальномера Bosch Glm50), два видеозаписывающих устройства вели

синхронную запись, а въезд и выезд исследуемого ТС на мерный участок фиксировались при помощи звукового сигнала. Таким образом, при каждом экспериментальном исследовании было получено расчетное значение скорости движения ТС на участке. Принципиальная схема установки видеозаписывающих устройств при проведении исследований показана на рисунке 3.3.

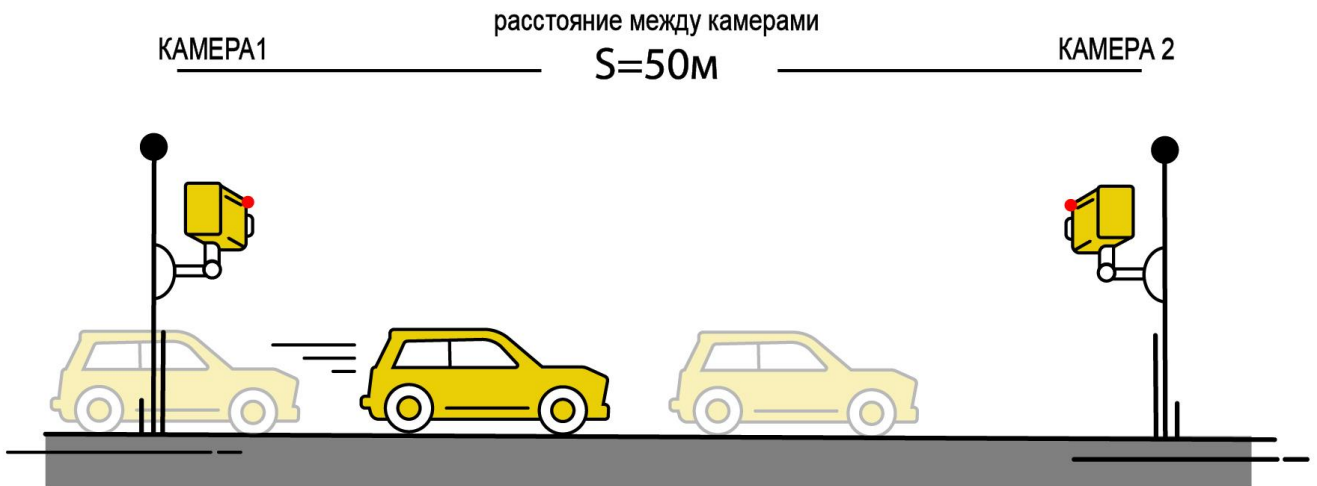


Рисунок 3.3 – Схема расположения видеозаписывающих устройств на экспериментальном участке

В таблице 3.2. приведены результаты полученных средних расчетов на основе всех экспериментальных исследований по всем используемым ТС. Необходимо отметить, что в данной таблице приведены расчеты, выполненные относительно колесных баз исследуемых ТС, так как, как правило, эксперты чаще всего используют именно колесную базу ТС в качестве мерного объекта в связи с тем, что проведение расчета относительно габаритной длины достаточно затруднено в случае нахождения ТС под углом относительно оптической оси записывающего устройства, помимо этого, достаточно часто ТС не перемещается относительно объектов, длина которых известна эксперту при проведении исследования.

Таблица 3.2 – Результаты экспериментальных исследований ОСД ТС по видеозаписям с разными частотами кадров

Частота кадров, к/с	V_y , км/ч	V_{\min} , км/ч	V_{\max} , км/ч	Отклонение V_{\min} от $V_{\text{факт.}}$, %	Отклонение V_{\max} от $V_{\text{факт.}}$, %
20	26,1	25,92	27,77	0,69	6,40
	35,3	32,40	35,35	8,22	0,14
	46,2	43,20	48,60	6,49	5,19
	54,5	48,60	55,54	10,83	1,91
	65,2	55,54	64,80	14,82	0,61
	72,3	64,80	77,76	10,37	7,55
	82,2	77,76	97,20	5,40	18,25
24	26,1	25,92	26,21	0,69	0,42
	35,3	33,33	35,89	5,58	1,67
	46,2	42,41	46,66	8,20	1,00
	54,5	54,25	58,32	0,46	7,01
	65,2	58,32	64,80	10,55	0,61
	72,3	68,61	77,76	5,10	7,55
	82,2	77,76	93,31	5,40	13,52
25	26,1	26,70	27,00	2,30	3,45
	35,3	34,71	36,27	1,67	2,75
	46,2	45,85	48,60	0,76	5,19
	54,5	48,60	54,00	10,83	0,92
	65,2	60,75	65,68	6,83	0,74
	72,3	73,64	81,00	1,85	12,03
	82,2	81,00	90,00	1,46	9,49
30	26,1	26,51	26,75	1,57	2,49
	35,3	36,45	36,91	3,26	4,56
	46,2	44,86	48,60	2,90	5,19
	54,5	53,02	58,32	2,72	7,01
	65,2	58,32	64,80	10,55	0,61
	72,3	71,12	72,90	1,63	0,83
	82,2	72,90	83,31	11,31	1,35
48	26,1	25,92		0,69	
	35,3	35,89		1,67	
	46,2	46,66		1,00	
	54,5	54,89		0,72	
	65,2	66,71		2,32	
	72,3	73,65		1,87	
	82,2	83,82		1,97	

Окончание таблицы 3.2

60	26,1	26,51	1,57
	35,3	35,13	0,48
	46,2	44,86	2,90
	54,5	54,00	0,92
	65,2	64,80	0,61
	72,3	72,90	0,83
	82,2	83,31	1,35

где $V_{\text{факт}}$ – скорость ТС на участке, V_{min} – нижнее значение диапазона скорости, рассчитанного по видеозаписи, V_{max} – верхнее значение диапазона скорости, рассчитанного по видеозаписи

В таблице 3.3 приведено сопоставление отклонений значений скорости движения ТС, определенных различными способами от скорости ТС на экспериментальном участке.

Таблица 3.3 – Сопоставление полученных значений при проведении экспериментальных исследований

V_y , км/ч	V_G , км/ч	Отклонение V_G от V_y , %	V_c , км/ч	Отклонение V_c от V_y , %	Отклонение V_c от V_G , %
26,10	29,00	11,11	30,00	14,94	3,45
35,30	39,00	10,48	40,00	13,31	2,56
46,20	48,00	3,89	50,00	8,22	4,17
54,50	58,00	6,42	60,00	10,09	3,45
65,20	68,00	4,29	70,00	7,36	2,94
72,30	77,00	6,50	80,00	10,65	3,90
82,20	87,00	5,84	90,00	9,49	3,45

где V_y – рассчитанное значение скорости ТС на экспериментальном участке, V_G – скорость ТС на основании GPS, V_c – скорость ТС на основании спидометра

В результате проведенных исследований установлено, что скорость, рассчитанная по видеозаписи, имеет значительно меньшие отклонения в сравнении со скоростями, определенными по спидометру и по GPS.

На рисунке 3.4 приведено наглядное сопоставление средних значений скорости движения ТС по спидометру и GPS в сравнении с расчетной скоростью движения ТС на экспериментальном участке.

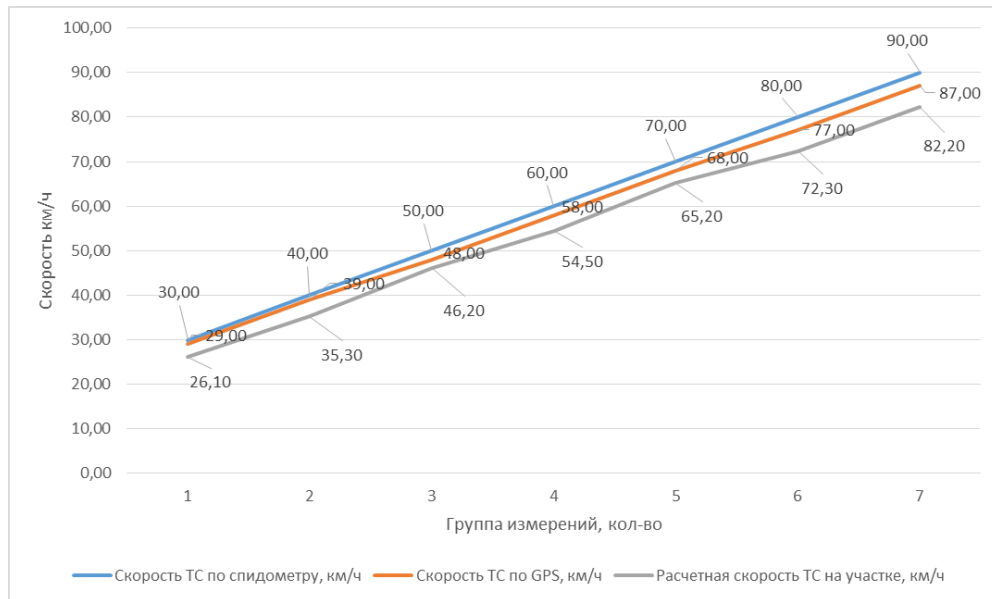


Рисунок 3.4 – Сопоставление значений скоростей движения ТС

На рисунках 3.5-3.10 приведены сопоставления рассчитанных диапазонов скоростей движения ТС по видеозаписям в зависимости от частоты кадров видеозаписи в сравнении с расчетной скоростью движения ТС на участке.

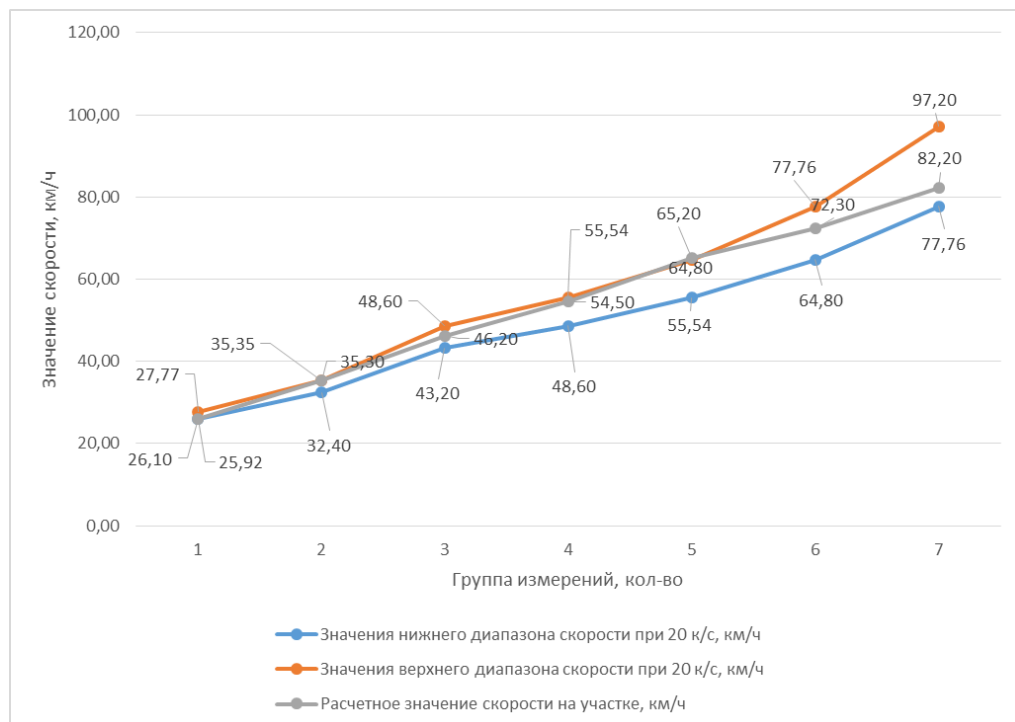


Рисунок 3.5 – Сопоставление значений скоростей движения ТС, рассчитанных по видеозаписям с частотой кадров 20 к/с в сравнении с расчетными значениями скорости движения ТС на экспериментальном участке

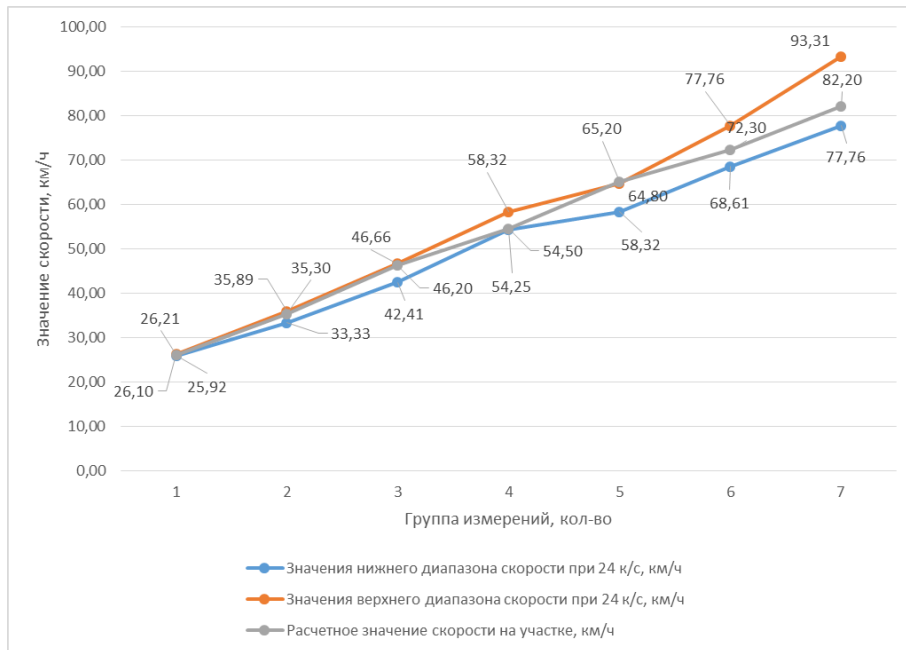


Рисунок 3.6 – Сопоставление значений скоростей движения ТС, рассчитанных по видеозаписям с частотой кадров 24 к/с в сравнении с расчетными значениями скорости движения ТС на экспериментальном участке

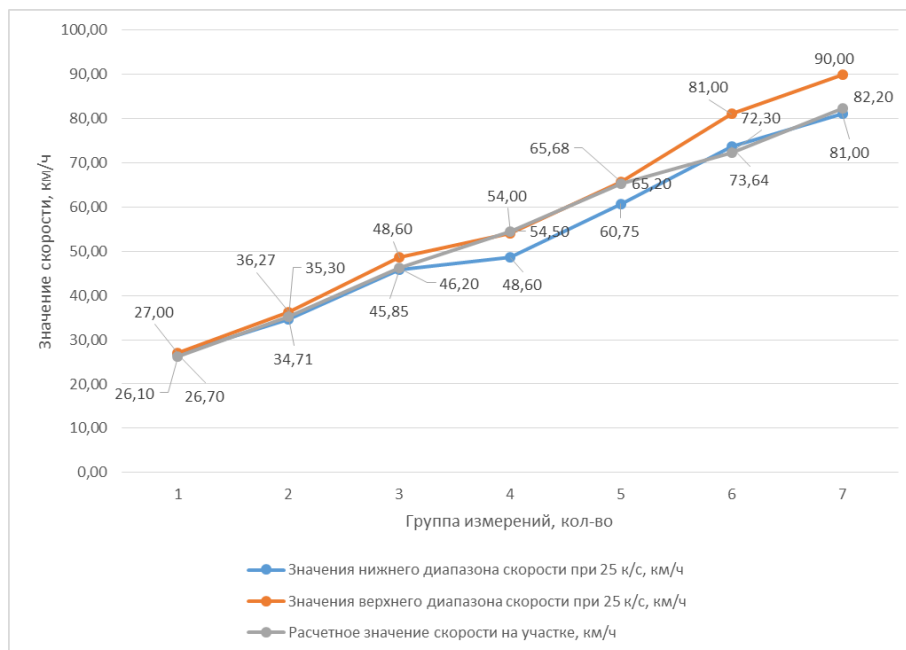


Рисунок 3.7 – Сопоставление значений скоростей движения ТС, рассчитанных по видеозаписям с частотой кадров 25 к/с в сравнении с расчетными значениями скорости движения ТС на экспериментальном участке

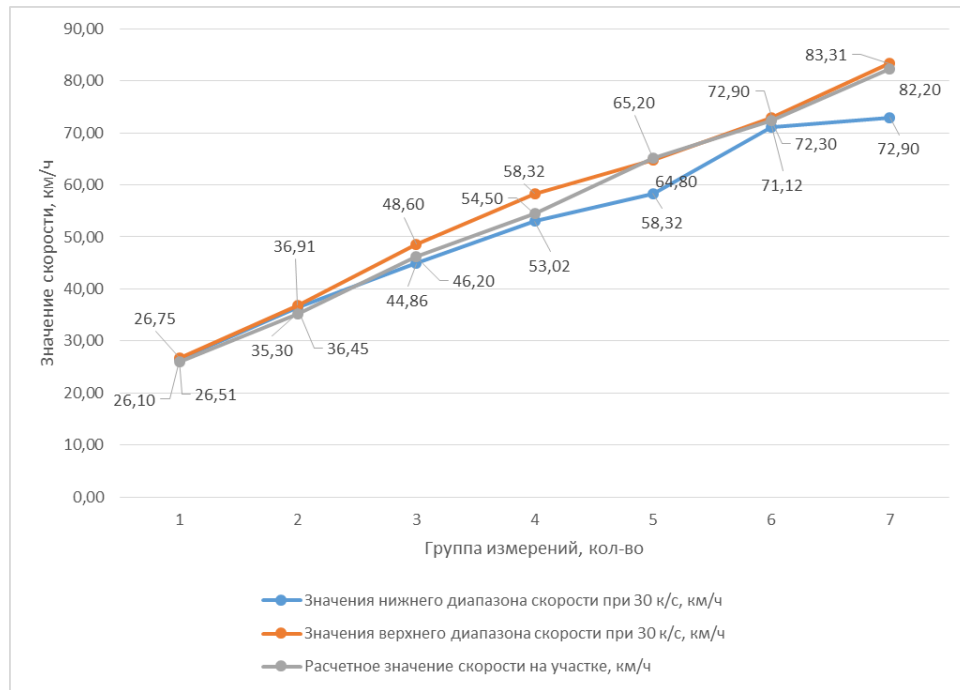


Рисунок 3.8 – Сопоставление значений скоростей движения ТС, рассчитанных по видеозаписям с частотой кадров 30 к/с в сравнении с расчетными значениями скорости движения ТС на экспериментальном участке

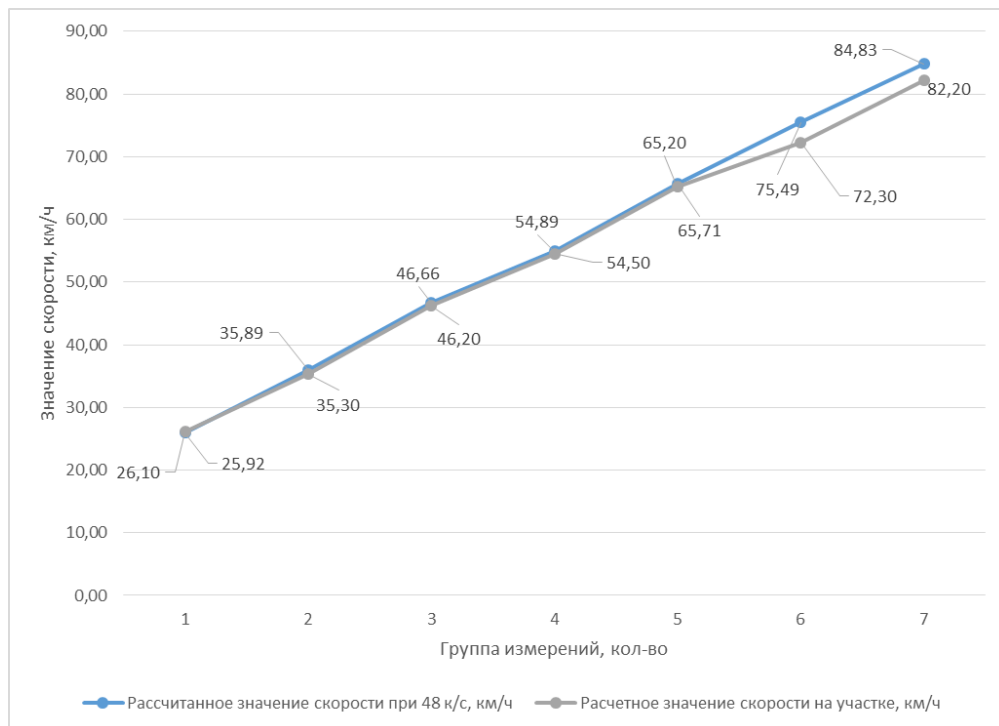


Рисунок 3.9 – Сопоставление значений скоростей движения ТС, рассчитанных по видеозаписям с частотой кадров 48 к/с в сравнении с расчетными значениями скорости движения ТС на экспериментальном участке

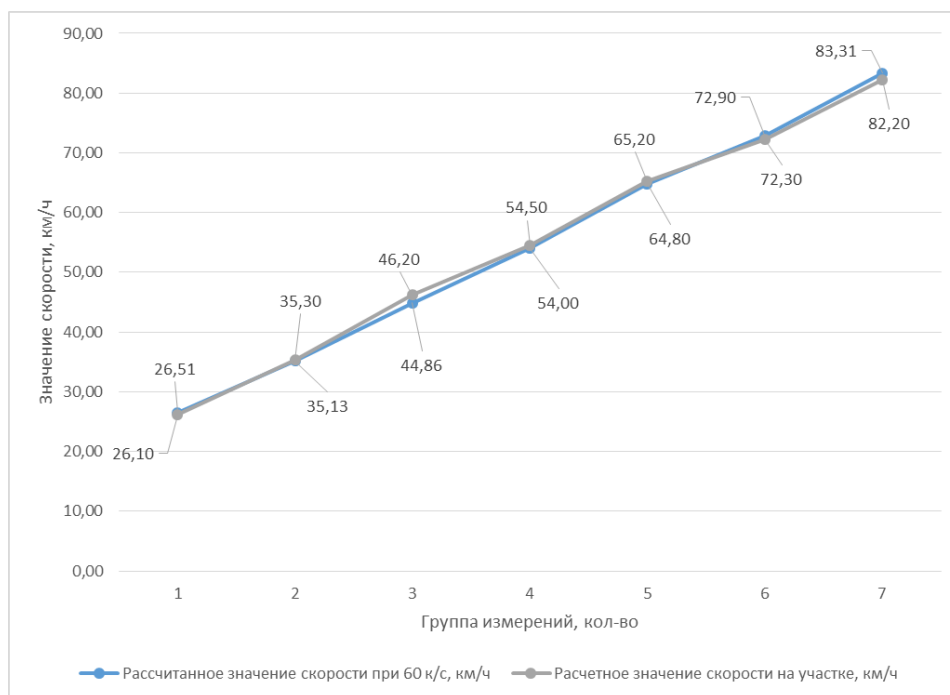


Рисунок 3.10 – Сопоставление значений скоростей движения ТС, рассчитанных по видеозаписям с частотой кадров 60 к/с в сравнении с расчетными значениями скорости движения ТС на экспериментальном участке

Из проведенных исследований видно, что значения скорости, определенные по видеозаписи, имеют большую достоверность в сравнении с другими скоростями. При этом, видно, что отклонение рассчитанных диапазонов иногда могут достигать почти 20%, что является неприемлемым при реконструкции ДТП. Из полученных результатов видно, что чем больше частота кадров видеозаписи по которой выполнялся расчет скорости движения ТС – тем меньше отклонение границ диапазона рассчитанной скорости от скорости движения ТС на экспериментальном участке. Далее исследовано с каким из показателей связана частота кадров. В связи с тем, что частота кадров измерена в порядковой шкале, имеет 6 повторяющихся позиций, то при выявлении наличия линейной связи будет использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена, что показано в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Уровень значимости коэффициента корреляции R-Спирмена для измерения связи между частотой кадров и разного рода замерами при определении скорости ТС по видеозаписи

Показатели замеров	Коэффициент корреляции	P – уровень значимости
Количество кадров, за которые автомобиль преодолевает мерный участок	0,571	<0,001
Верхняя граница диапазона скорости по видеозаписи (рассчитанная)	0,170	0,230
Нижняя граница диапазона скорости по видеозаписи (рассчитанная)	0,312	0,040
Максимальное отклонение рассчитанного диапазона скорости от скорости на участке	-0,486	<0,001
Минимальное отклонение рассчитанного диапазона скорости от скорости на участке	-0,040	0,790

Частота кадров тесно связана с количеством кадров, за которые ТС преодолевает мерный участок ($R=0,57$; $p<0,001$) и умеренно связана со значением нижней границы диапазона скорости, определенного по видеозаписи ($R=0,31$; $p=0,04<0,05$).

Кроме этого, выявлена тесная отрицательная связь (обратно-пропорциональная зависимость) между частотой кадров и максимальным отклонением диапазона скорости от скорости движения ТС на экспериментальном участке ($R= - 0,49$; $p<0,001$). Чем выше максимальное отклонение диапазона скорости от эталонного значения, тем ниже частота кадров, что наглядно отражено на рисунке 3.11.

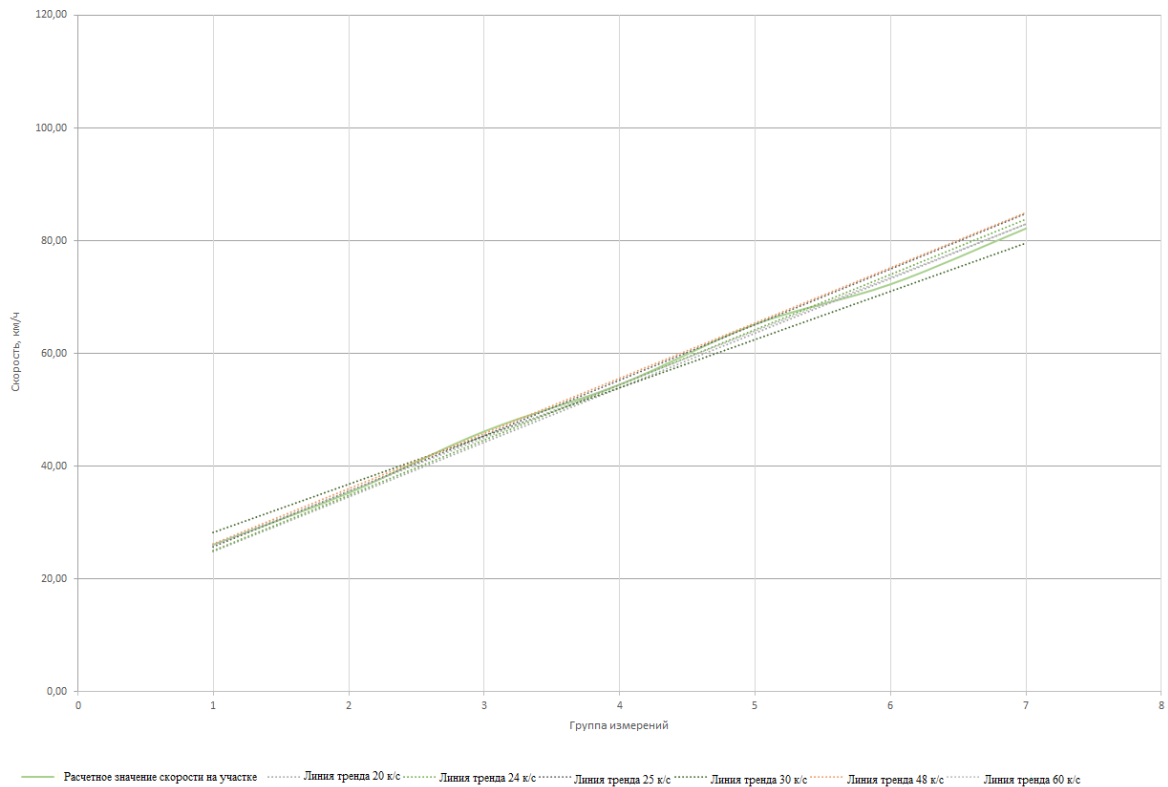


Рисунок 3.11 – Влияние значения частоты кадров на отклонение расчетного значения скорости движения по видеозаписи от скорости на экспериментальном участке

Таким образом, установлено, что с уменьшением частоты кадров видеозаписи отклонение расчетного значения скорости по видеозаписи увеличивается, что объясняется тем, что с уменьшением частоты кадров видеозаписи – ТС преодолевает большее расстояние за один кадр.

Кроме этого, в рамках диссертационной работы выполнены исследования по определению влияния угла между осью движения ТС и оптической осью видеозаписывающего устройства. При проведении данных исследований записывающее устройство устанавливалось под разными углами относительно проезжей части и при определенном угле выполнялись заезды ТС с разными скоростями движения, а также при разных частотах видеозаписи. Принципиальная схема приведена на рисунке 3.12.

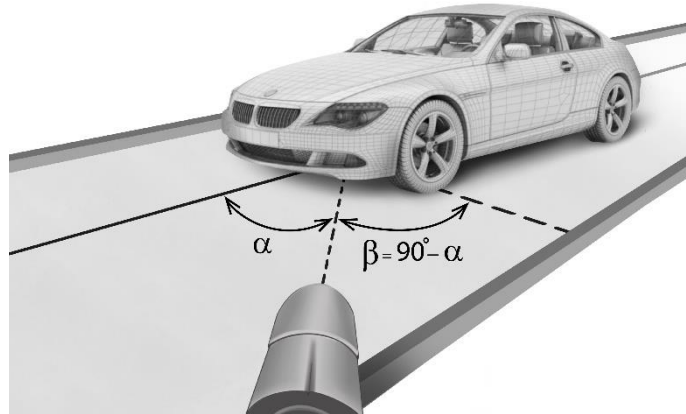


Рисунок 3.12 – Принципиальная схема установки видеозаписывающего устройства под углом относительно оси направления движения исследуемого ТС

Для определения угла α , под которым находится видеозаписывающее устройство относительно направления движения исследуемого ТС, необходимо определить середину имеющегося изображения. После этого, необходимо обозначить линию, соединяющую середины передних (задних) колес (шин) исследуемого ТС. Далее при помощи различных видео редакторов, возможно определить угол (β) между оптической осью видеозаписывающего устройства и осью колес исследуемого ТС. Таким образом, угол α определяется по следующей формуле:

$$\alpha = 90^{\circ} - \beta \quad (3.1)$$

где α – угол между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС;

β – угол между осью колес и оптической осью видеозаписывающего устройства.

Таким образом, формула определения скорости движения ТС при нахождении под углом относительно видеозаписывающего устройства будет иметь следующий вид:

$$V = L_a \times \frac{f_k}{n} \times K_{af} \quad (3.2)$$

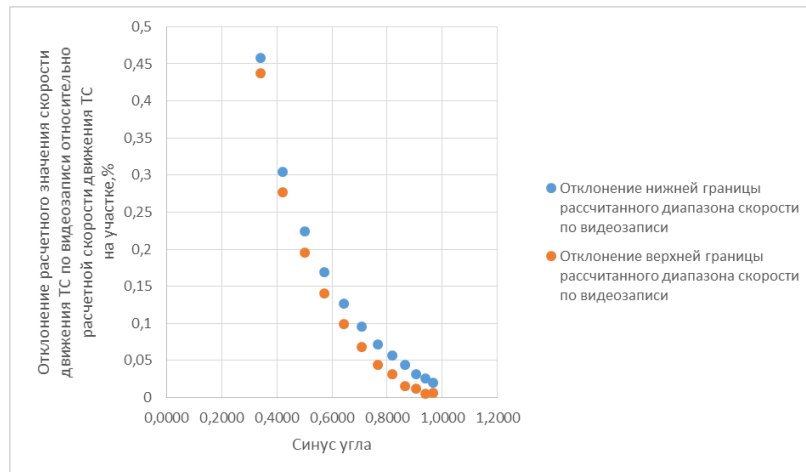
где L_a – длина мерного объекта; f_k – частота кадров видеозаписи; n – количество кадров, за которое ТС преодолевает длину мерного объекта; K_{af} – коэффициент, учитывающий угол между осью направления движения ТС и оптической осью видеозаписывающего устройства, и расстояние, преодолеваемое ТС за один кадр в зависимости от частоты кадров видеозаписи.

На рисунке 3.13 показан пример определения угла β при проведении экспериментальных исследований.

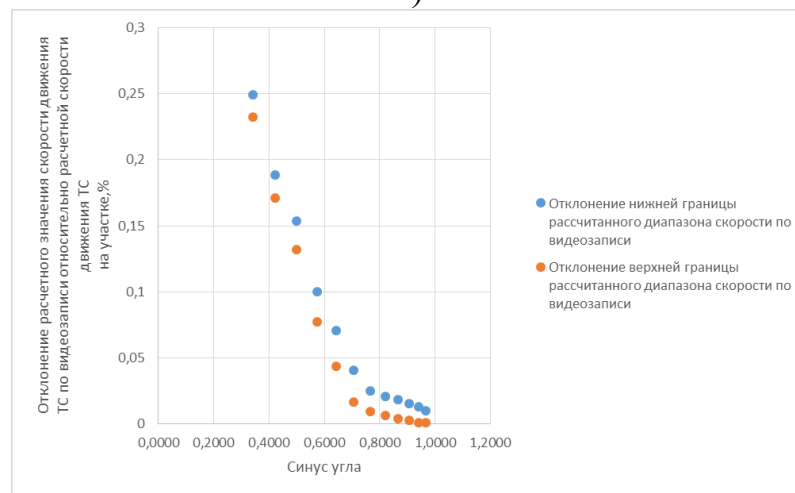


Рисунок 3.13 – Определение угла β (угол между осью колес и оптической осью видеозаписывающего устройства) при проведении экспериментальных исследований

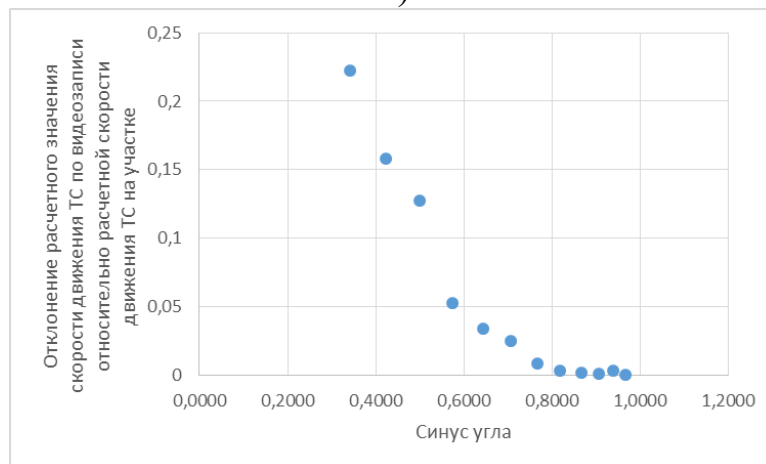
В результате данных исследований установлено, что с уменьшением угла α , погрешность ОСД ТС по видеозаписи увеличивается. При этом в случае нахождения ТС под углом более 75° – данное влияние незначительно. Результаты отклонения скорости движения ТС по видеозаписи от расчетного значения скорости движения ТС на экспериментальном участке в зависимости от синуса угла α показаны на рисунке 3.14.



а)



б)



в)

Рисунок 3.14 – Отклонения рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям (а – 20 к/с, б – 30 к/с, в – 60 к/с) в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (26,1 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

В рамках работы приведено подробное получение уравнения регрессии для частоты кадров видеозаписи 20 к/с.

Уравнение множественной гиперболической регрессии имеет вид:

$$y = b_0 + \frac{b_1}{x_1} + \frac{b_2}{x_2} + \frac{b_3}{x_3} \quad (3.3)$$

где b_0, b_1, b_2, b_3 – эмпирические коэффициенты регрессии.

Далее необходимо найти вектор $V(X)$, который будет получаться из следующего выражения при помощи метода наименьших квадратов:

$$V = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ \dots \\ Y_{115} \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & X_{1,1} & \dots & X_{3,1} \\ 1 & X_{1,2} & \dots & X_{3,2} \\ 1 & X_{1,3} & \dots & X_{3,3} \\ 1 & X_{1,4} & \dots & X_{3,4} \\ 1 & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{1,115} & \dots & X_{3,115} \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

$$V = \begin{bmatrix} 26,45 \\ 26,95 \\ 37,15 \\ 36,60 \\ \dots \\ 73,25 \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & 1,55 & \dots & 0,125 \\ 1 & 1,41 & \dots & 0,125 \\ 1 & 1,74 & \dots & 0,125 \\ 1 & 1,55 & \dots & 0,125 \\ 1 & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1,03 & \dots & 0,129 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

Далее, необходимо выполнить транспонирование матрицы и получить $X^T_{j,i} = X^T_{3,115}$.

$$X^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ X_{1,1} & X_{1,2} & \dots & X_{1,115} \\ X_{2,1} & X_{2,2} & \dots & X_{2,115} \\ X_{3,1} & X_{3,2} & \dots & X_{3,115} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1,55 & 1,41 & \dots & 1,03 \\ 0,071 & 0,066 & \dots & 0,14 \\ 0,125 & 0,125 & \dots & 0,12 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

После этого необходимо умножить полученную матрицу на матрицу X .

$$X^T_{j,i} \times X_{i,j} = X_{3,115}^T \times X_{3,115} = \begin{bmatrix} 115 & 154,37 & 13,48 & 14,43 \\ 154,37 & 214,88 & 18,84 & 19,37 \\ 13,48 & 18,84 & 1,77 & 1,69 \\ 14,43 & 19,37 & 1,69 & 1,81 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

Далее необходимо произвести операцию по поиску обратной матрицы $(X_{3,115}^T \times X_{3,115})^{-1}$:

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 13,317 & -0,359 & 2,161 & -104,188 \\ -0,359 & 0,212 & -0,851 & 1,391 \\ 2,161 & -0,851 & 8,847 & -16,383 \\ -104,188 & 1,391 & -16,383 & 830,413 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

Исходя из этого X_1, X_2 и X_3 , будут определены как:

$$V(x) = (X_{3,115}^T \times X_{3,115})^{-1} \times X_{3,115}^T \times V_{115} = \begin{bmatrix} 84,65 \\ -37,24 \\ 414,36 \\ -261,75 \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Оценка дисперсии определяется по формуле и будет равна:

$$s_e^2 = (Y - Y(X))^T (Y - Y(X)) = 1170,188 \quad (3.10)$$

Тогда достоверность аппроксимации в рассматриваемом случае будет определяться по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{s_e^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.11)$$

Определим достоверность аппроксимации по вышеприведенной формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{1170,188}{20953,24} = 0,9442 \quad (3.12)$$

После этого необходимо выполнить проверку в соответствии с критерием Фишера. Установлено, что $k_1=3$ и $k_2=111$ (для рассматриваемого случая). Соответственно для проверки существует две гипотезы H_0 и H_1 :

$$H_0: R^2 = 0; \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \dots = \beta_{10} = 0$$

$$H_1: R^2 \neq 0 \quad (3.13)$$

Далее необходимо произвести расчет F-критерия Фишера, определяемого по формуле:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{n-m-1}{m} \quad (3.14)$$

Произведем расчет распределения Фишера по вышеприведенной формуле:

$$F = \frac{0,9442}{1-0,9442} \times \frac{115-3-1}{3} = 625,52 \quad (3.15)$$

В связи с тем, что $F_{кр} = 2,70$, можно сделать вывод, что полученное уравнение статистически надежно, а коэффициенты b_i совместно значимы.

Пример расчета средней ошибки аппроксимации полученного уравнения регрессии приведен ниже:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{\varepsilon}{\bar{y}} \right|}{n} \cdot 100\% = \frac{5,674}{115} \cdot 100\% = 4,93\% \quad (3.16)$$

Число степеней свободы полученного уравнения определяется следующим образом:

$$V = n - m - 1 = 115 - 3 - 1 = 111 \quad (3.17)$$

При доверительной вероятности 95%, коэффициент Стьюдента будет равен 1,982. По формуле 3.18 будет определена значимость для полученных коэффициентов регрессии:

$$t_b = \frac{b}{s_b} \quad (3.18)$$

Далее составлена таблица 3.5, в которой приведены полученные результаты по проверке значимости коэффициентов.

Таблица 3.5 – Проверка значимости параметров множественной регрессии

b	0	1	2	3
$ t_b $	7,145	24,892	42,905	2,797

Полученные уравнения для каждой частоты кадров видеозаписи приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Результаты регрессионного анализа

Частота кадров видеозаписи, к/с	Уравнение регрессии, $y = f(x_1, x_2, x_3)$	Достоверность аппроксимации, R^2	Средняя ошибка аппроксимации, %
20 – нижняя граница диапазона	$V_{min} = 84,65 - \frac{37,24}{x_1} + \frac{414,36}{x_2} - \frac{261,75}{x_3}$	0,9442	4,93
20 – верхняя граница диапазона	$V_{max} = 59,19 - \frac{33,12}{x_1} + \frac{401,41}{x_2} - \frac{93,27}{x_3}$	0,9461	4,88
24 – нижняя граница диапазона	$V_{min} = 106,14 - \frac{43,19}{x_1} + \frac{406,11}{x_2} - \frac{301,49}{x_3}$	0,9489	4,11
24 – верхняя граница диапазона	$V_{max} = 115,84 - \frac{41,07}{x_1} + \frac{398,72}{x_2} - \frac{375,49}{x_3}$	0,9516	4,07
25 – нижняя граница диапазона	$V_{min} = 113,27 - \frac{38,72}{x_1} + \frac{345,12}{x_2} - \frac{313,76}{x_3}$	0,9587	3,99
25 – верхняя граница диапазона	$V_{max} = 99,94 - \frac{33,69}{x_1} + \frac{317,85}{x_2} - \frac{251,20}{x_3}$	0,9593	3,95
30 – нижняя граница диапазона	$V_{min} = 128,98 - \frac{46,03}{x_1} + \frac{436,90}{x_2} - \frac{365,86}{x_3}$	0,9681	3,51
30 – верхняя граница диапазона	$V_{max} = 121,25 - \frac{44,06}{x_1} + \frac{442,59}{x_2} - \frac{339,03}{x_3}$	0,9622	3,43
48	$V = 82,87 - \frac{31,94}{x_1} + \frac{390,56}{x_2} - \frac{113,82}{x_3}$	0,9641	2,39
60	$V = 132,18 - \frac{29,31}{x_1} + \frac{367,29}{x_2} - \frac{379,11}{x_3}$	0,9746	1,51

Результаты рассчитанных значений критерия Фишера для каждого уравнения регрессии приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Результаты расчета критерия Фишера

Частота кадров видеозаписи, к/с	F (критерий Фишера)	Табличное значение F (критерий Фишера)	Значимость гипотезы
20 – нижняя граница диапазона	625,52	2,70	Да
20 – верхняя граница диапазона	649,46	2,70	Да
24 – нижняя граница диапазона	687,07	2,70	Да
24 – верхняя граница диапазона	727,46	2,70	Да
25 – нижняя граница диапазона	858,88	2,70	Да
25 – верхняя граница диапазона	872,09	2,70	Да
30 – нижняя граница диапазона	1122,87	2,70	Да
30 – верхняя граница диапазона	941,83	2,70	Да
48	993,64	2,70	Да
60	1419,69	2,70	Да

На основании вышеприведенных уравнений регрессий были получены значения корректирующих коэффициентов (K_{af}), которые были рассчитаны для разных значений длин мерных объектов, количества кадров, за которые ТС преодолевает мерный объект, а также частот кадров видеозаписи. В таблице 3.8 приведены примеры полученных значений корректирующих коэффициентов (K_{af}) для нижней и верхней границ диапазона скорости для длины объекта, равной 7,75 м и частоты кадров видеозаписи 20 к/с.

Таблица 3.8 – Значения корректирующего коэффициента

K_{af} для нижней границы диапазона скорости															
$L_{об} = 7,75 \text{ м}, f_k = 20 \text{ к/с}$															
n, шт sina	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
25	0,52	0,51	0,51	0,49	0,48	0,48	0,48	0,49	0,48	0,49	0,48	0,49	0,47	0,48	0,47
30	0,57	0,56	0,55	0,52	0,52	0,50	0,49	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,47
35	0,64	0,62	0,60	0,61	0,59	0,54	0,54	0,56	0,55	0,54	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49
40	0,68	0,66	0,63	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63	0,62	0,64	0,65
45	0,70	0,67	0,68	0,71	0,72	0,71	0,70	0,71	0,70	0,71	0,71	0,72	0,72	0,71	0,72
50	0,71	0,70	0,71	0,72	0,74	0,76	0,76	0,77	0,75	0,76	0,77	0,76	0,76	0,75	0,81
55	0,72	0,72	0,73	0,75	0,78	0,80	0,81	0,81	0,80	0,81	0,82	0,81	0,82	0,82	0,83
60	0,74	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,85	0,84	0,86	0,85	0,90
65	0,79	0,80	0,80	0,81	0,83	0,84	0,84	0,84	0,85	0,88	0,88	0,89	0,90	0,92	0,94
70	0,80	0,81	0,81	0,82	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95
75	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96

K_{af} для верхней границы диапазона скорости															
$L_{об} = 7,75 \text{ м}, f_k = 20 \text{ к/с}$															
n, шт sina	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
25	0,54	0,52	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,47	0,48	0,48	0,49	0,49
30	0,59	0,58	0,57	0,55	0,53	0,50	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45
35	0,68	0,66	0,64	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	0,57	0,56	0,54	0,54	0,53	0,53	0,52
40	0,74	0,72	0,71	0,70	0,68	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63
45	0,75	0,74	0,72	0,73	0,72	0,70	0,72	0,73	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69
50	0,72	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,82	0,83
55	0,76	0,73	0,74	0,75	0,76	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84
60	0,78	0,76	0,78	0,79	0,81	0,84	0,83	0,82	0,82	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87
65	0,79	0,79	0,80	0,80	0,82	0,84	0,83	0,84	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90
70	0,80	0,80	0,81	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94
75	0,80	0,81	0,82	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,94	0,92	0,90	0,92	0,94	0,95	0,95

Таким образом, в рамках исследования установлено, что угол между видеозаписывающим устройством и направлением движения ТС оказывает значительное влияние на расчетное значение скорости движения ТС по видеозаписи, при этом, в случае если ТС находится под углом более 75° , то данное влияние не значительно и данный угол возможно не учитывать. В то же время, если угол составляет менее 25° , то диапазон рассчитанного значения скорости будет значительным, что в свою очередь будет способствовать затруднению у эксперта по определению технической возможности у водителя ТС предотвратить сложившуюся ДТП. Кроме этого, установлено, что при частоте кадров видеозаписи <20 к/с – расстояние, преодолеваемое ТС за один кадр слишком велико, что делает невозможным фиксацию габаритных точек ТС относительно контрольных точек мерного объекта. На основании этого было установлено, что минимальная частота кадров видеозаписи, по которой возможно ОСД ТС составляет 20 к/с

3.3. Повышение точности ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического мерного объекта известной длины

При ранее проведенном анализе было установлено, что количество кадров, за которое ТС преодолевает мерный участок имеет наибольшую связь с частотой кадров исследуемой видеозаписи, что свидетельствует о том, что чем больше будет составлять мерный объект относительно которого перемещается исследуемое ТС – тем выше достоверность расчетных скоростей движения ТС по видеозаписям. В случае ОСД ТС по видеозаписям, имеющим частоты кадров 48, 60 к/с – отклонение от скорости на экспериментальном участке находится в пределах 5% (при нахождении ТС под углом относительно видеозаписывающего устройства более 75°), что является оптимальным при проведении ДТЭ. Для остальных частот кадров видеозаписей были определены минимально допустимые значения длин мерных объектов. Для этого на дорожном полотне были нанесены линии с шагом 0,25 м (показано на рисунке 3.15).

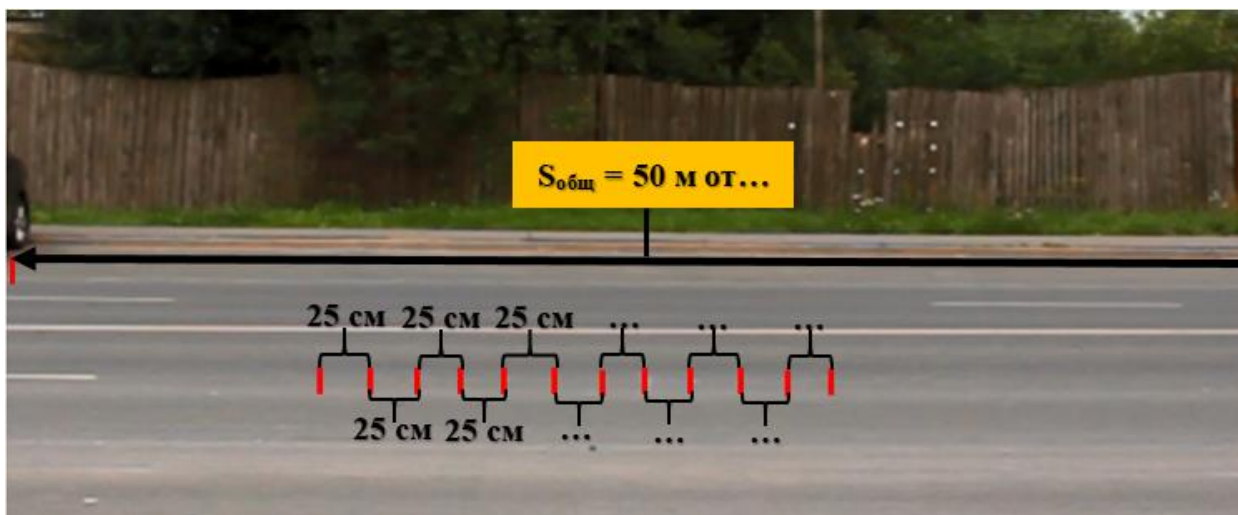


Рисунок 3.15 – Мерный участок, разделенный метками с шагом 0,25 м

В результате данных исследований были установлены значения, приведенные в таблице 3.9, данные значения были установлены таким образом, чтобы максимальное отклонение расчетного значения от скорости движения ТС на экспериментальном участке составляло не более 5%.

Таблица 3.9 – Значения длин мерных участков

Частота кадров видеозаписи, к/с	$V_{\text{факт}}$, км/ч	V_{min} , км/ч	V_{max} , км/ч	Отклонение V_{min} от $V_{\text{факт}}$, %	Отклонение V_{max} от $V_{\text{факт}}$, %	Минимальное значение длины мерного участка, м
20	26,10	26,18	26,67	0,36	2,22	7,75
20	35,30	34,29	35,12	2,86	0,49	
20	46,20	45,00	46,45	2,50	0,65	
20	54,55	53,33	55,38	2,22	1,54	
20	65,20	62,61	65,45	4,00	0,36	
20	72,30	72,00	74,23	0,40	2,68	
20	82,20	80,00	83,72	2,68	1,85	
20	92,80	90,00	94,74	3,02	2,09	
20	102,00	97,30	102,86	4,61	0,84	
24	26,10	26,07	26,30	0,07	0,80	
24	35,30	35,16	35,58	0,80	0,37	
24	46,20	45,47	46,52	0,70	1,57	
24	54,55	54,00	54,98	0,80	1,00	
24	65,20	65,03	67,20	3,07	0,26	
24	72,30	71,15	75,60	4,58	1,57	
24	82,20	80,64	86,20	4,86	1,90	

Окончание таблицы 3.9

25	26,10	26,12	26,59	1,93	0,11	6,25
25	35,29	34,41	35,24	2,50	0,15	
25	46,15	45,00	46,43	2,50	0,60	
25	54,55	53,18	54,17	2,50	0,69	
25	65,20	63,59	65,00	0,31	2,47	
25	72,30	70,48	73,13	1,16	2,50	
25	82,20	81,25	83,57	1,67	1,16	
30	26,10	25,77	26,37	1,20	1,09	
30	35,30	34,57	35,44	0,41	2,04	5,25
30	46,20	45,73	47,25	2,27	1,03	
30	54,50	54,00	56,70	3,95	1,00	
30	65,20	63,00	65,93	3,37	1,12	
30	72,30	70,88	75,60	1,96	4,58	
30	82,20	81,00	85,91	1,46	4,51	
где $V_{\text{факт}}$ – скорость ТС на участке, V_{min} – нижнее значение диапазона скорости, рассчитанного по видеозаписи, V_{max} – верхнее значение диапазона скорости, рассчитанного по видеозаписи						

Кроме этого, на основе экспериментальных исследований были определены значения количества кадров, за которые исследуемое ТС должно преодолевать данные расстояния, значения которых приведены на рисунке 3.16.

Таким образом, были установлены значения длин мерных объектов относительно которых может выполняться ОСД ТС по видеозаписи, при этом также установлено значение количества кадров, за которое ТС может преодолеть данный объект. Исходя из этого, разработана блок-схема процесса ОСД ТС при перемещении на расстояние известной длины относительно статического видеозаписывающего устройства.

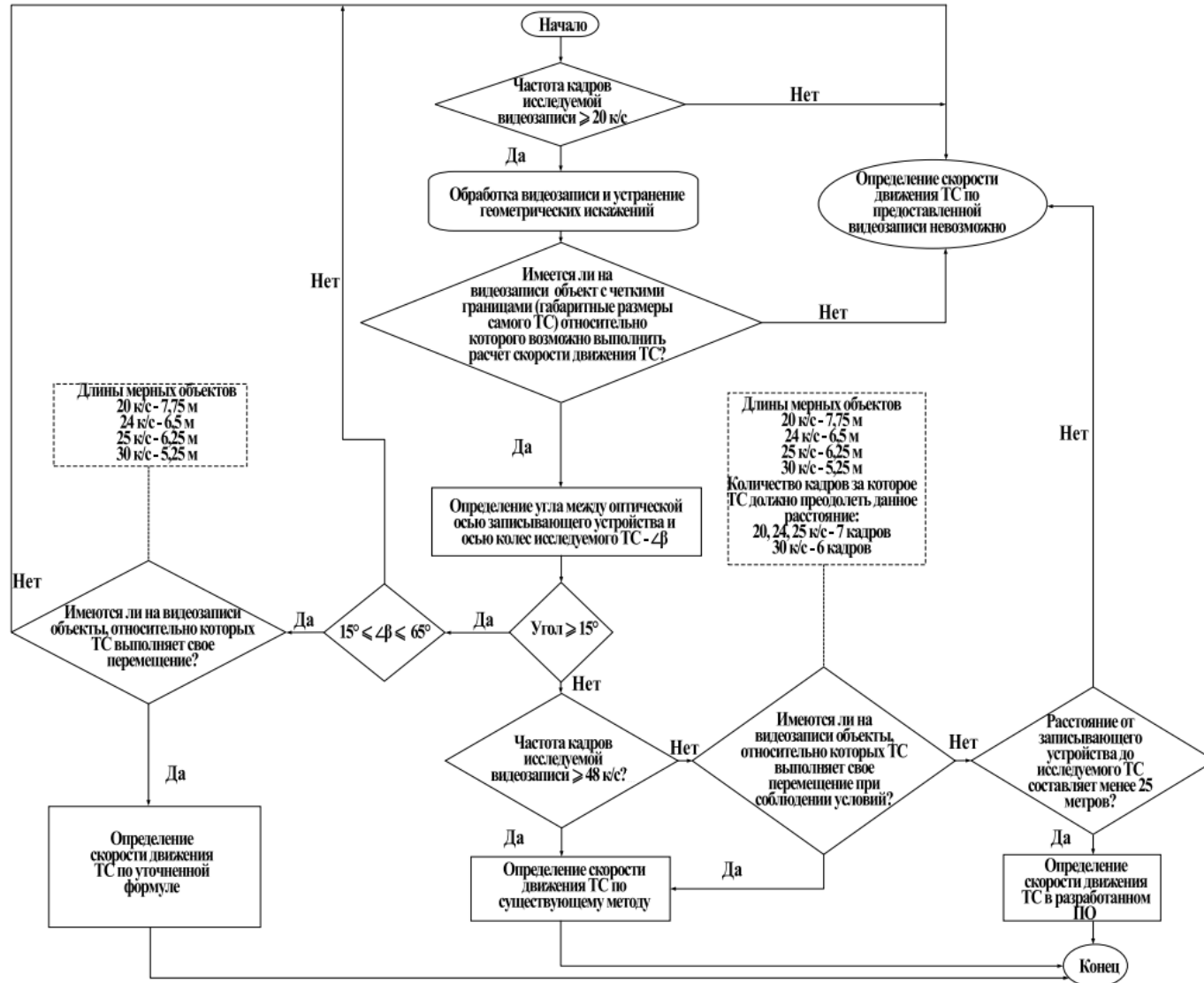


Рисунок 3.16 – Блок-схема процесса ОСД ТС при перемещении на расстояние известной длины относительно статического видеозаписывающего устройства

Применение данной блок-схемы позволит экспертам выбирать объекты относительно которых будет выполняться расчет таким образом, чтобы погрешность определения скорости движения ТС составляла менее 5% (при нахождении ТС под углом относительно видеозаписывающего устройства менее 15°), что в свою очередь будет способствовать повышению уровня достоверности реконструкции ДТП путем получения более точных расчетов диапазонов скоростей участников ДТП и дальнейшего определения их технических возможностей предотвратить сложившуюся ДТС. Помимо этого, данная блок-схема будет способствовать уменьшению необходимого времени для экспертов на ОСД ТС по видеозаписям, так как в случае отсутствия необходимого мерного участка в кадре или слишком большого угла между ТС и видеозаписывающим устройством – эксперты смогут не производить расчет скорости движения ТС в связи с тем, что уже известно, что выводы, полученные по такой видеозаписи, могут быть недостоверными.

Необходимо отметить, что зачастую на предоставленных на исследование видеозаписях отсутствуют какие-либо объекты привязки относительно которых возможно произвести расчет скорости движения ТС. Кроме того, как было установлено ранее, при некоторых частотах кадров определять скорости движения ТС относительно габаритной длины или колесной базы невозможно, так как границы диапазона рассчитанного значения скорости по видеозаписи будут составлять более 5% (если угол между направлением движения ТС и оптической осью видеозаписывающего устройства составляет более 75°). Для автоматического расчета скорости движения ТС разработан программный продукт, выполняющий ОСД ТС на основе пикселей изображения. Специалист должен интегрировать видеозапись в программный продукт и обозначить промежуток времени между кадрами для установления скорости движения ТС, а также изобразить область мерного объекта – колесная база (габаритная длина) ТС. Применение данного программного продукта минимизируют человеческий фактор, но скорость движения ТС может быть определена только на расстоянии до 25 метров от видеозаписывающего устройства. Пользовательский интерфейс и алгоритм

программного продукта приведены на рисунках 3.17-3.18 соответственно. Разработанный программный продукт прошел государственную регистрацию программы для ЭВМ № 2023663850 от 28.06.2023 г. с наименованием – Определение скорости движения автомобиля по видеозаписи, движущегося относительно статического записывающего устройства.

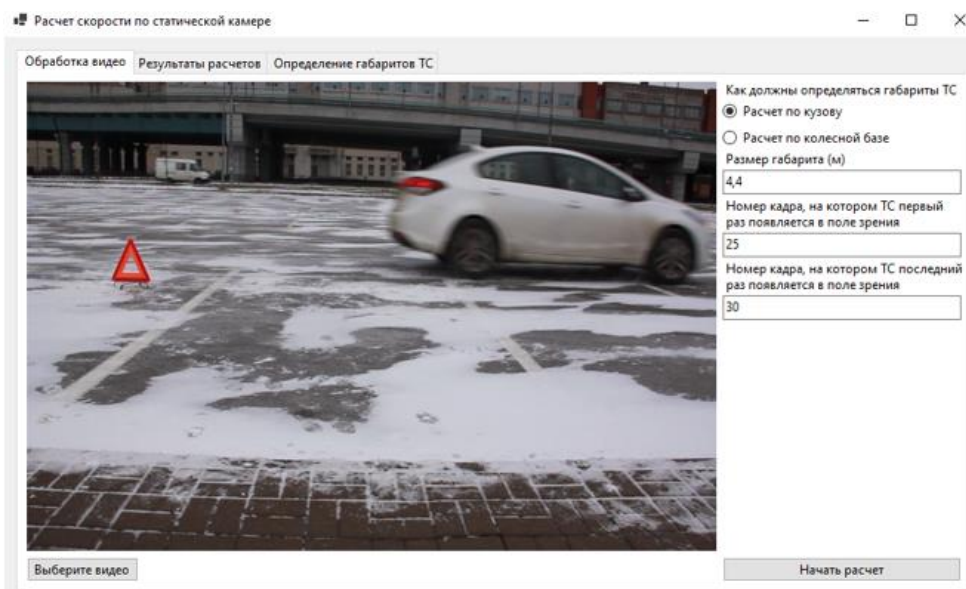


Рисунок 3.17 – Интерфейс разработанного программного продукта

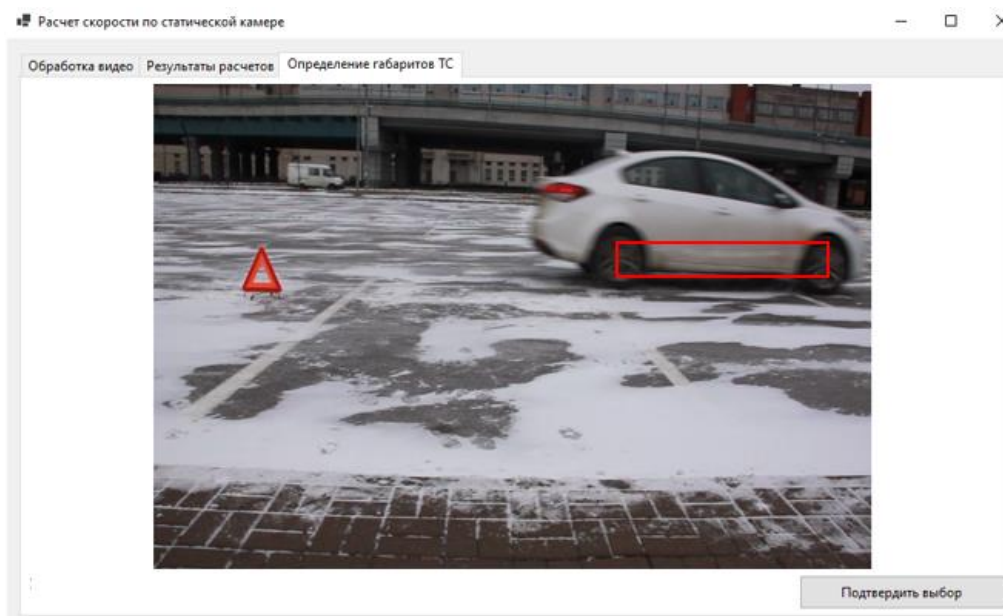


Рисунок 3.18 – Пример определения границ мерного объекта в разработанном программном продукте

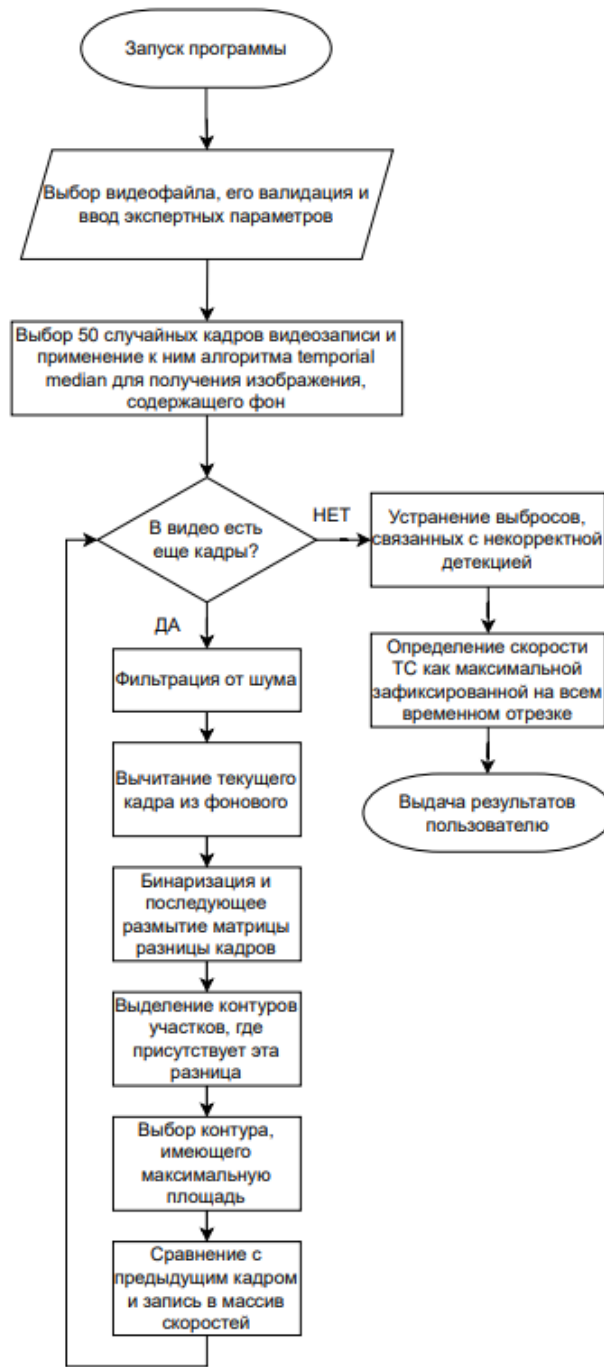


Рисунок 3.19 – Алгоритм предлагаемого ПО по ОСД ТС посредством обнаружения и сегментации движущихся объектов с использованием метода разделения кадров, и суммирования при его перемещении относительно статического видеозаписывающего устройства

Таким образом, в данном разделе предложены пути повышения уровня достоверности определения скорости движения ТС по видеозаписям относительно статичных записывающих устройств [16].

3.4. Экспериментальное определение значений скорости движения ТС по видеозаписям при движущемся видеозаписывающем устройстве

Принцип определения скорости движения ТС данным методом описан в п. 1.3 настоящей диссертации. Выполняемые расчеты в данном методе можно разделить на два этапа:

1. ОСД ТС с записывающим устройством;
2. ОСД исследуемого ТС по изменениям объектов в пикселях экрана.

Для выполнения первого этапа необходимо найти объекты привязки относительно которых перемещается ТС, в котором установлено записывающее устройство, в проводимых исследованиях такими объектами выступали линии дорожной разметки, которые были измерены при помощи лазерного дальномера, необходимо отметить, что выполнить такие измерения возможно и при помощи интернет-сервиса «Google Earth», показывающего очень высокую точность. При проведении исследований, в начале объекта привязки на видеозаписи проводится линия под углом 90 градусов, расстояние от данной линии до ТС с записывающим устройством остается неизменным на протяжении всего его движения, затем положение данной линии фиксируется в конце объекта привязки. Таким образом, зная временные интервалы кадров, на которых горизонтальная линия находится в начале и конце объекта привязки, а также длину данного объекта, возможно вычислить скорость движения ТС с записывающим устройством. Пример определения с наложением горизонтальной линии и ее перемещением от начала и до конца горизонтальной дорожной разметки 1.7 показан на рисунках 3.20 и 3.21.

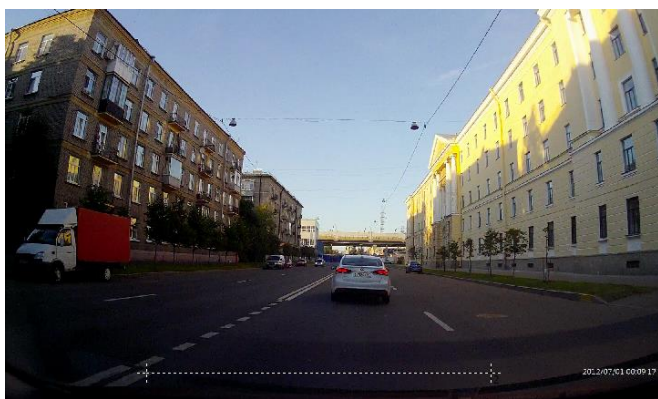


Рисунок 3.20 – Нахождение горизонтальной линии в начале

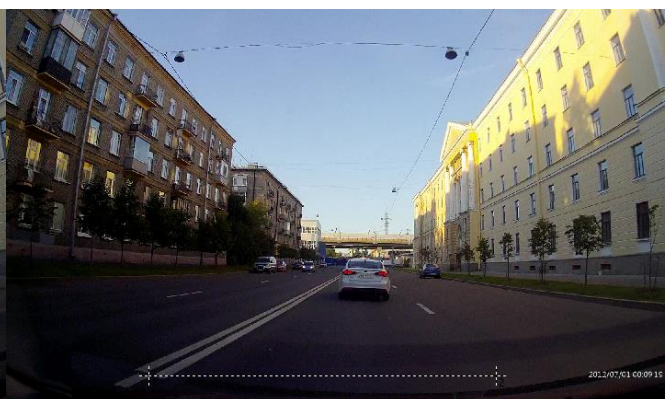


Рисунок 3.21 – Нахождение горизонтальной линии в конце объекта

объекта известной длины (дорожной разметки 1.7)

известной длины (дорожной разметки 1.7)

На втором этапе данного метода необходимо вычислить размеры объектов в пикселях экрана на исследуемом участке, одним из объектов является исследуемое ТС, а вторым – любой статический объект, в рассматриваемом экспериментальном исследовании в качестве статического объекта была выбрана ширина дорожной разметки 1.3. Пример измерений статического объекта показан на рисунках 3.22 и 3.23.

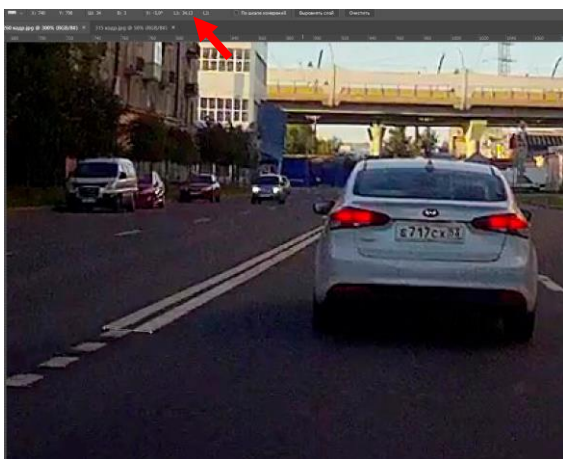


Рисунок 3.22 – Измерение размера ширины дорожной разметки 1.3 в начале исследуемого участка

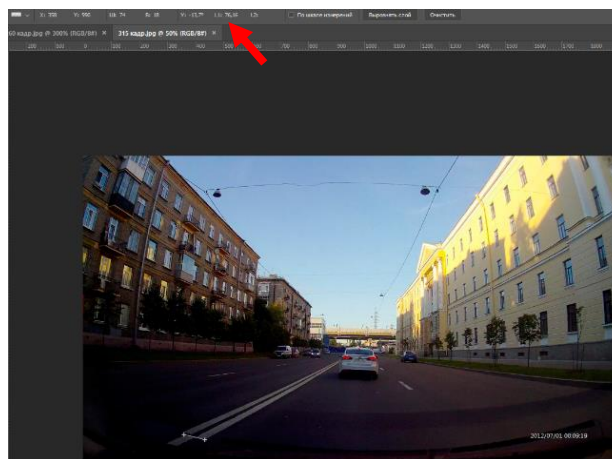


Рисунок 3.23 – Измерение размера ширины дорожной разметки 1.3 в конце исследуемого участка

При расчете скорости ТС в 175 экспериментах (53%) выявлено превышение скорости относительно фактической скорости, в 155 экспериментах (47%) – превышения не было. Различия в долях определяли с помощью z-критерия. Выявлено, что при расчете скорости ТС данным методом достоверных ($p=0,82$) различий в частоте определяется превышения скорости нет. Далее в исследовании выполнен регрессионный анализ в результате которого установлено, что модель регрессионного уравнения значима ($F=2804,45$; $p<0,001$) и объясняет 99,3% всей дисперсии: коэффициент детерминации $R^2=0,993$. Независимые переменные тесно связаны с зависимой: коэффициент множественной корреляции $R=0,996$. По

результатам регрессионного анализа получены следующие результаты, приведенные в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Результаты регрессионного анализа

Коэффициенты						
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	p – уровень значимости
		B	Стд. Ошибка	Бета		
1	ΔА	12,12	2,159	0,131	5,613	<0,001
	ΔН	-1,75	0,291	-0,171	-6,008	<0,001
	Скорость ТС, где установлен видеореги­стратор	1,1	0,023	1,04	47,147	<0,001
а. Зависимая переменная: Рассчитанная скорость						
б. Линия регрессии через начало координат						

В регрессионное уравнение включены три предиктора (фактора влияния) без константы: ΔА, ΔН и скорость по видеореги­стратору. Коэффициенты всех трех предикторов уравнения значимы $p < 0,001$. Больше всего на зависимую переменную рассчитанная скорость оказывает влияние скорость по видеореги­стратору (К Вальда = 1,04), немного меньше ΔА (К Вальда = 0,13) и ΔН (К Вальда = 0,17). Таким образом, уравнение регрессии будет иметь следующий вывод:

$$Y = 12,12X_1 - 1,75 X_2 + 1,1X_3 \quad (3.19)$$

где Y – рассчитанная скорость; X_1 – ΔА; X_2 – ΔН; X_3 – скорость ТС, где установлен видеореги­стратор.

Скорость ТС, где установлен видеореги­стратор и ΔА положительно влияют на рассчитанную скорость, а дельта ΔН – отрицательно. При проверке связи с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена на основании ненормального распределения данных рассчитанной скорости с показателями дельта Н и дельта А установлено, что рассчитанная скорость тесно связана со скоростью ТС, где установлен видеореги­стратор ($R=0,95$; $p < 0,001$), но не связана значимо с показателями ΔН ($R = -0,13$; $p = 0,29 > 0,05$) и ΔА ($R = -0,02$; $p = 0,86 > 0,05$).

Однако при проверке связи с использованием частной корреляции выявлена тесная связь рассчитанной скорости с ΔA без учета скорости по видеорегистратору и ΔH ($R=0,61$; $p<0,001$). Также выявлена тесная отрицательная связь рассчитанной скорости с ΔH без учета скорости по видеорегистратору и ΔA ($R= - 0,43$; $p<0,001$).

В результате проведения экспериментальных исследований по ОСД ТС по видеозаписям при движении объекта по изменению размеров его изображения с учетом скорости движения записывающего устройства установлено, что данные методы имеют значительные погрешности. В ходе экспериментов по измерению скорости движения ТС с использованием видеозаписей было обнаружено, что методы, учитывающие изменение размеров объекта на изображении, имеют значительные ошибки. Для уменьшения погрешностей необходимо увеличить точность определения размеров статических и движущихся объектов на видеокадрах, исключив человеческий фактор и применив современные технологии.

3.5 Разработка метода ОСД ТС по видеозаписям на основе распознавания четырехугольных объектов с учетом скорости движения записывающего устройства

Как отмечалось ранее, для повышения уровня достоверности ОСД ТС с учетом скорости движения видеозаписывающего устройства, необходима разработка новых решений, работа которых будет выполняться с минимизацией человеческого фактора. Для того чтобы решить проблему ОСД ТС, предлагается создать программное обеспечение, которое будет использовать распознавание четырехугольных объектов. Для этой задачи необходимо выполнить два подзадачи. Первая подзадача – детектирование государственного регистрационного знака (ГРЗ) исследуемого ТС на кадрах видеозаписи, вторая подзадача – вычисление расстояния от видеозаписывающего устройства до ГРЗ исследуемого ТС, при этом размеры ГРЗ можно узнать в соответствии с ГОСТ Р 50577-2018 [98]. Расстояние до объекта будет определяться по следующей формуле:

$$d = \frac{f \times H \times h_i}{h \times H_s} \quad (3.20)$$

где f – фокусное расстояние, мм; H – фактический размер объекта в вертикальной плоскости, мм; h_i – высота изображения, пикс; h – высота объекта на матрице, пикс; H_s – высота матрицы сенсора, мм.

Эксперту необходимо учитывать, что для ОСД ТС по предлагаемому методу требуется знание модели видеозаписывающего устройства или геометрических размеров в двух плоскостях: расстояния до объекта от записывающего устройства и одного из размеров объекта [8]. На рисунке 3.24 изображен основной алгоритм программного продукта для вычисления скорости объекта относительно движущегося ТС с видеозаписывающим устройством.

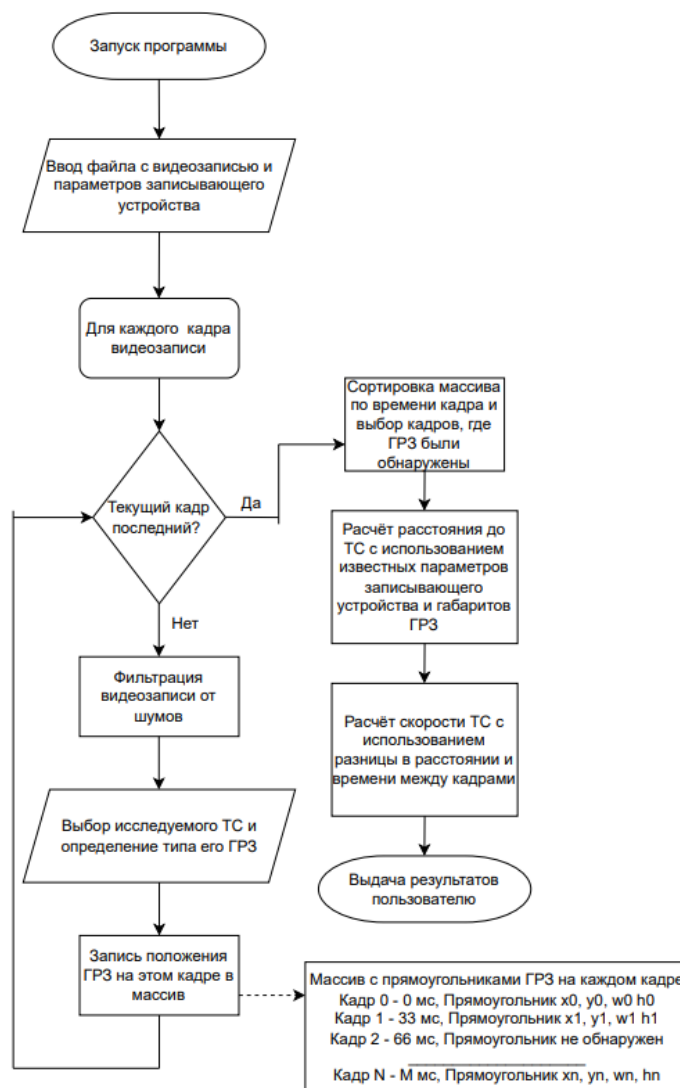


Рисунок 3.24 – Алгоритм предлагаемого ПО по определению скорости движения ТС с учетом скорости движения записывающего устройства на основе распознавания четырехугольных объектов

На основании данного алгоритма разработан программный продукт, имеющий следующий интерфейс (показан на рисунке 3.25). В данный интерфейс эксперту необходимо загрузить исследуемую видеозапись и внести параметры записывающего устройства или выполнить калибровку видеозаписи. Далее эксперту необходимо обозначить ГРЗ исследуемого ТС путем обозначения его границ линиями, как это показано на рисунке 3.26. Разработанный программный продукт прошел государственную регистрацию программы для ЭВМ № 2023614579 от 02.03.2023 г. с наименованием – программный продукт для выполнения автотехнической экспертизы на основе фото и видеоматериалов.

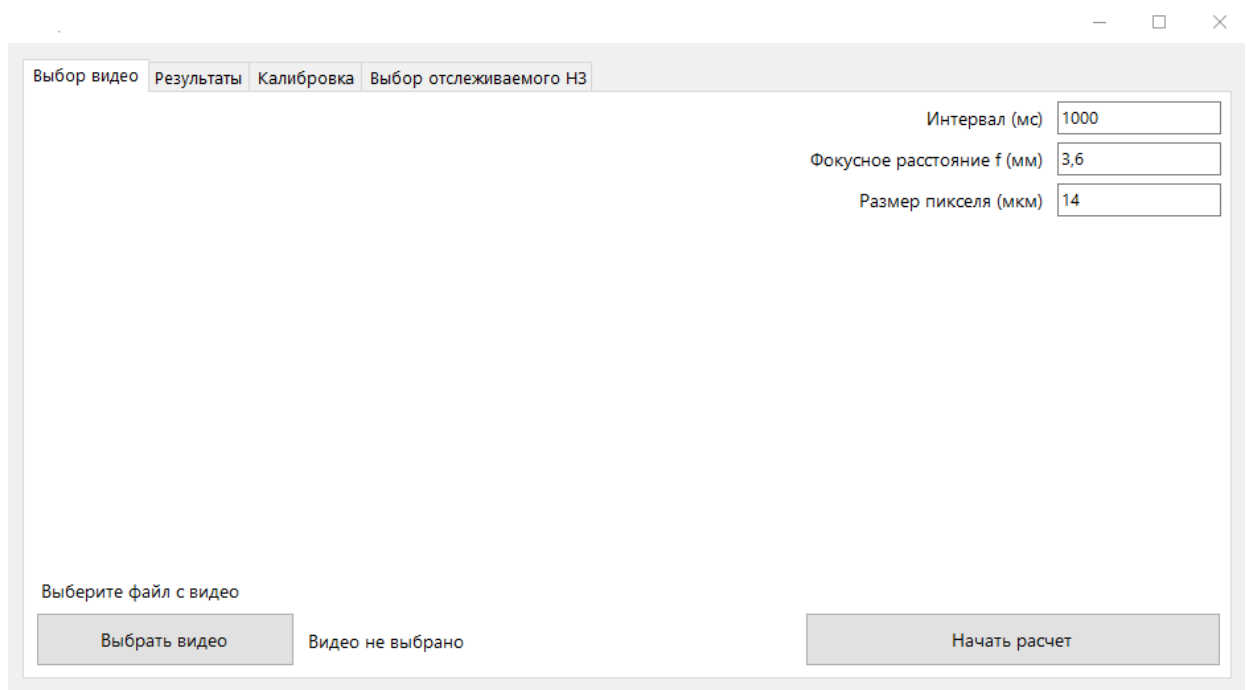


Рисунок 3.25 – Интерфейс разработанного программного продукта

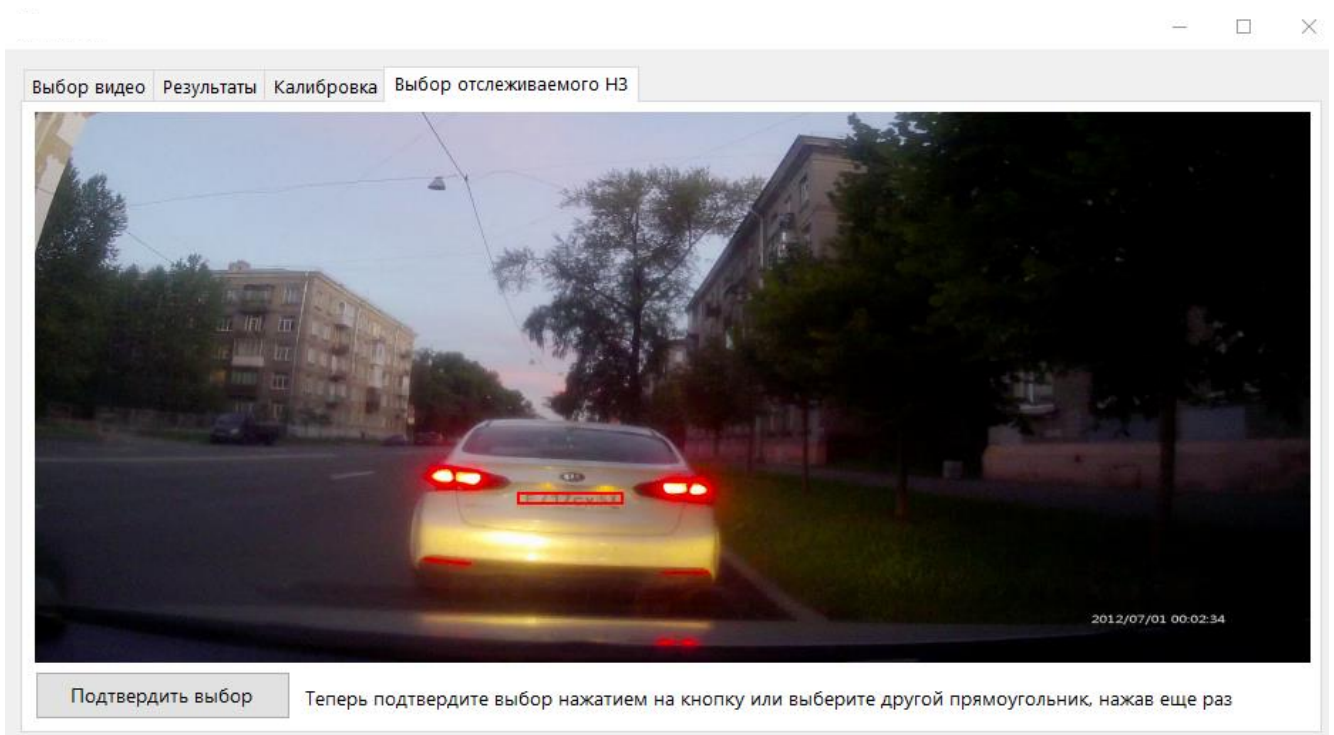


Рисунок 3.26 – Обозначение границ ГРЗ исследуемого ТС на видеозаписи

Исходя из этого, разработан следующий алгоритм (рисунок 3.27) ОСД ТС с учетом скорости движения записывающего устройства.

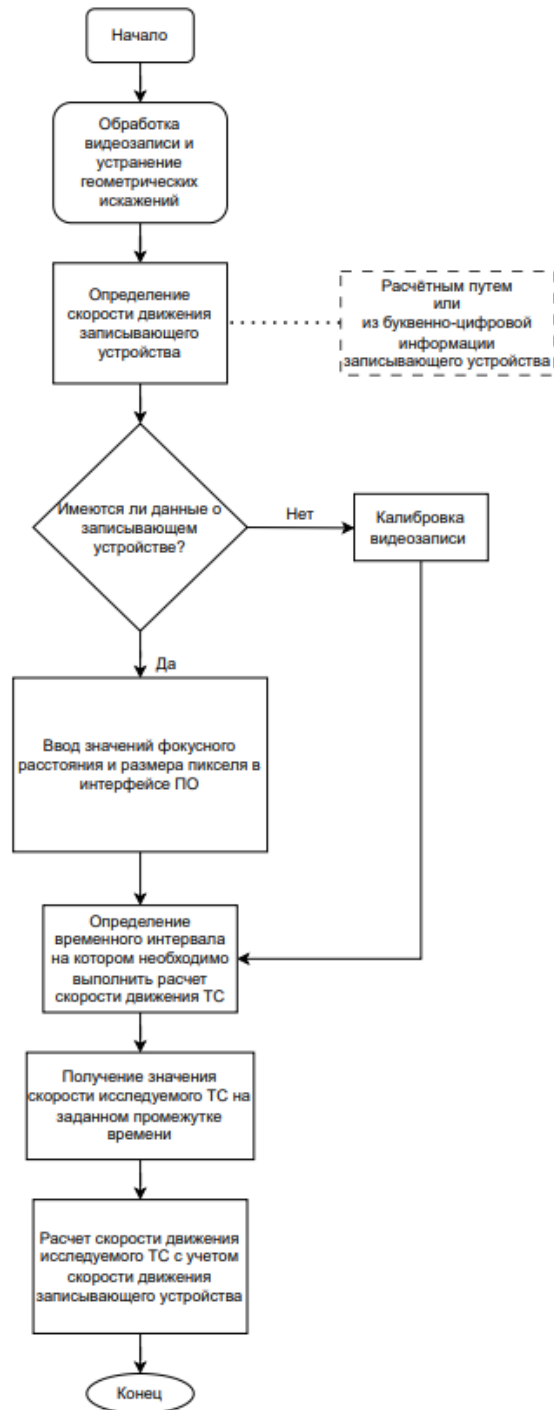


Рисунок 3.27 – Алгоритм предлагаемого метода определения скорости движения ТС с учетом скорости движения записывающего устройства

Таким образом, в рамках данного подраздела предложен новый метод ОСД ТС с учетом скорости движения записывающего устройства, позволяющий минимизировать роль человеческого фактора при определении размеров исследуемых объектов.

Выводы по третьей главе

В рамках выполнения данной главы проведены экспериментальные исследования по ОСД ТС по видеозаписям следующими методами:

- методом ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического объекта известной длины;
- методом ОСД ТС по видеозаписям при движущемся видеозаписывающим устройстве;

На основе проведенных экспериментальных исследований, методом ОСД ТС по видеозаписям при перемещении относительно статического объекта известной длины определены значения длин мерных объектов в зависимости от частоты кадров видеозаписи

В результате экспериментальных исследований установлено влияние частоты кадров видеозаписи на погрешность ОСД ТС по видеозаписи. Помимо этого, предложена формула, учитывающая угол между оптической осью видеозаписывающего устройства и осью направления движения исследуемого ТС для тех случаев, когда угол между оптической осью видеозаписывающего устройства и осью направления движения ТС составляет менее 75° .

Разработана блок-схема процесса ОСД ТС по видеозаписи при перемещении на расстояние известной длины относительно статического видеозаписывающего устройства.

Разработан алгоритм ПО, выполняющего ОСД ТС по видеозаписи на основе обнаружения и сегментация движущихся объектов с использованием метода разделения кадров, и суммирования при его перемещении относительно статического видеозаписывающего устройства, а также алгоритм ПО, выполняющего ОСД ТС по видеозаписи с учетом скорости движения видеозаписывающего устройства.

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Применение и оценка эффективности усовершенствованного метода ОСД ТС по видеозаписи при перемещении на расстояние известной длины

ОСД ТС играет важную роль в достоверной реконструкции ДТП. Современные подходы и технологии позволяют повысить точность этого параметра и, следовательно, улучшить механизм реконструкции ДТП за счет выбора правильного объекта, относительно которого необходимо произвести расчет в случае, когда частота кадров видеозаписи составляет не менее 48 к/с или же посредством разработанных методов.

Исходные данные:

- видеозапись момента ДТП с наименованием «12568», имеющая продолжительность 48 сек., объем 48 Мб;
- из объяснений водителя, приведенных в административном материале следует, что его скорость составляла порядка 60 км/ч, на данном ТС имеется GPS-трекер, согласно, которому скорость ТС составляет 58 км/ч,

Вопросы, поставленные перед экспертом:

Определить скорость движения ТС Вольво XC90 до столкновения с ТС Лада по видеозаписи?

По первому вопросу:

В результате анализа метаданных видеозаписи экспертом установлено, что частота кадров составляет 20 к/с. Экспертом также установлено, что с момента появления ТС Вольво XC 90 в кадре записывающего устройства и до его столкновения с приближающимся справа ТС Лада, ТС Вольво XC90 не перемещается относительно каких-либо объектов, длина которых известна. В результате анализа видеозаписи, предоставленной на исследование экспертом принято решение ОСД ТС Вольво XC90 относительно его колесной базы, так как исследуемое ТС двигается под углом относительно записывающего устройства.

Таким образом, скорость ТС по видеозаписи в данном случае определяется по следующей формуле:

$$V_a = L_a \times \frac{f_k}{n} = 2,984 \times \frac{20}{4} = \text{от } 53,71 \text{ до } 61,39 \text{ км/ч} \quad (4.1)$$

где L_a – линейный горизонтальный размер неподвижного объекта (в рассматриваемом случае колесная база, длина которой составляет 2,984 м); f_k – частота кадров видеозаписи (в рассматриваемом случае 20 к/с); n – количество кадров, за которое ТС Вольво ХС90 преодолевает неподвижный объект с известными размерами (в данном случае, исследуемый автомобиль преодолевает расстояние чуть быстрее, чем за 4 кадра, но при этом медленнее, чем за 3, поэтому скорость определена в диапазоне от 4 кадров до 3,5 кадров).

При этом, при помощи разработанного программного продукта было установлено, что скорость движения ТС на заданном составляла порядка 53,14 км/ч

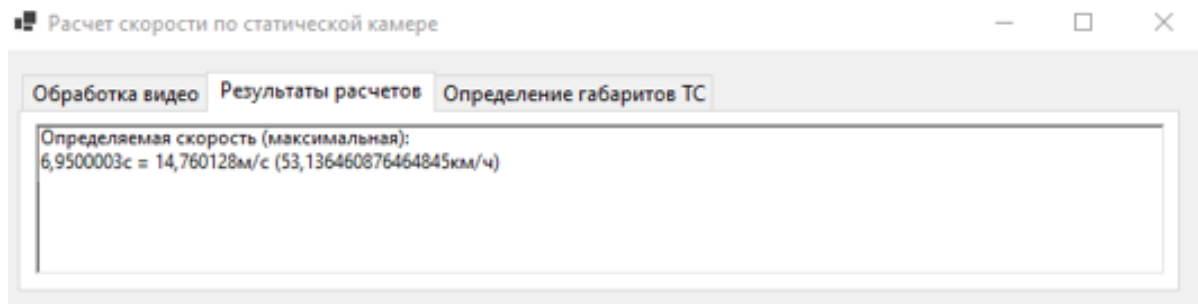


Рисунок 4.1 – Результате ОСД ТС по разработанному ПО

По второму вопросу:

Для определения технической возможности у водителя ТС ВОЛЬВО ХС90 избежать столкновение со вторым участник ДТП, необходимо определить его остановочный путь. Кроме этого, выполнены расчеты для диапазона скорости, полученного при ОСД ТС ВОЛЬВО ХС90 по видеозаписи относительно колесной базы, по GPS, а также при помощи разработанного ПО, результаты всех расчетов приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Сопоставление остановочных путей автомобиля Вольво XC90

V_a , км/ч	S_o , м	S_y	Вывод
53,71 (нижняя граница интервала скорости, определенного относительно колесной базы)	28,30	29,54	Имел техническую возможность
61,39 (верхняя граница интервала скорости, определенного относительно колесной базы)	34,84	33,76	Не имел техническую возможность
53,14 (скорость, рассчитанная по предлагаемому ПО)	27,84	29,23	Имел техническую возможность
60 (скорость, указанная в объяснениях водителя)	33,61	33,00	Не имел техническую возможность
57 (согласно GPS-трекеру)	31,03	31,35	Имел техническую возможность

Таким образом, установлено, что в случае отсутствия видеозаписи момента ДТП, экспертом были бы установлены противоречивые выводы в действиях водителя ТС Вольво XC90, так как согласно показаниям спидометра – водитель не имел технической возможности, а согласно показаниям GPS-трекера – имел. В случае ОСД ТС по видеозаписи существующим методом (в данном случае относительно колесной базы ввиду отсутствия каких-либо объектов известной длины) экспертом были бы установлены противоречивые выводы, так как в случае движения ТС Вольво XC90 со скоростью менее 55 км/ч – водитель мог избежать данное ДТП, а в случае движения с большей скоростью – не имел. В тоже время, в

случае использования экспертом разработанного ПО установлено, что остановочный путь составил бы 27,84 м, что свидетельствует о том, что водитель ТС Вольво ХС90 имел техническую возможность предотвратить данное ДТП, следовательно, полученное изменение значения скорости движения ТС находится в причинной связи. В таблице 4.2 приведены результаты сопоставления расчетных значений скорости движения ТС существующим и усовершенствованным методом, а также выводы о том находится ли изменение скорости движения ТС в причинной связи с ДТП.

Таблица 4.2 – Результаты сопоставления значений скоростей движения ТС, определенных существующим и усовершенствованным методами

Вид экспертной задачи	ОСД ТС существующим методом, км/ч		ОСД ТС усовершенствованным методом, км/ч		Изменение ΔV в причинной связи
А ₁	65,38	67,76	61,01	63,34	Нет
	89,36	98,36	74,36	82,13	Да
	93,23	101,22	81,26	90,02	Да
	72,06	79,36	65,36	71,98	Нет
	68,98	77,26	60,11	69,78	Да
А ₂	67,36	73,21	58,36	64,11	Нет
	81,28	87,98	73,36	78,96	Да
	90,36	96,76	74,28	80,21	Да
	71,28	86,41	58,36	72,18	Нет
	71,01	76,39	67,38	72,17	Нет
А ₃	66,36	78,12	59,28	70,66	Да
	76,21	81,43	67,21	72,11	Нет
	58,38	67,28	54,24	63,65	Нет
	71,31	82,12	60,38	71,43	Да
	58,36	66,31	52,28	60,31	Нет

где А₁ – ОСД ТС при попутном столкновении, А₂ – ОСД ТС при наезде на пешехода; А₃ – ОСД ТС при перекрестном столкновении

В результате анализа было установлено, что изменение скорости движения ТС находится в причинной связи в 46% рассматриваемых случаев, что еще раз подтверждает тот факт, что результаты, полученные в рамках исследования будут способствовать получению более достоверных значений скоростей движения

участников ДТП, что в свою очередь будет способствовать повышению уровня объективности при расследовании ДТП.

Для оценки эффективности разработанного алгоритма была составлена таблица 4.3, в которой приведены данные о различных видеозаписях, предоставленных на исследование, скорость движения ТС, рассчитанная при помощи существующего метода, а также при помощи усовершенствованного. Кроме этого, приведено время, затраченное экспертом-автотехником на ОСД ТС по видеозаписи каждым методом. В результате анализа было установлено, что в пяти из десяти видеозаписей, предоставленных на исследование ОСД ТС не предоставляется возможным, так как четыре видеозаписи имеют частоту кадров <20 к/с, а в одной видеозаписи отсутствует мерный объект необходимой длины. Таким образом, было установлено сокращение среднего значения трудозатрат экспертом примерно на 16%.

Таблица 4.3 – Сопоставление результатов, полученных при расчетах существующим и усовершенствованным методами

№ п/п	Частота кадров видеозаписи, предоставленной на исследование, к/с	Скорость движения ТС, определенная существующим методом, км/ч		Время, затраченное на определение скорости ТС, мин.	Скорость движения ТС, определенная уточненным методом, км/ч		Время, затраченное на определение скорости ТС, мин.
1	20	67,38	81,21	21	69,41	77,28	17
2	18	76,32	98,11	16	Определение скорости по данной видеозаписи невозможно (<20 к/с)		14
3	16	58,36	74,11	18	-П-		15
4	25	94,42	111,28	23	98,21	107,34	20
5	30	81,26	94,36	20	Определение скорости по данной видеозаписи невозможно (отсутствует мерный объект необходимой длины)		16

Окончание таблицы 4.3

6	24	91,21	108,34	15	93,87	104,22	13
7	12	56,76	71,15	13	Определение скорости по данной видеозаписи невозможно (<20 к/с)		10
8	25	51,21	59,43	16	53,34	57,26	14
9	30	76,31	89,94	17	78,26	85,11	14
10	14	72,45	88,16	19	Определение скорости по данной видеозаписи невозможно (<20 к/с)		16
Среднее				17,8 мин.			14,9 мин.

4.2 Применение и оценка эффективности предлагаемого метода ОСД ТС по видеозаписи с учетом скорости движения записывающего устройства на основе распознавания четырехугольных объектов

Для оценки эффективности разработанных решений выполнено сопоставление рассчитанных значений скоростей движения ТС по одним и тем же видеозаписям. Сопоставление некоторых полученных значений приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Результаты сопоставления расчетных значений скоростей движения ТС по видеозаписям при нахождении видеозаписывающего устройства в динамическом состоянии

Вид экспертной задачи	Скорость ТС, рассчитанная существующим методом, км/ч	Скорость ТС, рассчитанная усовершенствованным методом, км/ч	Изменение ΔV в причинной связи
А ₁	51,38	54,10	Нет
	62,31	65,02	Да
	72,46	67,43	Нет
	59,76	76,59	Нет
	81,76	96,93	Да

Окончание таблицы 4.4

А ₂	76,76	83,43	Нет
	68,58	71,46	Да
	72,52	79,43	Да
	67,31	72,19	Нет
	78,89	85,09	Да
А ₃	66,49	72,19	Да
	58,75	67,56	Нет
	72,39	78,34	Да
	66,58	69,39	Нет
	76,41	84,61	Да
А ₄	55,76	62,81	Нет
	78,04	85,31	Да
	68,38	73,11	Нет
	74,37	81,28	Да
	61,22	65,11	Нет

где А₁ – ОСД ТС при попутном столкновении, А₂ – ОСД ТС при наезде на пешехода; А₃ – ОСД ТС при перекрестном столкновении, А₄ – ОСД ТС при лобовом столкновении

В результате анализа было установлено, что изменение скорости движения ТС находится в причинной связи в 45% рассматриваемых случаев, что еще раз подтверждает тот факт, что результаты, полученные в рамках исследования будут способствовать получению более достоверных значений скоростей движения участников ДТП, что в свою очередь будет способствовать повышению уровня объективности при расследовании ДТП.

Выводы по четвертой главе

В данной главе показана эффективность разработанных решений, полученных в диссертационной работе. В результате уточнения метода ОСД ТС относительно статического видеозаписывающего устройства установлено, что в 42% ДТЭ, эксперты получили бы иные выводы в сравнении с существующим методом. Разработан алгоритм ПО для ОСД ТС с учетом скорости движения видеозаписывающего устройства. Этот алгоритм позволяет сократить ошибку в ОСД ТС на 5%, что может значительно повлиять на выводы эксперта относительно возможности водителя предотвратить сложившуюся ДТС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования были получены следующие результаты:

1. Установлено, что увеличение значения частоты кадров способствует снижению уровня погрешности при ОСД ТС по видеозаписи в среднем на 14%.

2. Экспериментально определены значения длин мерных объектов в зависимости от частоты кадров видеозаписи и ее минимальное значение, при котором возможно производить расчет скорости движения ТС.

3. Разработаны и обоснованы эмпирические зависимости, обеспечивающие снижение погрешности в среднем на 15-20% расчетного значения скорости движения ТС по видеозаписи при его нахождении под углом относительно оптической оси статического видеозаписывающего устройства при проведении ДТЭ.

4. Усовершенствован метод и разработана блок-схема процесса ОСД ТС при перемещении относительно объекта известной длины при нахождении видеозаписывающего устройства в статическом состоянии, позволяющие сократить трудозатраты экспертов на 16% и повысить производительность на 18% при проведении ДТЭ.

5. Разработаны алгоритмы ОСД ТС на основе обнаружения и сегментации движущихся объектов, и по ОСД ТС с учетом скорости движения записывающего устройства на основе распознавания ГРЗ.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БД – база данных

БДД – безопасность дорожного движения

ГРЗ – государственный регистрационный знак

ДД – дорожное движение

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

ДТС – дорожно-транспортная ситуация

ДТЭ – дорожно-транспортная экспертиза

ОМП – осмотр места происшествия

ОСД – определение скорости движения

ПДД – правила дорожного движения

ПО – программное обеспечение

РФ – Российская Федерация

ТС – транспортное средство

GPS – Global Positioning System

EXIF – Exchangeable image file format

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алдошин Г.Т. Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения: Учебное пособие / Г.Т. Алдошин. — СПб.: Лань, 2015. — 144 с.
2. Бадагуев Б.Т. Безопасность дорожного движения: Приказы, инструкции, журналы, положения / Б.Т. Бадагуев... — М.: Альфа-Пресс, 2017. — 264 с.
3. Бадагуев Б.Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения) / Б.Т. Бадагуев. — М.: Альфа-Пресс, 2018. — 240 с.
4. Балакин, В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий [Текст]: учеб.пособие / В. Балакин.— Омск :СибАДИ, 2010.— 136 с.
5. Белогребень А. А., Декомпозиция составляющих величины социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий // Белогребень А. А., Матанцева О. Ю., Титов А. Е. // Транспортное дело России. – 2019. – № 6. – С. 24-28
6. Бершадский В.Ф. Основы управления механическими транспортными средствами и безопасность движения: Учебник / В.Ф. Бершадский, Н.И. Дудко, В.И. Дудко — Мн.: Амалфея – 2018. — 458 с.
7. Блинкин М.Я. Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институции / М.Я Блинкин. — М.: ИД ВШЭ, 2018. — 240 с.
8. Ворожейкин И.В. Совершенствование метода определения скорости движения ТС по видеоматериалам при проведении дорожно-транспортных экспертиз / И. В. Ворожейкин, С. А. Евтюков, С. С. Евтюков // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3-5. – С. 92-99.
9. Волотов Е. М., Халютин С. П. Метод определения направлений на объект при использовании видеосредств // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. — 2012. — № 185 (11). — С. 69—76.

10. Виноградова Т.В., Кулида Ю.В. Краткий обзор некоторых существующих методов определения скорости автомобиля перед столкновением // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6.

11. Волков В.С. Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения: Учебное пособие / В.С. Волков. — СПб.: Лань, 2015. — 144 с.

12. Волков В. С., Кастырин Д. Ю. Совершенствование экспертизы дорожно-транспортных происшествий с применением квадрокоптеров // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практиком. – 2015. – № 4 ч. 1 – С. 271–276.

13. Волотов, Е. М. и др. Метод устранения искажений изображения, вносимых за счет дисторсии объектива видеокамеры // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2018. – № 12. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-ustraneniya-iskazheniy-izobrazheniya-vnosimyh-za-schet-distorsii-obektiva-videokamery> (дата обращения: 07.08.2022).

14. Волотов, Е.М. Метод определения фокусного расстояния видеокамеры при оценке летно-технических характеристик летательного аппарата // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. Пенза: Пензенский государственный университет. – 2012. – №4. – С.76-83.

15. Волотов, Е.М., Халютин, С.П. Метод определения направлений на объект при использовании видеосредств // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации». М.: Московский государственный технический университет гражданской авиации. – 2012. – №185(11). – С. 69-76.

16. Ворожейкин И.В. Совершенствование метода определения скорости движения ТС по видеоматериалам при проведении дорожно-транспортных экспертиз / Грузовик. – 2023. – №. 9. – С. 28 – 33.

17. Врубель Ю.А., Капский Д.В., Кот Е.Н. Определение потерь в дорожном движении. Минск: БНТУ – 2006. – 252 с.

18. Головин Д.В., Горбунов А.А. Анализ ДТП из-за за эксплуатации технически неисправных ТС В сборнике: Организация и безопасность дорожного движения. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 63-66.
19. Горев А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: Учебное пособие для студ. высш. проф. образования / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. — М.: ИЦ Академия. – 2018. — 256 с.
20. Городкин, В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий [Текст]: учеб.пособие / В. Городкин.– Челябинск :ЮУрГУ. – 2011.– 33 с.
21. Горянская А.С., Лазарев В.А. Анализ практики повышения качества расследования ДТП Автомобильный транспорт Дальнего Востока. – 2016. – № 1. – С. 78-81.
22. Данец, С. В. Применение автоматизированных средств исследования обстоятельств ДТП / С. В. Данец // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. 2013. – Вып. 61-62. – С. 190-194.
23. Добромиров В.Н., Евтюков С.С. Скорость как фактор влияния на безопасность дорожного движения // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=10248> (дата обращения: 20.09.2022)
24. Дорожно-транспортная аварийность в российской федерации за 2022 год: информационно-аналитический обзор <https://media.mvd.ru/files/embed/3935922>
25. Евтюков, С. А. Дорожно-транспортные происшествия. Расследование, реконструкция, экспертиза / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. — Москва: ДНК — 2008 г. — 412 с.
26. Евтюков С. А., Васильев Я. В. Реконструкция и экспертиза ДТП в примерах. СПб.: Издательский дом Петрополис, – 2012. – 323 с.
27. Евтюков С. А., Васильев Я. В. Экспертиза ДТП: методы и технологии. СПб., СПбГАСУ. – 2012. – 310 с.

28. Евтюков С.А., Евтюков С.С., Ворожейкин И.В. К вопросу определения расстояния до объекта по фотографическим снимкам при реконструкции ДТП // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 2(69). – С. 63-69.

29. Евтюков С.А., Ворожейкин И.В. Совершенствование метода определения расстояния между транспортными средствами по фотографическим снимкам при реконструкции ДТП // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 1(84). – С.140-148

30. Евтюков С.А., Ворожейкин И.В. Методы расчета скорости движения ТС по фото- и видеоматериалам при реконструкции ДТП / Вестник гражданских инженеров. – 2022. – № 3(92). – С.137-145

31. Евтюков С.А., Ворожейкин И.В. Применение методов расчета скорости движения ТС по фото- и видеоматериалам при реконструкции ДТП / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте» - ИИТТ 2022, 20-21 апреля 2022 года. – С. 33-39.

32. Евтюков С.С., Оценка скорости транспортных средств при проведении дорожно-транспортных экспертиз: специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Евтюков Станислав Сергеевич; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург, 2014. – 173 с. – Библиогр.: с.128-136. – Место защиты: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст: непосредственный.

33. Евтюков С.С., Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз: специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Евтюков Станислав Сергеевич; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург, 2020. – 355 с. – Библиогр.: с.259-279. – Место защиты: Санкт-Петербургский

государственный архитектурно-строительный университет. – Текст: непосредственный.

34. Жанказиев, С. В. Научные подходы к формированию государственной стратегии развития интеллектуальных транспортных систем / С. В. Жанказиев, В. М. Власов // Автотранспортное предприятие. – 2010. – № 7. – С. 2-10.

35. Жарких С. С. Использование графического редактора coreldraw в транспортно-трасологической экспертизе / Теория и практика судебной экспертизы – 2016 – №1 (41). – С. 100-111.

36. Замиховский, М. И. Установление причинно-следственной связи в автотехнической экспертизе [Текст]: методические рекомендации / М. И. Замиховский.– Саратов: 2009.– № 4.– С. 81-95.

37. Иванов Н.А. 3D-доказательства: понятие и классификация / Российский следователь. – 2013. – № 15. – С. 5-7.

38. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для вузов. – М.: Транспорт. –1989. – 255 с.

39. Кисляков С. В. Использование информации с камер видеонаблюдения на первоначальном этапе расследования дорожно-транспортного преступления // Академическая мысль. – 2018. – № 2 (3). – С. 72-74.

40. Князь, В.А. Оптическая система захвата движения для анализа и визуализации трехмерных процессов // ГРАФИКОН'2015 Труды Юбилейной 25-й Международной научной конференции. – 2015. – С. 232-236.

41. Козлов В.Л., Кузьмичев И.Р. "Измеритель дальности и размерных параметров объектов на основе цифровой фотокамеры", Вестник БГУ, 2011, Сер.1, – №1, – С. 33-38.

42. Ворожейкин И.В. Методологический подход к формированию и оценке системы автоматизированного контроля транспортных средств / И. В. Ворожейкин, М. А. Керимов, Р. Н. Сафиуллин // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 1. (60) – С. 246-252.

43. Корухов Ю.Г. Криминалистическая фотография для экспертов-автотехников (практическое пособие) [Текст] / Ю.Г. Корухов, М.И. Замиховский. - Издательский центр ИПК РФЦСЭ. – 2006. – 73 с.

44. Корчагин В.А., Ляпин С.А., Клявин В.Э., Ситников В.В. Повышение безопасности движения автомобилей на основе анализа аварийности и моделирования ДТП // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6. – С.251-256

45. Корчагин В.А., Ризаева Ю.Н. Научно-обоснованное управление открытыми автотранспортными системами // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11. – С. 148–152.

46. Кравченко А.А., Новиков И.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации. Мир транспорта и технологических машин. – 2019 – №3 (66) – С.58-64.

47. Кравченко П.А., Олещенко Е.М. Системный подход в управлении безопасностью дорожного движения в российской Федерации // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – №2 (75). – С. 14-18

48. Кристи Н.М. Решение отдельных типовых задач судебной автотехнической экспертизы. Справочное пособие для экспертов-автотехников. – М.: ВНИИСЭ, 1988. – 71 С.

49. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения. / В.И. Коноплянко. — М.: Высшая школа, 2017. — 383 с.

50. Куликов В.А., Сергеев П.Д., Козликин В.И. Анализ аварийности, причин и последствий ДТП на автомобильных дорогах российской федерации в сборнике: Современные автомобильные материалы и технологии. сборник статей VI Международной научно-технической конференции. – 2014. – С. 77-82.

51. Куракина Е.В. Об эффективности проведения исследований мест концентрации ДТП / Е.В.Куракина // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ – 2018. – №2 (67). – С.231-237

52. Луцков, Ю.И., Чупахин, А.П. Погрешности видеоаппаратуры при проведении траекторных измерений // Известия тульского государственного университета. Технические науки, – 2014. – № 9. Ч. 1. – С. 120-126.

53. Макарецкий Е. А., Овчинников А. В., Нгуен Лиен Хиеу. Телевизионные измерительные системы контроля скоростного режима дорожного движения // Компоненты и технологии. – 2007. – № 4. – С. 34-37.
54. Ворожейкин И.В. Применение методов расчета скорости движения ТС по фото- и видеоматериалам при реконструкции ДТП / И. В. Ворожейкин, С. А. Евтюков // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-2. – С. 95-103.
55. Митрофанов Е.И. Система обработки информации материалов видеорегистрации при испытаниях образцов авиационной техники и вооружения / Митрофанов Е.И., Волотов Е.М., Ефимов Н.А., Митрофанов И.В. // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». Пенза: Пензенский государственный университет, – 2014. – Т.2. – С.10-15.
56. Молодцов, В. А. Расследование и экспертиза ДТП [Текст]: методич. указания / В. А. Молодцов, А. А. Гуськов.– Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014.– 52 с.
57. Морозов А. А. Распознавание трехмерных объектов по стереоскопическим наблюдениям // Радиотехника – 2012 – № 9, С. 72-75.
58. Недосекина В.В., Айыдов Д.Н. Анализ влияния уличного освещения на ДТП Символ науки: международный научный журнал. – 2018. – № 7. – С. 38-41.
59. Ворожейкин И.В., Обоснование выбора средств автоматической фиксации контроля нарушений правил дорожного движения / И. В. Ворожейкин, А. В. Марусин, Ю. Г. Котиков // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – № 6. (59) – С. 238-241.
60. Петров С. М., Бояров А. Г. Определение по видеозаписям, фиксирующим событие дорожно-транспортного происшествия, положения и параметров движения его участников Москва. – ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России – 2016. - 87 с.
61. Петров С. М. Исследование материалов видеозаписи с целью установления обстоятельств дорожно-транспортного происшествия // Теория и практика судебной экспертизы. – 2013. – № 4. – С. 62–82.

62. Пинчук Л. В. К вопросу о возможностях судебных экспертиз при расследовании дорожно-транспортных происшествий // Вестник Московского университета МВД России. – 2019. – №4. – С. 196-202
63. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. /У. Прэтт. – М.: Мир, 1982. – Кн. 2. – 480 с.
64. Пятницкий Л.Н. Безопасность дорожного движения глазами физика / Л.Н. Пятницкий. — М.: КД Либроком, 2019. — 144 с.
65. Рыбин А.Л. Результаты экспертной оценки причин возникновения дорожно-транспортных происшествий на участках дорог с неудовлетворительными дорожными условиями. Дороги и мосты. – 2017; – 1 (37) – 15 с.
66. Сараев, А. В. Информационная система анализа и исследования дорожно-транспортных происшествий / А. В. Сараев // Управление проектами, системный анализ и логика. Киев: НТУ, – 2013. – № 12. – С. 163-169.
67. Сараев А.В. Исследования дорожно-транспортного происшествия с использованием современной информационной системы / А. В. Сараев [и др.] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. Воронеж: ВГЛТА. – 2014. – Т. 2, № 3-1. – С. 297-306.
68. Склярков. Н.В. Анализ проблем совершенствования автотехнических экспертиз дорожно-транспортных происшествий // Автомобильный транспорт, – 2011. – №29 – С. 250-253.
69. Сретенцев А. Н., Бадиков Д. А. Некоторые аспекты использования современных технических средств фиксации при осмотре места дорожно-транспортного происшествия // Среднерусский вестник общественных наук. – 2014. – №4 (34). – С. 6-11.
70. Способы определения скорости и местоположения объектов по видеозаписи / А.В. Стальмахов, Р.Ю. Трубицын. – Саратов : «Сору-time», 2013. – 76 с. – URL: <https://rashator.xyz/viewtopic.php?t=413716> (дата обращения: 30.09.2022)

71. Старовойтов В.В. Цифровые изображения: от получения до обработки / В.В. Старовойтов, Ю.И. Голуб – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – 202 с. - ISBN 978-985-6744-80-1.

72. Суворов Ю.Б. Экспертное исследование обстоятельств ДТП, совершенных в нестандартных дорожно-транспортных ситуациях или в особых дорожных условиях [Текст] Ю.Б. Суворов, И.И. Чава. – М.: ГУ РФЦСЭ, 2003. – 142 с.

73. Ворожейкин И.В. Перспективные технические решения контроля движения транспортных средств при перевозках / И. В. Ворожейкин, А. В. Марусин, И. К. Данилов, А. В. Марусин // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 6. – С. 285-291.

74. Товстик Е.А., Емельянов И.П. Проблема сбора данных о ДТП и анализ безопасности дорожного движения // автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее. Сборник статей 3-й Международной научно-технической конференции. – Курск, – 2021. – С. 371-375.

75. Труфанов М.И., Прилуцкий С.В. "Способ обнаружения препятствий перед транспортным средством с использованием бинокулярной системы технического зрения", Известия ВУЗов. Приборостроение, – 2010, – Т. 53, № 9, – С. 33-37.

76. Чупахин, А.П., Савин, М.Л. Оценка скорости полета малых летательных аппаратов с помощью видеоаппаратуры // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, – 2014. – № 9. Ч. 1. – С. 126-130.

77. Щубникова И.С., Палагута К.А. Анализ способов и алгоритмов определения параметров объекта и расстояния до него по изображению [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sposobov-i-algoritmov-opredeleniya-parametrov-obekta-i-rasstoyaniya-do-nego-po-izobrazheniyu/viewer>

78. Китайгородский Е.А. Экспертная практика / Е. А. Китайгородский [и др.]: Методические рекомендации. – М.: ЭКЦ МВД России, 2013.
79. A. Marusin, I. Danilov, A. Marusin. I. Vorozheikin. Digital Technologies and Complexes for Provision of Vehicular Traffic Safety// Proceedings of the International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure, 2019, ISBN 978-94-6252-799-7 DOI 10.2991/icdtli-19.2019.67
80. M. Abramowski, “Analysis of the possibility of using video recorder for the assessment speed of vehicle before the accident” Proceedings of the Institute of Vehicles, no. 4(104), 2015, pp. 87–98
81. M. Abramowski, “Cases of application of DVR for reconstruction of road accidents” Proceedings of the Institute of Vehicles, no. 5(109), 2016, pp. 5–15.
82. P. Krzemień, R. Gruzewski and Z. Witkowski, “Dashboard camera records as a source information about vehicle speed,” Paragraf na drodze, Special Edition, pp. 203–214, Oct. 2015
83. J. Caban, R. Karpiński, D. Barta, 11th International Scientific and Technical Conference on Automotive Safety, Casta Papiernicka, Slovakia, Apr. 18-20, 2018, XI International Science-Technical Conference Automotive Safety IEEE, Proceedings Paper (2018)
84. T. Skrucany, J. Gnap, 6th International Scientific Conference on Dynamic of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering, Applied Mechanics and Materials, 617, (2014)
85. T. Skrucany, B. Šarkan, J. Gnap, Eksploatacja Niezawodność, Maintenance Reliability, 18, 1, (2016)
86. R. Kampf, O. Stopka, I. Kubasakova, V. Zitricky, World Multidisciplinary Civil EngineeringArchitecture-Urban Planning Symposium (WMCAUS), Prague, Czech Republic, Jun. 13-17, 2016, Edited by: Drusa, M; Yilmaz, I; Marschalko, M; Coisson, E; Segalini, A., Procedia Engineering, 161, (2016)
87. Брылев И.С., Реконструкция ДТП по параметрам процесса торможения двухколесных механических транспортных средств: специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»: диссертация на соискание ученой

степени кандидата технических наук / Брылев Илья Сергеевич; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург, 2015. – 159 с. – Библиогр.: с.104-114. – Место защиты: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст: непосредственный

88. Российская Федерация. Законы. «О транспортной безопасности»: Федеральный закон РФ № 16-ФЗ : [принят Государственной думой 19 января 2007 года: одобрен Советом Федерации 2 февраля 2007 года] - Москва : Проспект ; Санкт-Петербург : Кодекс, 2023. - 48 с. - ISBN 978-5-39-237629-2. - Текст : непосредственный.

89. Российская Федерация. Законы. «О Межведомственной комиссии по вопросам, связанным с внедрением и развитием систем аппаратно-программного комплекса технических средств «Безопасный город»: Постановление Правительства РФ №39 : [утверждено постановлением Правительства 20 января 2014 года]

90. Российская Федерация. Законы. «Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса Безопасный город: Распоряжение Правительства РФ №2446-р : [утверждено распоряжением Правительства 3 декабря 2014 года]

91. Российская Федерация. Законы. Методические рекомендации по построению и развитию АПК «Безопасный город» в субъектах РФ : [утверждено МЧС России 8 декабря 2016 года]

92. Российская Федерация. Законы. «Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности, учитывающих уровни безопасности для транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта»: Постановление Правительства РФ №1640 : [утверждено Председателем Правительства РФ 8 октября 2020 года]

93. Российская Федерация. Законы. «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств

обеспечения транспортной безопасности»: Постановление Правительства РФ №969 : [утверждено Председателем Правительства РФ 26 сентября 2016 года]

94. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в Европейском регионе ВОЗ 2019. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://гибдд.рф/upload/site1000/news/link/Doklad_VOZ.pdf

95. «Безопасный город» помогает раскрывать преступления. - Текст: электронный / Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «Городской мониторинговый центр»: официальный сайт. – 2023. – URL: <http://gmtc.kis.gov.spb.ru/news/487/detail/> (дата обращения: 21.08.2022)

96. ГОСТ 12936-2017 Спидометры автомобильные с электроприводом. Технические требования и методы испытаний

97. ГОСТ Р 41.39-99 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении механизма для измерения скорости, включая его установку

98. ГОСТ Р 50577-2018 Знаки государственные регистрационные транспортных средств. Типы и основные размеры. Технические требования.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технические характеристики видеозаписывающих устройств

Таблица А. 1 – Технические характеристики видеорегистратора iBOX UltraWide GPS Dual

Тип записывающего устройства	Видеорегистратор
Разрешение	1920×1080
Частота кадров, к/с	30
Режим записи	Циклическая/непрерывная
Угол обзора, град.	170

Таблица А. 2 – Технические характеристики видеорегистратора Digma FreeDrive 606 MIRROR DUAL

Тип записывающего устройства	Видеорегистратор
Разрешение	1920×1080
Частота кадров, к/с	30
Режим записи	Циклическая
Угол обзора, град.	170

Таблица А. 3 – Технические характеристики видеорегистратора 70mai Dash Cam M300

Тип записывающего устройства	Видеорегистратор
Разрешение	2304×1296
Частота кадров, к/с	30
Режим записи	Циклическая
Угол обзора, град.	140

Таблица А. 4 – Технические характеристики видеорегистратора Daocam UNO

Тип записывающего устройства	Видеорегистратор
Разрешение	1920×1080
Частота кадров, к/с	30
Режим записи	Циклическая
Угол обзора, град.	150

Таблица А. 5 – Технические характеристики видеорежистратора Artway AV-405

Тип записывающего устройства	Видеорежистратор
Разрешение	1920×1080
Частота кадров, к/с	30
Режим записи	Циклическая
Угол обзора, град.	140

Таблица А. 6 – Технические характеристики видеорежистратора Fujida Zoom Smart

Тип записывающего устройства	Видеорежистратор
Разрешение	1920×1080
Частота кадров, к/с	30
Режим записи	Циклическая/непрерывная
Угол обзора, град.	170

Таблица А. 7 – Технические характеристики камеры Canon 600d

Тип записывающего устройства	Зеркальная камера
Разрешение съемки видеозаписи	1920×1080
Частота кадров, к/с	20,30

Таблица А. 8 – Технические характеристики камеры GoPro HERO10 Black 5.3K

Тип записывающего устройства	Экшн камера
Разрешение съемки видеозаписи	5312 x 2988
Частота кадров, к/с	24,30,60,120,240

Таблица А. 9 – Технические характеристики камеры GoPro Hero3 Edition

Тип записывающего устройства	Экшн камера
Разрешение съемки видеозаписи	1920×1080
Частота кадров, к/с	24,30,48, 60,120

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Технические характеристики транспортных средств, участвующих в экспериментальных исследованиях

Таблица Б. 1 – Габаритные размеры транспортного средства KIA Cerato

Габаритные размеры, м	4560 x 1780 x 1445
Длина колесной базы, м	2700

Таблица Б. 2 – Габаритные размеры транспортного средства KIA RIO

Габаритные размеры, м	4377 x 1700 x 1470
Длина колесной базы, м	2570

Таблица Б. 3 – Габаритные размеры транспортного средства Hyundai Solaris

Габаритные размеры, м	4115 x 1700 x 1470
Длина колесной базы, м	2570

Таблица Б. 4 – Габаритные размеры транспортного средства Ford Explorer

Габаритные размеры, м	5006 x 2004 x 1803
Длина колесной базы, м	2570

Таблица Б. 5 – Габаритные размеры транспортного средства Ford Explorer

Габаритные размеры, м	5006 x 2004 x 1803
Длина колесной базы, м	2860

Таблица Б. 6 – Габаритные размеры транспортного средства Volkswagen Polo

Габаритные размеры, м	4384 x 1699 x 1465
Длина колесной базы, м	2552

Таблица Б. 7 – Габаритные размеры транспортного средства Renault Captur

Габаритные размеры, м	4333 x 1813 x 1613
Длина колесной базы, м	2673

Таблица Б. 8 – Габаритные размеры транспортного средства Toyota Rav 4

Габаритные размеры, м	4570 x 1845 x 1660
Длина колесной базы, м	2667

Таблица Б. 9 – Габаритные размеры транспортного средства Mercedes-Benz CLA

Габаритные размеры, м	4630 x 1777 x 1432
Длина колесной базы, м	2699

Таблица Б. 10 – Габаритные размеры транспортного средства Smart Fortwo III

Габаритные размеры, м	2695 x 1559 x 1542
Длина колесной базы, м	1867

Таблица Б. 11 – Габаритные размеры транспортного средства Toyota Camry

Габаритные размеры, м	4885 x 1840 x 1455
Длина колесной базы, м	2825

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Графики отклонений рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с различными частотами кадров в сравнении с различными значениями скорости движения ТС на участке от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

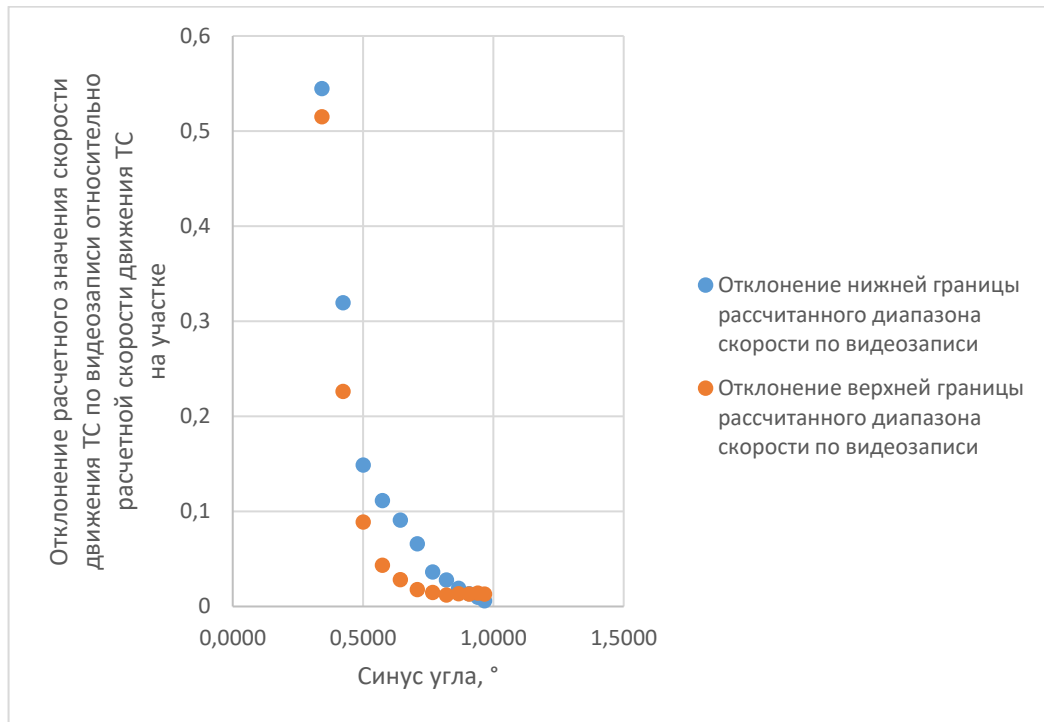


Рисунок П.В.1 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 20 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (35,3 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

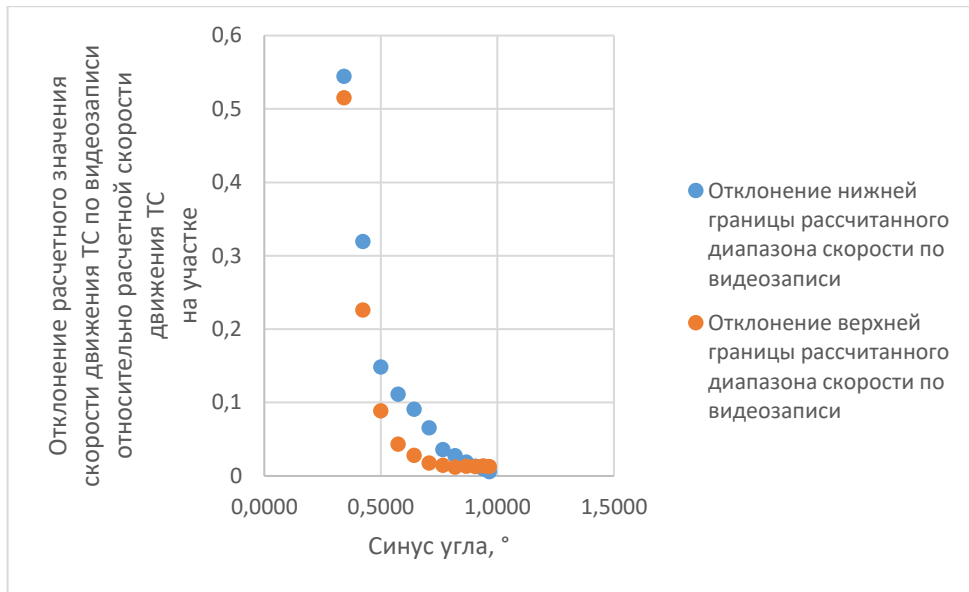


Рисунок П.В.2 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 20 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (46,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

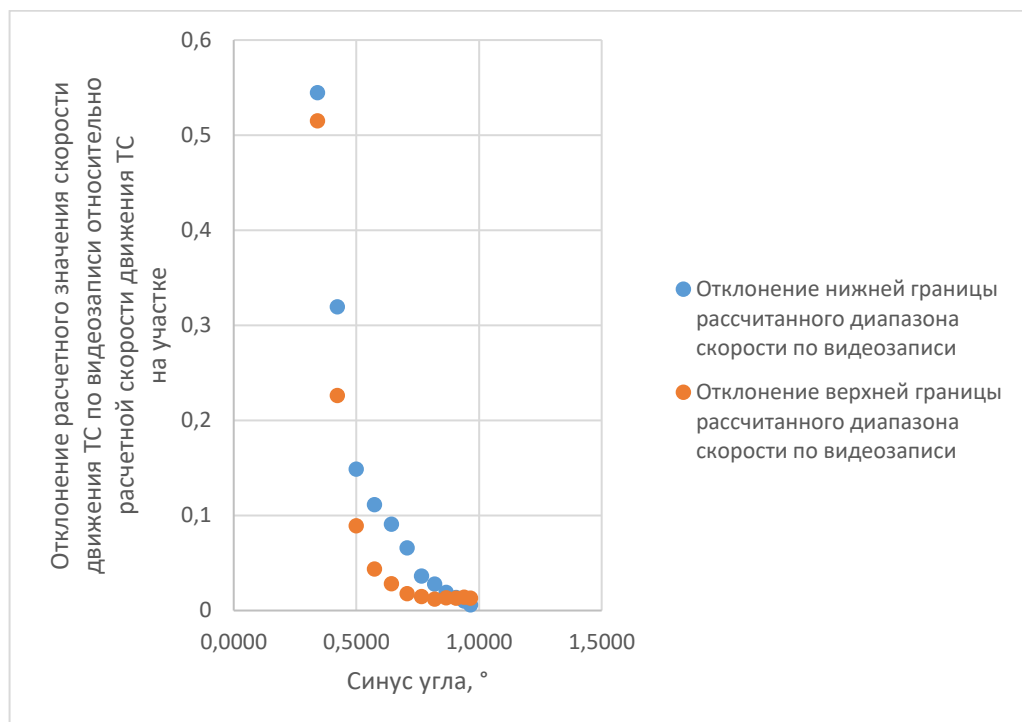


Рисунок П.В.3 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 20 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (54,5 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

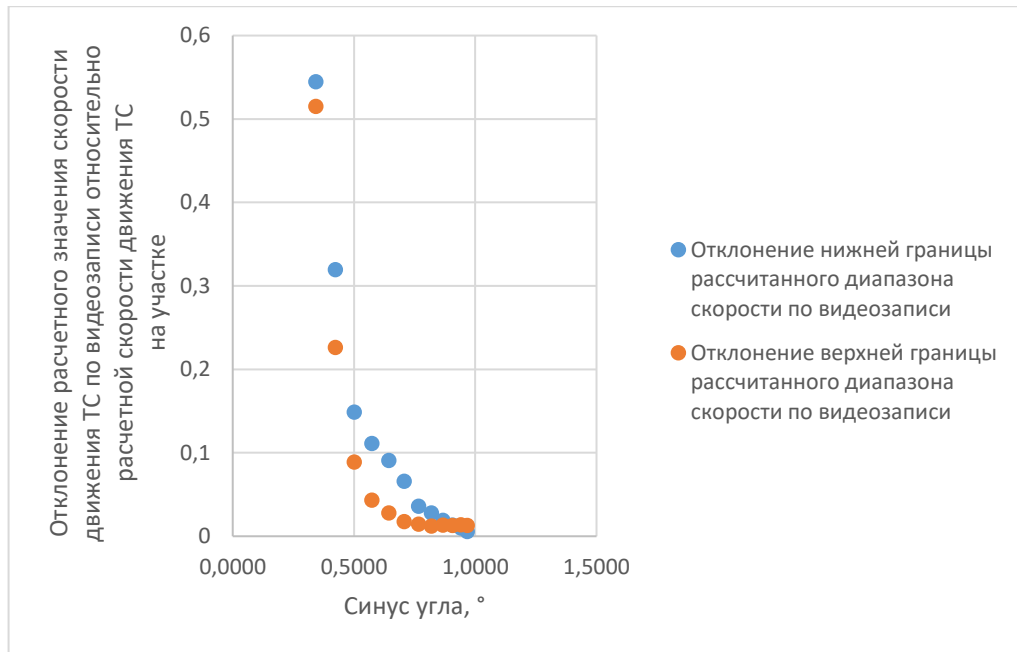


Рисунок П.В.4 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 20 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (65,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

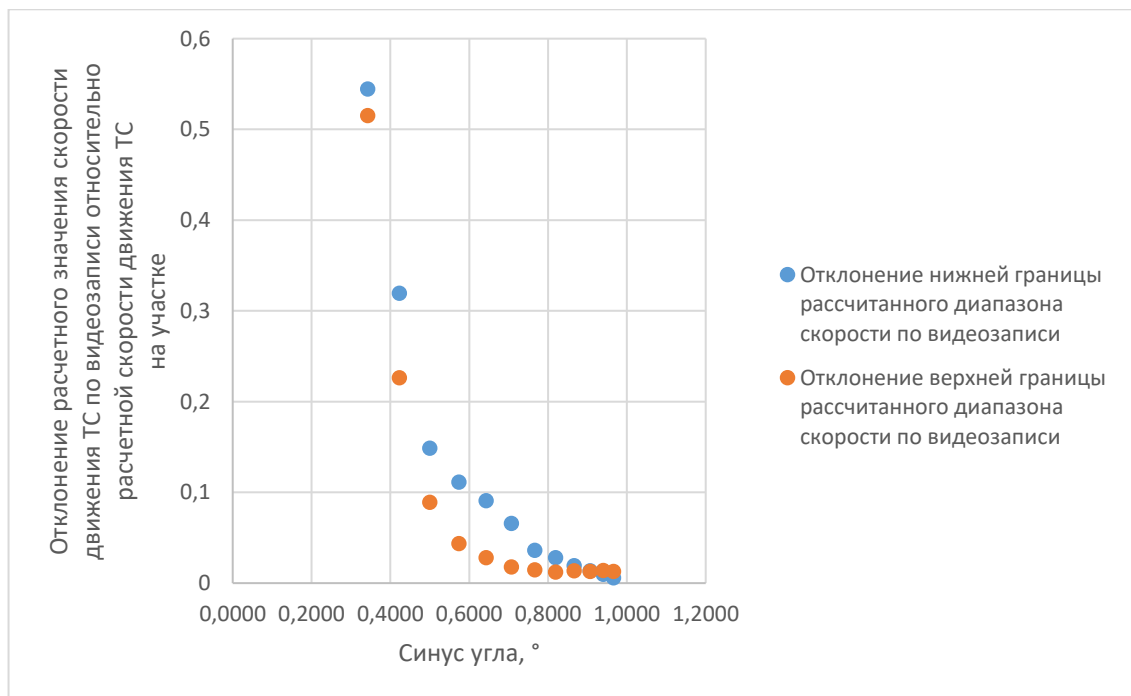


Рисунок П.В.5 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 20 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (72,3 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

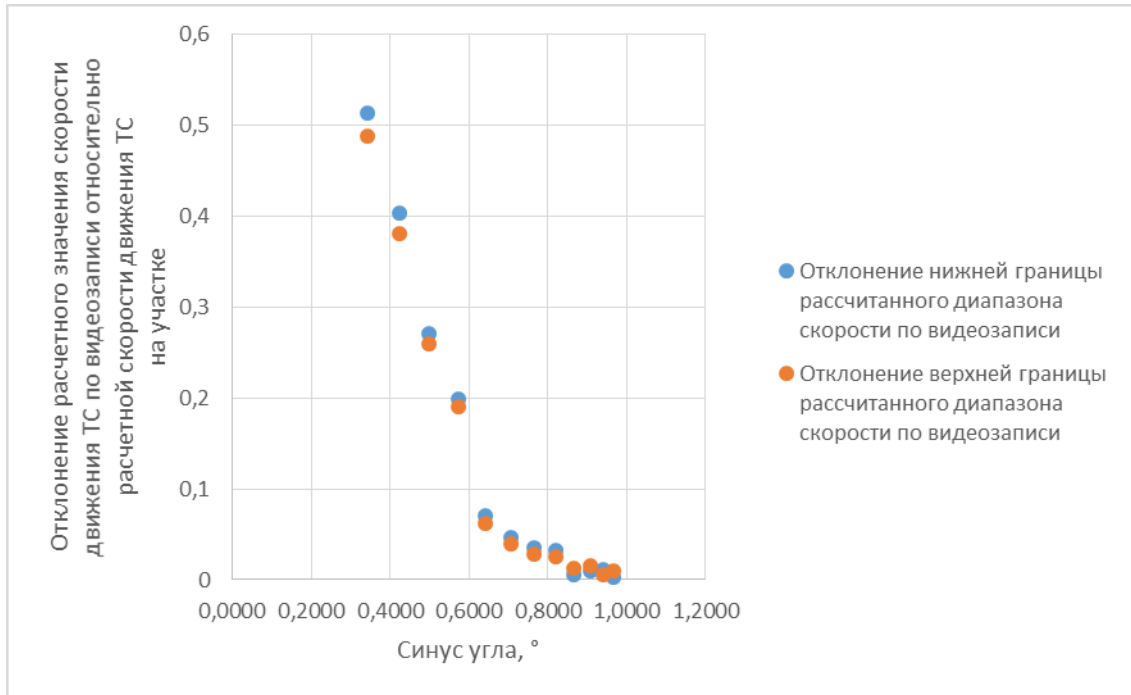


Рисунок П.В.6 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 24 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (26,1 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

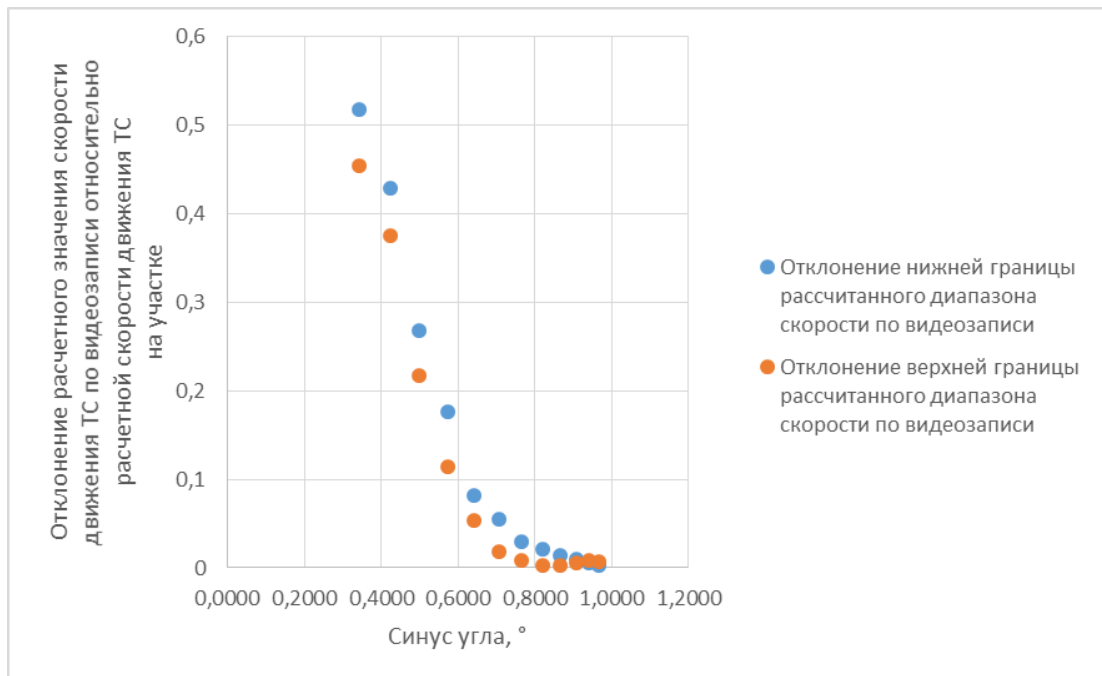


Рисунок П.В.7 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 24 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (35,3 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

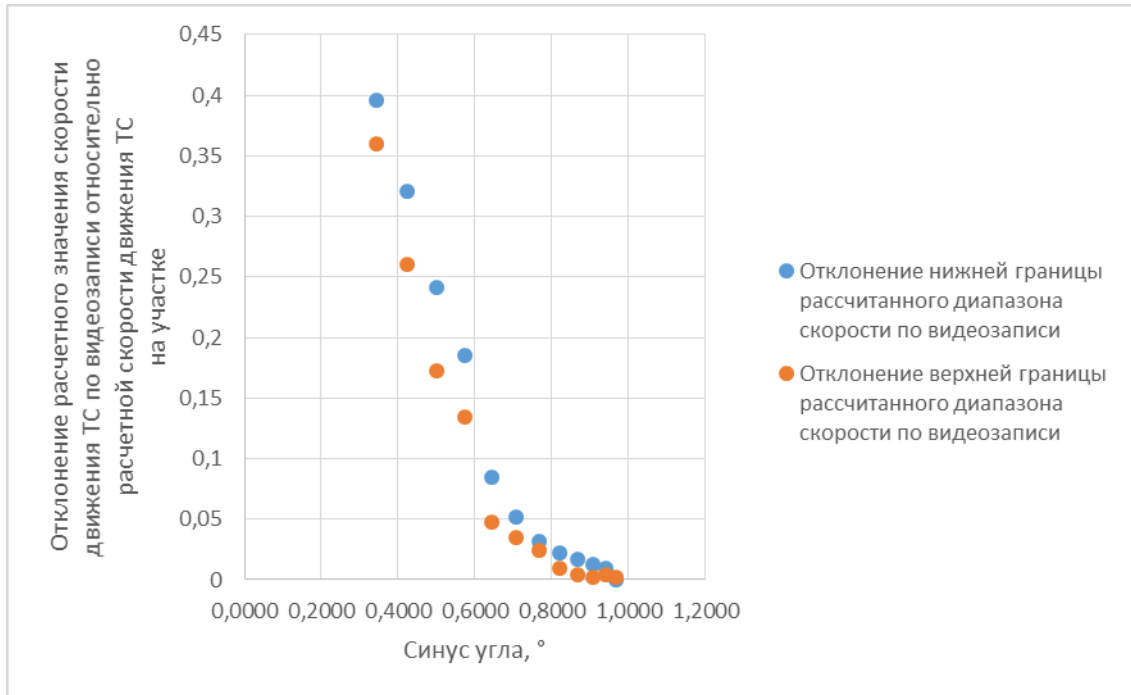


Рисунок П.В.8 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 24 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (46,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

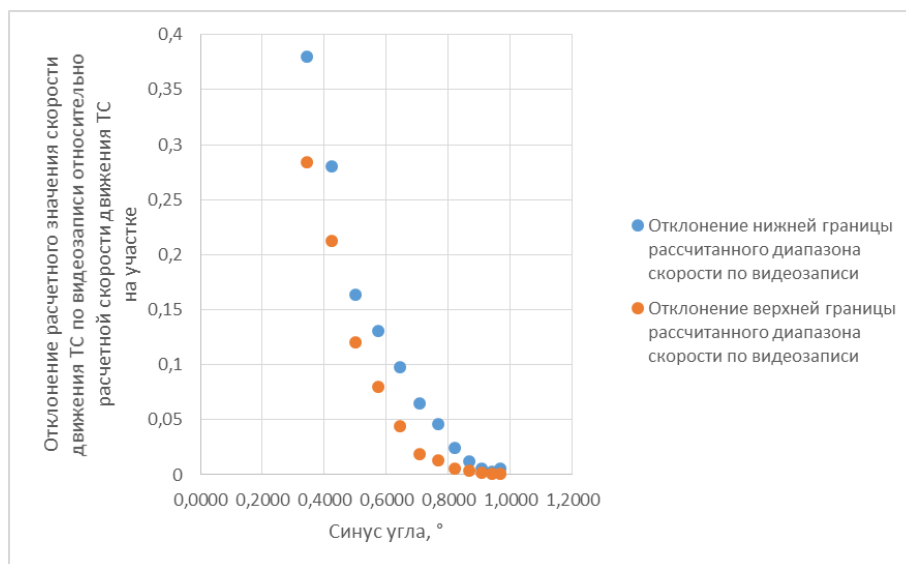


Рисунок П.В.9 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 24 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (54,5 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

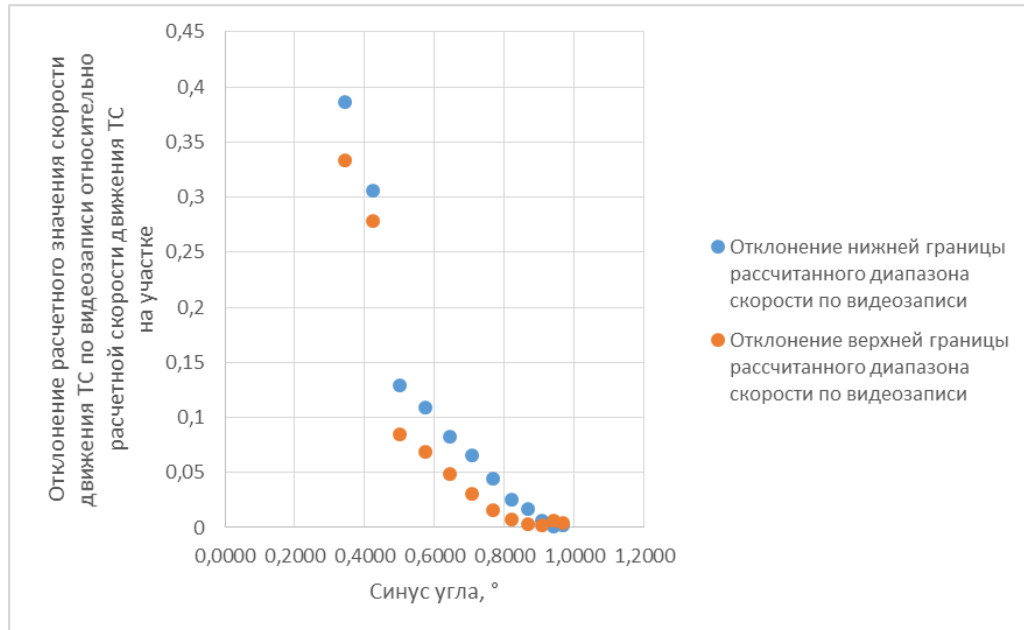


Рисунок П.В.10 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 24 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (65,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

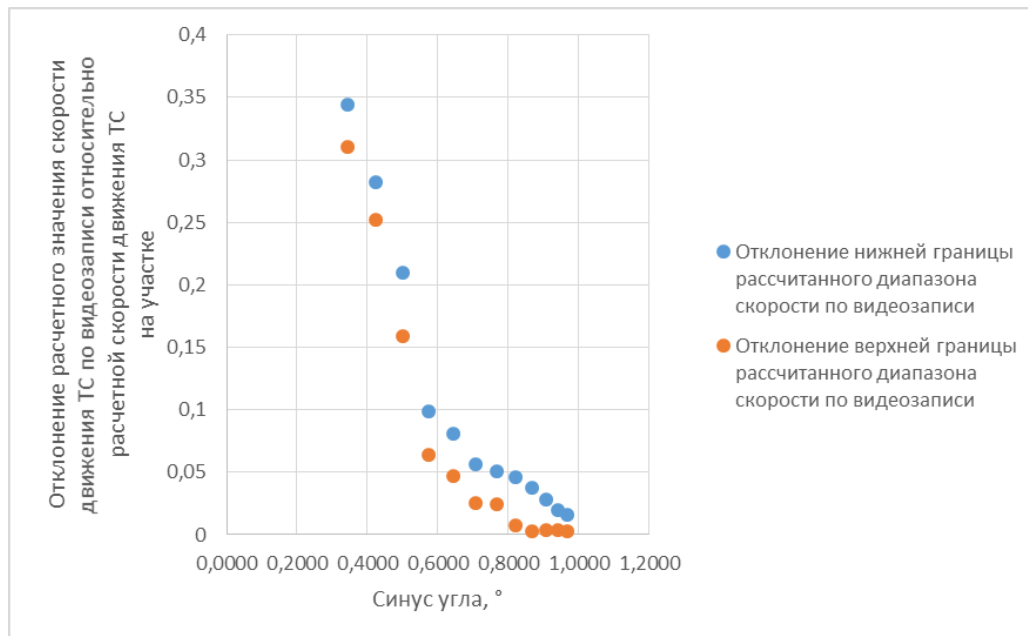


Рисунок П.В.11 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 25 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (26,1 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

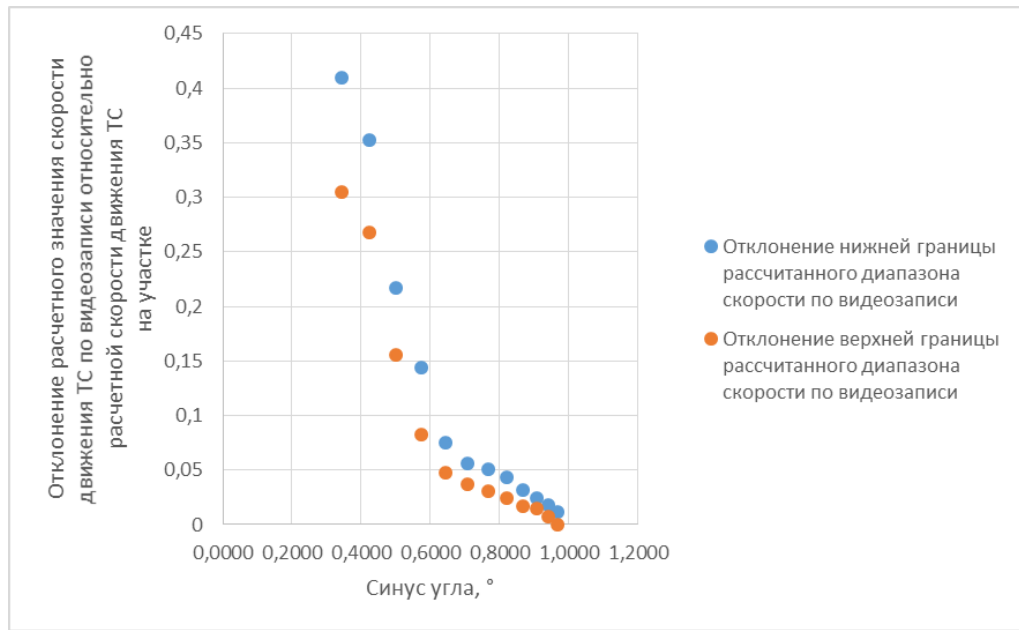


Рисунок П.В.12 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 25 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (46,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

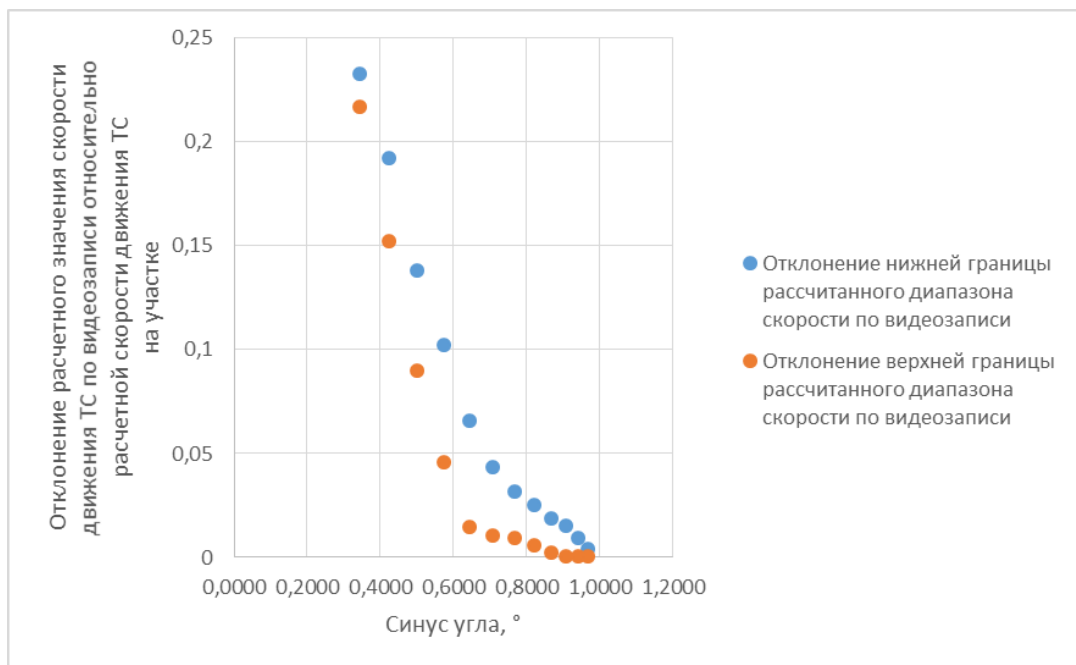


Рисунок П.В.13 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 25 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (54,5 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

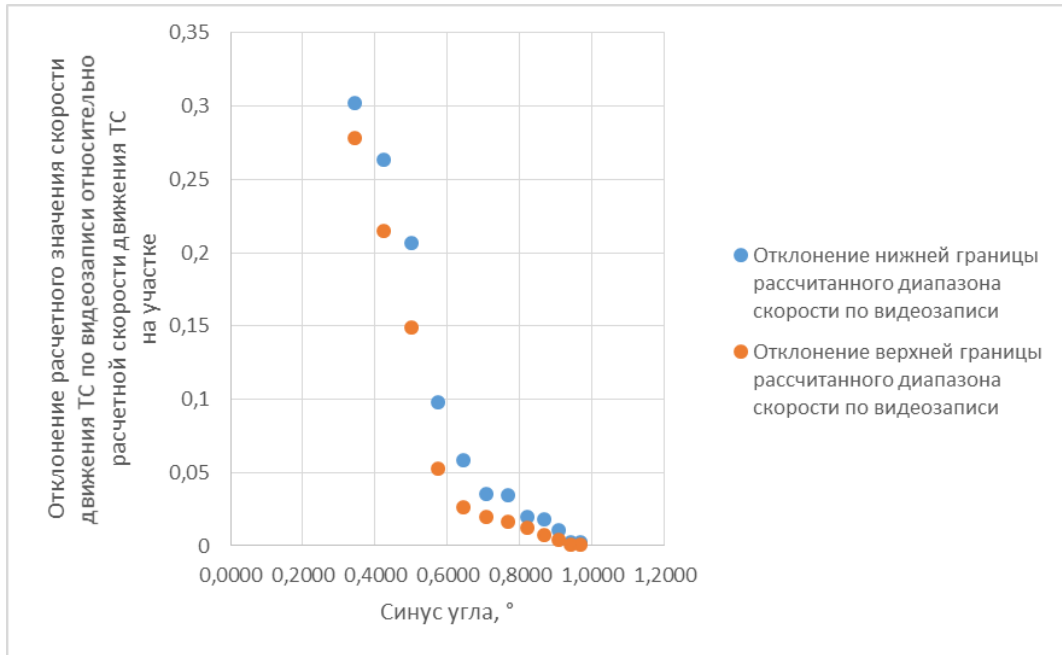


Рисунок П.В.14 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 25 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (65,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

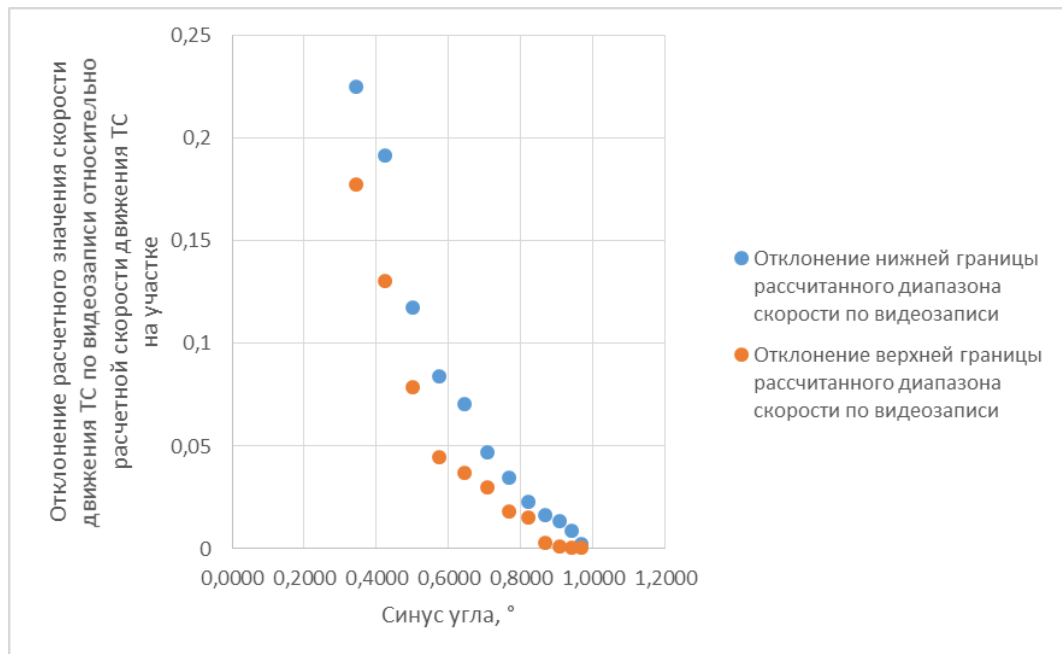


Рисунок П.В.15 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 25 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (72,3 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

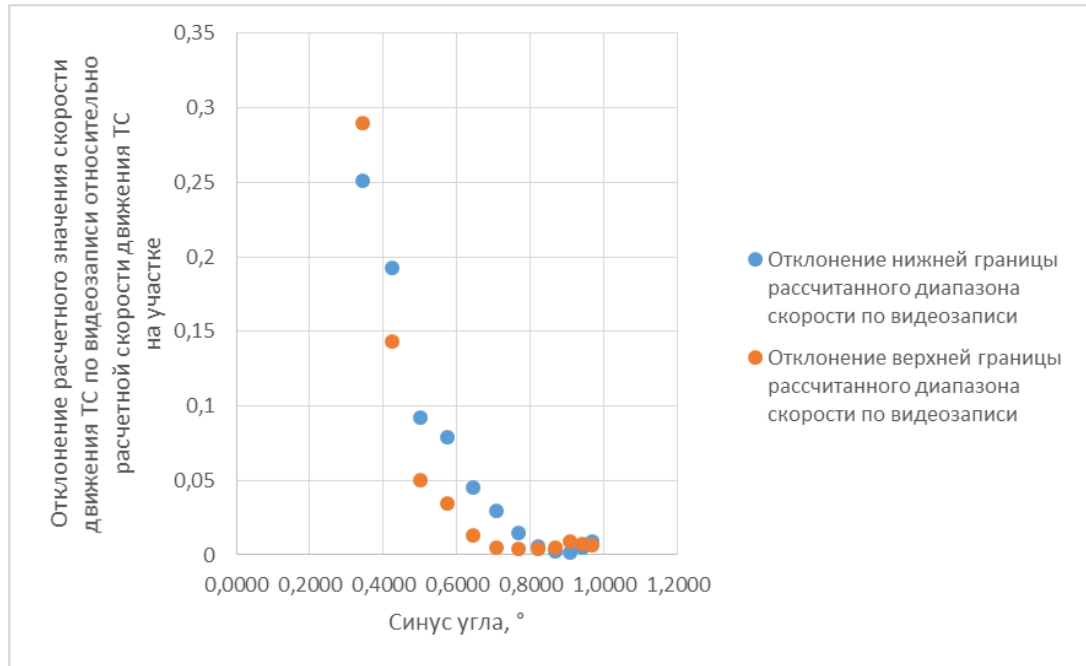


Рисунок П.В.16 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 30 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (26,1 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

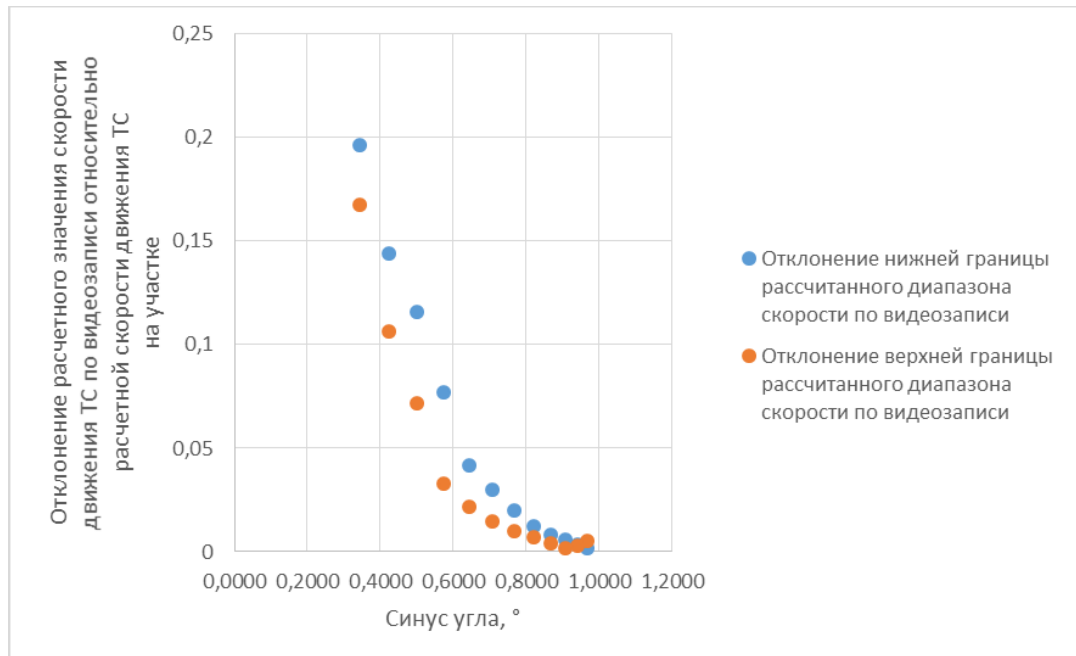


Рисунок П.В.17 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 30 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (46,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

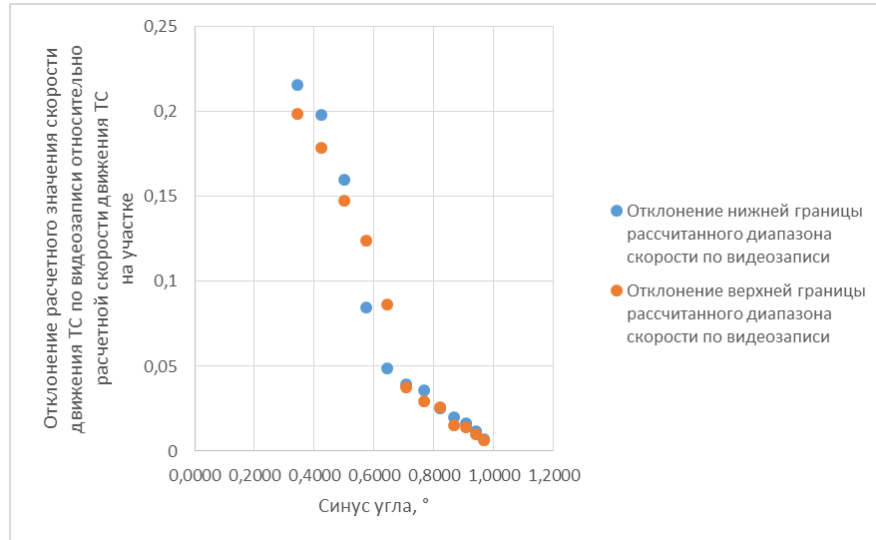


Рисунок П.В.18 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 30 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (54,5 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

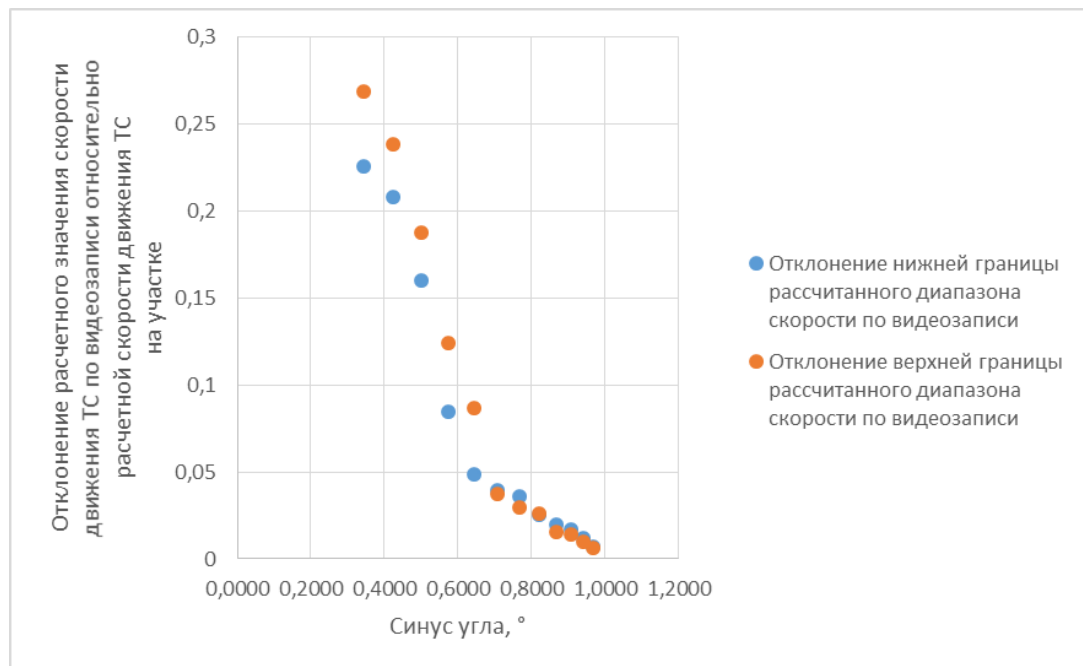


Рисунок П.В.19 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 30 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (65,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

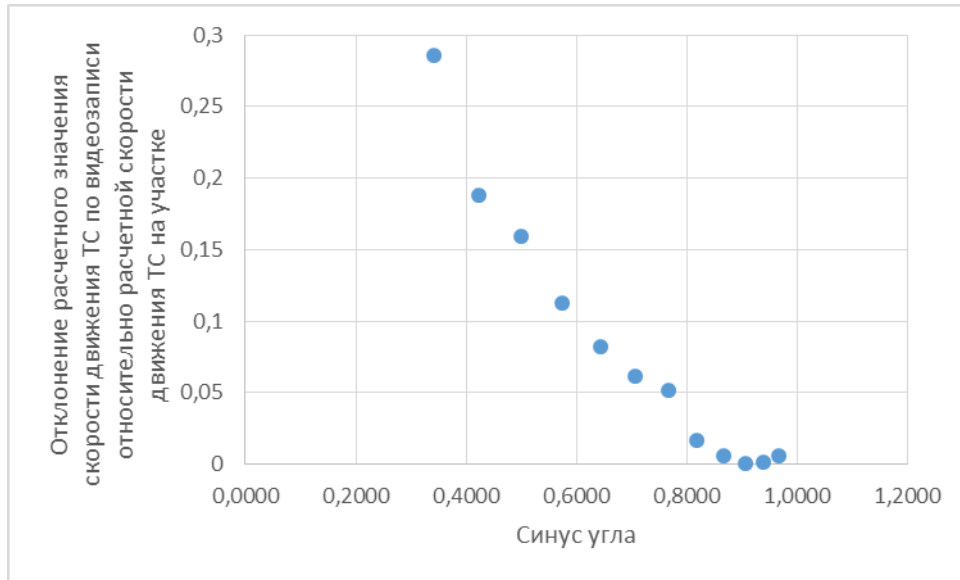


Рисунок П.В.20 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 48 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (26,1 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

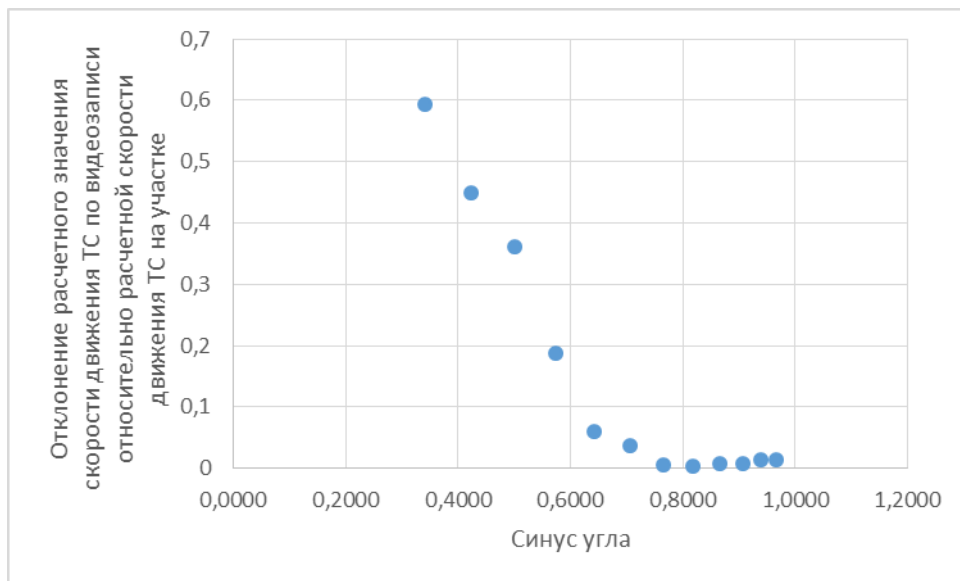


Рисунок П.В.21 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 48 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (35,3 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

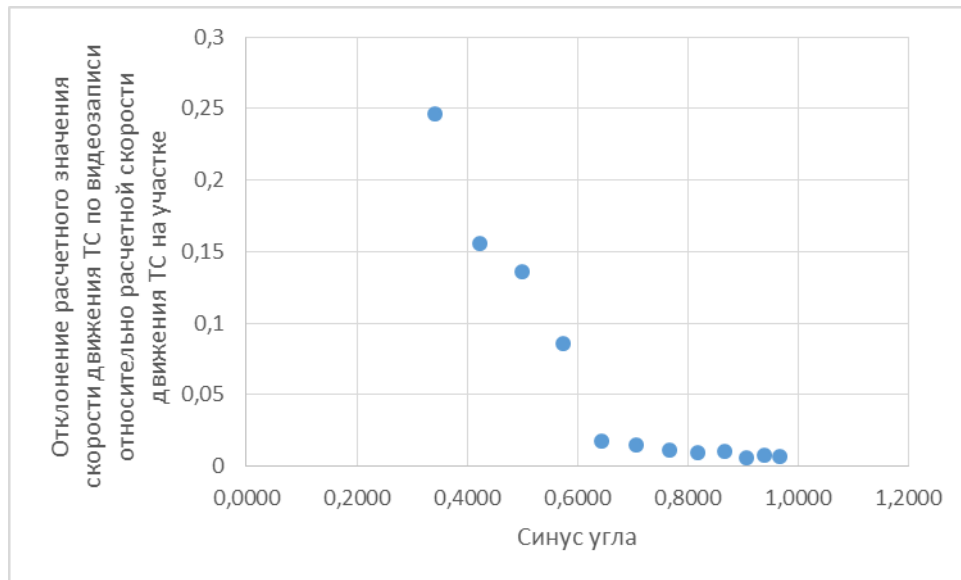


Рисунок П.В.22 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 48 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (46,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

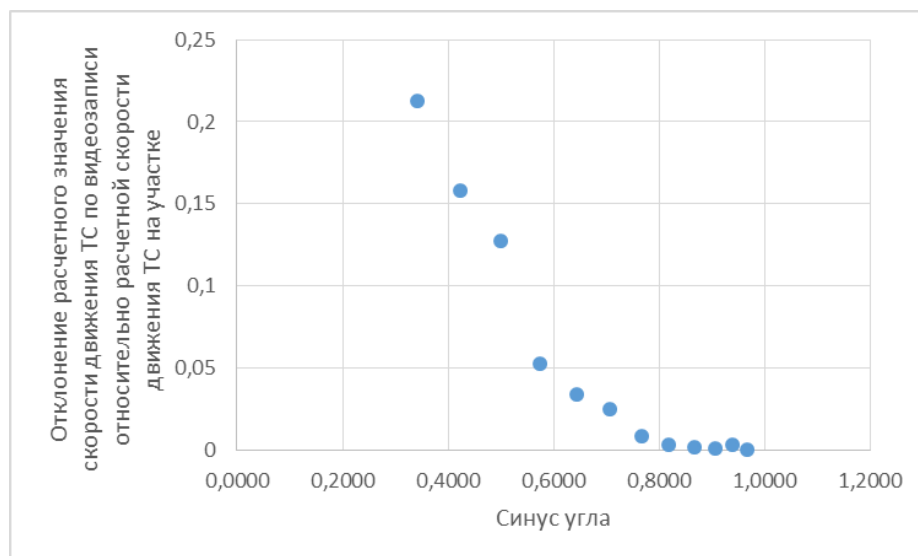


Рисунок П.В.23 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 48 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (54,5 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

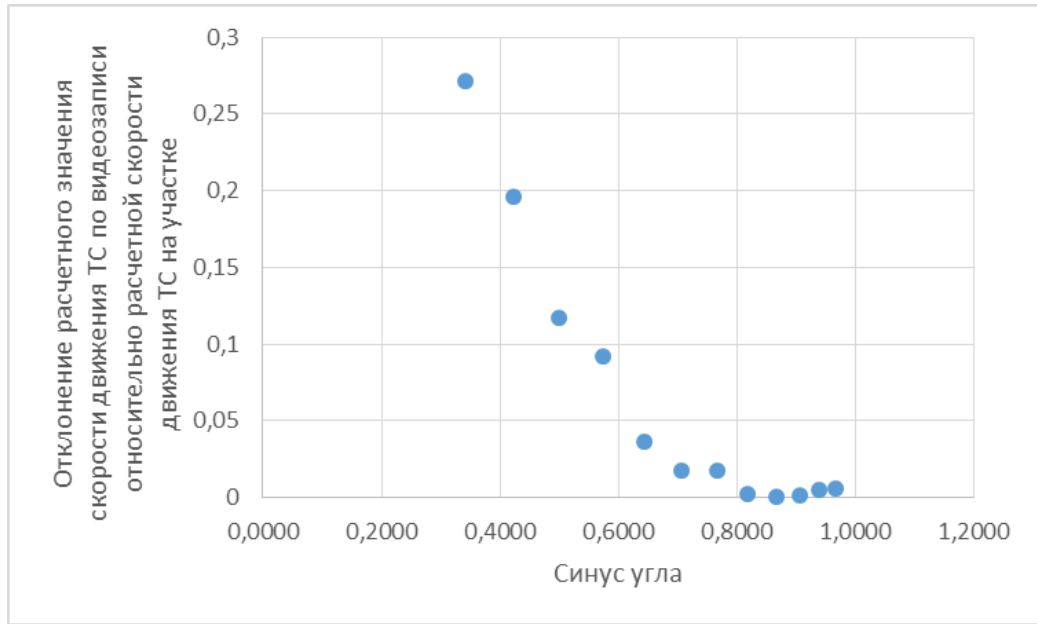


Рисунок П.В.24 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 48 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (65,2 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

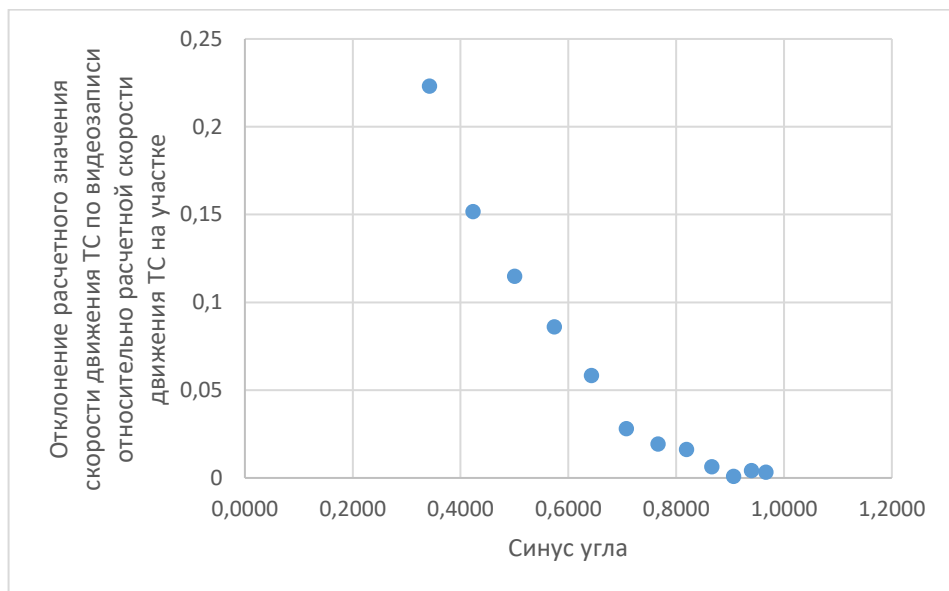


Рисунок П.В.25 – отклонение рассчитанного значения скорости движения ТС по видеозаписям с частотой кадров 48 к/с в сравнении со значением скорости движения ТС на участке (72,3 км/ч) от угла между оптической осью видеозаписывающего устройства и направлением движения ТС

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Значения корректирующих коэффициентов

Таблица Г. 1 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 10,00 м, f _к = 20 к/с																
sina \ n, шт	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	
25	0,56	0,55	0,55	0,53	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45	
30	0,61	0,60	0,59	0,59	0,56	0,55	0,55	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	
35	0,56	0,55	0,55	0,53	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45	
40	0,61	0,60	0,59	0,59	0,56	0,55	0,55	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	
45	0,65	0,65	0,64	0,64	0,62	0,59	0,58	0,58	0,57	0,56	0,56	0,54	0,53	0,53	0,52	
50	0,70	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	
55	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,72	0,73	0,70	0,70	0,69	
60	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,77	0,75	0,76	0,77	0,76	0,76	0,75	0,77	
65	0,77	0,78	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,80	0,81	0,82	0,81	0,82	0,82	0,83	
70	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	
75	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95	0,96	

Таблица Г. 2 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 10,00 м, f _к = 20 к/с																
sina \ n, шт	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	
25	0,56	0,54	0,54	0,52	0,50	0,50	0,49	0,48	0,47	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	
30	0,65	0,63	0,61	0,58	0,57	0,55	0,53	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,41	0,40	
35	0,66	0,65	0,64	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	0,57	0,56	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	
40	0,71	0,70	0,70	0,70	0,68	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	
45	0,71	0,72	0,72	0,73	0,72	0,70	0,72	0,73	0,73	0,73	0,71	0,70	0,71	0,71	0,71	
50	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,79	0,80	
55	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	
60	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,84	0,83	0,82	0,82	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	
65	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	
70	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	
75	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95	0,96	

Таблица Г. 3 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 12,00 м, f _к = 20 к/с																
sina \ n, шт	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	
25	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,47	
30	0,65	0,64	0,62	0,60	0,59	0,59	0,58	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	
35	0,68	0,67	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	0,62	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,54	0,53	
40	0,68	0,69	0,67	0,66	0,66	0,65	0,66	0,64	0,65	0,66	0,64	0,64	0,63	0,62	0,61	
45	0,77	0,76	0,76	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67	
50	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,77	0,77	0,75	0,76	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75	
55	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,80	0,81	0,82	0,81	0,82	0,82	0,82	
60	0,79	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,85	0,84	0,86	0,85	0,86	
65	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	
70	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	
75	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	

Таблица Г. 4 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 12,00 м, f _к = 20 к/с																
sina \ n, шт	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	
25	0,58	0,58	0,57	0,57	0,56	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	
30	0,66	0,65	0,64	0,63	0,61	0,60	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,51	0,50	
35	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,63	0,63	0,62	0,59	0,58	0,57	0,56	0,57	0,54	0,53	
40	0,69	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63	0,62	0,61	0,60	
45	0,78	0,77	0,76	0,75	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,71	0,73	0,70	0,69	0,68	
50	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,77	0,77	0,75	0,76	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75	
55	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,80	0,81	0,82	0,81	0,82	0,82	0,82	
60	0,79	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,85	0,84	0,86	0,85	0,86	
65	0,80	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	
70	0,81	0,81	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,95	
75	0,82	0,82	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,96	

Таблица Г. 5 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 8,50 м, f _к = 20 к/с															
sina \ n, шт	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5
25	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47
30	0,65	0,64	0,62	0,60	0,59	0,59	0,58	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52
35	0,68	0,67	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	0,62	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,54	0,53
40	0,68	0,69	0,67	0,66	0,66	0,65	0,66	0,64	0,65	0,66	0,64	0,64	0,63	0,62	0,61
45	0,77	0,76	0,76	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67
50	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,77	0,77	0,75	0,76	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75
55	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,80	0,81	0,82	0,81	0,82	0,82	0,82
60	0,79	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,85	0,84	0,86	0,85	0,86
65	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91
70	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92
75	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93

Таблица Г. 6 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 8,50 м, f _к = 20 к/с															
sina \ n, шт	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
25	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47
30	0,46	0,45	0,44	0,42	0,41	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,34
35	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46
40	0,62	0,63	0,61	0,62	0,64	0,62	0,65	0,62	0,61	0,60	0,60	0,61	0,63	0,64	0,65
45	0,67	0,64	0,65	0,66	0,66	0,64	0,67	0,65	0,65	0,64	0,65	0,65	0,66	0,67	0,68
50	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,77	0,78	0,76	0,77	0,76	0,77
55	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84
60	0,75	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85
65	0,76	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87
70	0,78	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90
75	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91

Таблица Г. 7 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 8,00 м, f _к = 24 к/с															
sin α \ n, шт	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5
25	0,52	0,51	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,45	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,37	0,35
30	0,54	0,54	0,53	0,52	0,51	0,51	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,42	0,38	0,36
35	0,60	0,59	0,57	0,56	0,53	0,51	0,50	0,49	0,46	0,45	0,44	0,42	0,40	0,39	0,37
40	0,70	0,70	0,69	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52
45	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,73	0,72	0,74	0,72	0,71	0,71	0,70	0,69	0,68
50	0,76	0,75	0,76	0,74	0,73	0,72	0,75	0,74	0,76	0,75	0,73	0,73	0,72	0,76	0,71
55	0,78	0,77	0,82	0,77	0,76	0,75	0,77	0,76	0,78	0,77	0,75	0,76	0,79	0,84	0,85
60	0,79	0,80	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
65	0,80	0,82	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91
70	0,82	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
75	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94

Таблица Г. 8 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 8,00 м, f _к = 24 к/с															
sin α \ n, шт	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14
25	0,51	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,45	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,37	0,35
30	0,55	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,48	0,47	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,38	0,36
35	0,60	0,59	0,57	0,56	0,53	0,51	0,50	0,49	0,46	0,45	0,44	0,42	0,40	0,39	0,37
40	0,70	0,70	0,69	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52
45	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,73	0,72	0,74	0,72	0,71	0,71	0,70	0,69	0,68
50	0,76	0,75	0,76	0,74	0,73	0,72	0,75	0,74	0,76	0,75	0,73	0,73	0,72	0,76	0,71
55	0,78	0,77	0,82	0,77	0,76	0,75	0,77	0,76	0,78	0,77	0,75	0,76	0,79	0,84	0,85
60	0,79	0,80	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
65	0,80	0,82	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91
70	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95
75	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95

Таблица Г. 9 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 10,00 м, f _к = 24 к/с															
sin α н, шт	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16
25	0,46	0,45	0,42	0,41	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	0,34	0,34	0,33
30	0,48	0,46	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34
35	0,59	0,56	0,55	0,54	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44	0,43
40	0,68	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	0,58	0,58	0,57
45	0,76	0,77	0,78	0,75	0,73	0,72	0,74	0,76	0,75	0,73	0,70	0,71	0,70	0,72	0,71
50	0,77	0,78	0,79	0,79	0,79	0,74	0,76	0,77	0,75	0,74	0,72	0,73	0,75	0,78	0,71
55	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92
60	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95
65	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94
70	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95
75	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,95	0,96	0,96

Таблица Г. 10 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 10,00 м, f _к = 24 к/с															
sin α н, шт	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5
25	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39	0,37	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,31
30	0,47	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36
35	0,58	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,45
40	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,61	0,60	0,59	0,59	0,58
45	0,78	0,75	0,77	0,74	0,75	0,71	0,72	0,74	0,76	0,72	0,72	0,73	0,75	0,73	0,72
50	0,74	0,75	0,77	0,78	0,76	0,72	0,75	0,78	0,76	0,73	0,74	0,72	0,77	0,79	0,72
55	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
60	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,94
65	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95
70	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
75	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96

Таблица Г. 11 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 11,00 м, f _к = 24 к/с															
sina \ n, шт	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5
25	0,45	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36	0,35	0,34
30	0,47	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37
35	0,58	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51	0,51	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45
40	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,56
45	0,76	0,78	0,77	0,74	0,75	0,73	0,76	0,74	0,73	0,72	0,73	0,72	0,71	0,73	0,72
50	0,75	0,76	0,78	0,77	0,76	0,75	0,77	0,76	0,74	0,75	0,73	0,74	0,77	0,75	0,73
55	0,81	0,81	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92
60	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
65	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
70	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
75	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96

Таблица Г. 12 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 11,00 м, f _к = 24 к/с															
sina \ n, шт	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16
25	0,46	0,45	0,45	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32
30	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36
35	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51	0,51	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46
40	0,68	0,67	0,67	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58
45	0,77	0,74	0,75	0,76	0,73	0,72	0,73	0,75	0,74	0,73	0,73	0,72	0,76	0,74	0,73
50	0,75	0,76	0,74	0,77	0,76	0,74	0,73	0,75	0,74	0,72	0,75	0,73	0,76	0,77	0,73
55	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91
60	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
65	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94
70	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95
75	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97

Таблица Г. 13 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 7,00 м, f _к = 25 к/с															
sina \ n, шт	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5
25	0,47	0,46	0,43	0,41	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,33
30	0,48	0,47	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34
35	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,46	0,45	0,43
40	0,67	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55
45	0,77	0,74	0,73	0,74	0,75	0,76	0,74	0,73	0,77	0,72	0,71	0,72	0,71	0,73	0,71
50	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88
55	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92
60	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94
65	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95
70	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96
75	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97

Таблица Г. 14 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 7,00 м, f _к = 25 к/с															
sina \ n, шт	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
25	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33
30	0,47	0,46	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35
35	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46
40	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,55	0,54	0,53	0,52
45	0,78	0,75	0,74	0,73	0,74	0,75	0,76	0,74	0,77	0,74	0,73	0,74	0,74	0,73	0,75
50	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89
55	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93
60	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93
65	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94
70	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95
75	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96

Таблица Г. 15 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 9,00 м, f _к = 25 к/с															
sina \ n, шт	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14
25	0,47	0,46	0,43	0,41	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,33
30	0,48	0,46	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34
35	0,59	0,56	0,55	0,54	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44	0,43
40	0,68	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	0,58	0,58	0,57
45	0,76	0,77	0,78	0,75	0,73	0,72	0,74	0,76	0,75	0,73	0,70	0,71	0,70	0,72	0,71
50	0,77	0,78	0,79	0,79	0,79	0,74	0,76	0,77	0,75	0,74	0,72	0,73	0,75	0,78	0,71
55	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92
60	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95
65	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95
70	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96
75	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96

Таблица Г. 16 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 9,00 м, f _к = 25 к/с															
sina \ n, шт	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5
25	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36	0,35	0,34
30	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35
35	0,57	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46	0,45
40	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,58	0,57	0,56	0,56
45	0,75	0,73	0,74	0,76	0,75	0,74	0,72	0,77	0,74	0,74	0,72	0,74	0,72	0,73	0,72
50	0,76	0,75	0,77	0,78	0,77	0,73	0,74	0,75	0,73	0,72	0,75	0,74	0,73	0,76	0,72
55	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92
60	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93
65	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94
70	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95
75	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96

Таблица Г. 17 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 10,00 м, f _к = 25 к/с															
sin α \ n, шт	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5
25	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33
30	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34
35	0,58	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46
40	0,69	0,68	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57
45	0,74	0,75	0,74	0,76	0,75	0,74	0,73	0,75	0,74	0,74	0,72	0,72	0,71	0,73	0,72
50	0,76	0,75	0,77	0,76	0,75	0,75	0,76	0,78	0,77	0,73	0,73	0,74	0,76	0,77	0,72
55	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,92
60	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93
65	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,94
70	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95
75	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95	0,96

Таблица Г. 18 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 10,00 м, f _к = 25 к/с															
sin α \ n, шт	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14
25	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33
30	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	0,34
35	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,45
40	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55
45	0,73	0,74	0,74	0,73	0,72	0,75	0,74	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,74	0,72
50	0,74	0,75	0,75	0,76	0,77	0,74	0,75	0,76	0,74	0,73	0,74	0,75	0,75	0,77	0,74
55	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93
60	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94
65	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94
70	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95
75	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96

Таблица Г. 19 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 6,25 м, f _к = 30 к/с															
sina \ n, шт	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
25	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,34	0,33	0,32	0,32	0,31
30	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,43	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31
35	0,57	0,56	0,55	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48
40	0,64	0,62	0,63	0,65	0,64	0,66	0,63	0,65	0,64	0,63	0,65	0,66	0,67	0,62	0,64
45	0,68	0,69	0,67	0,65	0,66	0,69	0,70	0,71	0,72	0,71	0,72	0,73	0,71	0,73	0,72
50	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,82	0,83
55	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90
60	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95
65	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98	0,98
70	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98
75	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98

Таблица Г. 20 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 6,25 м, f _к = 30 к/с															
sina \ n, шт	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5
25	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32
30	0,53	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33
35	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50	0,50
40	0,65	0,64	0,63	0,62	0,65	0,66	0,64	0,63	0,62	0,63	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63
45	0,70	0,71	0,72	0,73	0,72	0,74	0,72	0,73	0,72	0,73	0,71	0,72	0,73	0,73	0,72
50	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,82
55	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
60	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
65	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,94	0,95	0,95
70	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,96
75	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97

Таблица Г. 21 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 7,00 м, f _к = 30 к/с															
sin α \ n, шт	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5
25	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32	0,31	0,31
30	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36
35	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43
40	0,63	0,63	0,64	0,62	0,65	0,67	0,62	0,64	0,63	0,64	0,66	0,65	0,66	0,63	0,64
45	0,69	0,70	0,68	0,67	0,68	0,68	0,70	0,72	0,71	0,72	0,73	0,71	0,72	0,72	0,73
50	0,70	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82
55	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
60	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,91
65	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96
70	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97
75	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98

Таблица Г. 22 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 7,00 м, f _к = 30 к/с															
sin α \ n, шт	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
25	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32
30	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36
35	0,58	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47
40	0,65	0,64	0,63	0,63	0,65	0,66	0,63	0,62	0,64	0,63	0,65	0,64	0,62	0,62	0,63
45	0,70	0,71	0,72	0,69	0,67	0,67	0,71	0,73	0,72	0,71	0,72	0,72	0,73	0,74	0,72
50	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85
55	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
60	0,78	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91
65	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92
70	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
75	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97

Таблица Г. 23 – Значения корректирующих коэффициентов для нижней границы диапазона скорости

L _{об} = 8,00 м, f _к = 30 к/с															
sin α \ n, шт	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5
25	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31
30	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35
35	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
40	0,64	0,63	0,62	0,61	0,64	0,66	0,65	0,63	0,64	0,65	0,67	0,66	0,65	0,63	0,62
45	0,68	0,71	0,69	0,68	0,67	0,65	0,71	0,73	0,72	0,71	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74
50	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84
55	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87
60	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91
65	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
70	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96
75	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97

Таблица Г. 24 – Значения корректирующих коэффициентов для верхней границы диапазона скорости

L _{об} = 8,00 м, f _к = 30 к/с															
sin α \ n, шт	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13
25	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
30	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,34
35	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43
40	0,65	0,64	0,63	0,62	0,65	0,64	0,64	0,65	0,66	0,64	0,63	0,65	0,64	0,67	0,64
45	0,67	0,70	0,68	0,67	0,66	0,64	0,70	0,71	0,71	0,73	0,74	0,71	0,72	0,72	0,73
50	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84
55	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86
60	0,77	0,78	0,79	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
65	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
70	0,80	0,81	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96
75	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97

Таблица Г. 25 – Значения корректирующих коэффициентов

L _{об} = 4,56 м, f _к = 48 к/с															
sina \ n, шт	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
25	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32
30	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35
35	0,52	0,51	0,53	0,52	0,51	0,53	0,54	0,52	0,55	0,54	0,53	0,53	0,54	0,52	0,51
40	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60	0,61	0,62	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,65	0,65
45	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,72	0,73	0,74
50	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80
55	0,69	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
60	0,72	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90
65	0,73	0,74	0,75	0,77	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91
70	0,74	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,92	0,93	0,93
75	0,76	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92	0,94	0,95	0,95

Таблица Г. 26 – Значения корректирующих коэффициентов

L _{об} = 5,50 м, f _к = 48 к/с															
sina \ n, шт	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
25	0,40	0,40	0,39	0,39	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34	0,33	0,32	0,31
30	0,44	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,34
35	0,51	0,51	0,52	0,53	0,52	0,54	0,53	0,51	0,53	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53	0,52
40	0,59	0,58	0,58	0,57	0,59	0,61	0,60	0,61	0,63	0,64	0,62	0,63	0,63	0,64	0,66
45	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,71	0,72	0,73
50	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81
55	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84
60	0,73	0,73	0,75	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89
65	0,73	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78	0,80	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92
70	0,74	0,74	0,76	0,78	0,80	0,81	0,81	0,82	0,84	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92
75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93

Таблица Г. 27 – Значения корректирующих коэффициентов

L _{об} = 5,00 м, f _к = 60 к/с															
sin α \ n, шт	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
25	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,29	0,28
30	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,32	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28
35	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45	0,46	0,47	0,48
40	0,43	0,44	0,45	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
45	0,46	0,48	0,49	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,58	0,60	0,61	0,63	0,64	0,65
50	0,50	0,51	0,52	0,54	0,56	0,58	0,59	0,60	0,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
55	0,53	0,55	0,56	0,58	0,59	0,62	0,64	0,66	0,68	0,69	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75
60	0,55	0,56	0,57	0,59	0,61	0,64	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,78	0,79	0,80
65	0,56	0,58	0,60	0,61	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84
70	0,58	0,59	0,61	0,62	0,64	0,67	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,80	0,83	0,85	0,86
75	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,84	0,86	0,89

Таблица Г. 28 – Значения корректирующих коэффициентов

L _{об} = 6,00 м, f _к = 60 к/с															
sin α \ n, шт	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23
25	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28
30	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,31	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29
35	0,37	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,46	0,47	0,47	0,48
40	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,45	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56
45	0,44	0,46	0,47	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62	0,64
50	0,49	0,50	0,51	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,63	0,65	0,66	0,67	0,68
55	0,52	0,54	0,55	0,56	0,57	0,59	0,60	0,62	0,64	0,66	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73
60	0,54	0,55	0,58	0,58	0,60	0,62	0,63	0,64	0,65	0,68	0,70	0,71	0,72	0,75	0,78
65	0,55	0,57	0,59	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,79	0,82
70	0,57	0,58	0,61	0,61	0,63	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,75	0,78	0,79	0,81	0,84
75	0,59	0,60	0,62	0,62	0,64	0,67	0,70	0,71	0,73	0,75	0,76	0,80	0,81	0,84	0,87

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Акты внедрения диссертационного исследования



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Санкт-Петербургский государственный
 архитектурно-строительный университет»
 (СПбГАСУ)
 ул. 2-я Красноармейская, д. 4, Санкт-Петербург, 190005

№ _____

[Акт внедрения материалов диссертации]
 в учебный процесс СПбГАСУ



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе
 ФГБОУ ВО СПбГАСУ

С.В. Михайлов

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

материалов, содержащихся в диссертации на соискание ученой степени кандидата
 технических наук «Совершенствование метода определения скорости движения
 транспортных средств при проведении дорожно-транспортной экспертизы» Ворожейкина Игоря
 Вячеславовича в учебный процесс Санкт-Петербургского государственного архитектурно-
 строительного университета

Комиссия в составе:

Председателя: кандидата технических наук, доцента А.В. Зызыкина – декана автомобильно-
 дорожного факультета

Членов комиссии:

доктора технических наук, доцента С.С. Евтюкова – заведующего кафедрой Транспортных
 систем,

доктора технических наук, доцента Е.В. Куракиной – заведующего кафедрой Наземных
 транспортно-технологических машин,

кандидата технических наук, доцента И.О. Черняева – заведующего кафедрой Технической
 эксплуатации транспортных средств.

Настоящим подтверждает внедрение материалов, содержащихся в диссертации, на
 соискание ученой степени кандидата технических наук «Совершенствование метода
 определения скорости движения транспортных средств при проведении дорожно-
 транспортной экспертизы» аспиранта кафедры Наземных транспортно-технологических
 машин Ворожейкина Игоря Вячеславовича (научный руководитель: доктор технических
 наук, профессор Евтюков С.А.) в учебный процесс выпускающей кафедры Наземных
 транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета для

обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства и аспирантов по направлению подготовки 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта.

Результаты диссертации Ворожейкина Игоря Вячеславовича нашли теоретическое и практическое применение в учебном процессе по следующим дисциплинам учебного плана по специальности:

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства:

- Б1.О.31 Диагностика, инструментальный контроль и экспертиза наземных транспортно-технологических машин.

2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта:

- Б1.В.01 Эксплуатация автомобильного транспорта.

Внедрение результатов диссертации Ворожейкина Игоря Вячеславовича обсуждено на заседании учебно-методической комиссии автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета «20» ноября 2023 г. протокол № 2.

Основные положения диссертации (новые алгоритмы и методы повышения достоверности и оперативности выполнения дорожно-транспортных экспертиз) для экспертной деятельности в области безопасности дорожного движения изложены в следующих печатных трудах автора:

1. Ворожейкин И.В., Евтюков С.А., Евтюков С.С. Совершенствование метода определения скорости движения ТС по видеоматериалам при проведении дорожно-транспортных экспертиз // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – №3-5(82). – С. 92-99.

2. Ворожейкин И.В. Совершенствование метода определения скорости движения ТС по видеоматериалам при проведении дорожно-транспортных экспертиз // Грузовик. 2023. №. 9. С. 28 – 33. DOI: 10.36652/1684-1298-2023-9-28-33.

3. Ворожейкин И.В., Евтюков С.А. Методы расчета скорости движения ТС по фото- и видеоматериалам при реконструкции ДТП // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – № 3(92). – С.137-145.

4. Ворожейкин И.В., Евтюков С.А. Применение методов расчета скорости движения ТС по фото- и видеоматериалам при реконструкции ДТП // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – №3-2(78). – С.95-103.

5. Ворожейкин И.В., Евтюков С.А. Совершенствование метода определения расстояния между транспортными средствами по фотографическим снимкам при реконструкции ДТП // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 1(84). – С.140-148.

6. Ворожейкин И.В., Евтюков С.А., Евтюков С.С. К вопросу определения расстояния до объекта по фотографическим снимкам при реконструкции ДТП // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 2(69). – С. 63-69.

Председатель комиссии:
Декан АДФ, к.т.н., доцент

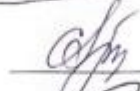


А.В. Зазыкин

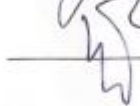
Члены комиссии:
Заведующий кафедрой ТС,
д.т.н., доцент
Заведующий кафедрой НГТМ,
д.т.н., доцент
Заведующий кафедрой ТЭТС
к.т.н., доцент



С. С. Евтюков



Е.В. Куракина



И.О. Черняев



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»
(СПбГАСУ)
ИНСТИТУТ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ



Санкт-Петербург, 190103, ул. Курляндская, д. 2/5, тел. 8-952-384-59-00,
 8 (812) 251-92-08, 2519208@mail.ru

Акт об использовании результатов диссертационной работы
 аспиранта СПбГАСУ Ворожейкина Игоря Вячеславовича на тему:
 «Совершенствование метода определения скорости движения транспортных
 средств при проведении дорожно-транспортной экспертизы»

Настоящим сообщаем, что результаты диссертационной работы аспиранта Ворожейкина Игоря Вячеславовича, приняты к внедрению ИБДД СПбГАСУ и будут использоваться экспертами в расчетно-исследовательских работах, а также в практической деятельности при решении вопросов, связанных с реконструкцией механизмов ДТП с участием автотранспортных средств.

Результаты диссертационной работы Ворожейкина Игоря Вячеславовича позволяют уточнить существующий метод определения скорости движения ТС по видеоматериалам, а также повысить точность расчетов и качество экспертных заключений.

Начальник отдела АТ ИБДД СПбГАСУ,
 к.т.н., доцент



И.С. Брылев



ОГРН 1147847005349 ИНН 7816577934 КПП 781601001 192102, Санкт-Петербург, ул.Бухарестская, д.1 каб. 725
тел: +7 (812) 703-67-98, +7 (921) 436-98-98 факс: +7 (812) 458-43-01 www.expert98.ru e-mail: 9879487@mail.ru

Акт

о практической реализации результатов диссертационного исследования
аспиранта СПбГАСУ Ворожейкина Игоря Вячеславовича на тему:
«Совершенствование метода определения скорости движения транспортных
средств при проведении дорожно-транспортной экспертизы»

Настоящий акт подтверждает использование в деятельности ООО
«Деловой Эксперт» результатов, полученных Ворожейкиным И.В., в
процессе работы над диссертационным исследованием на тему
«Совершенствование метода определения скорости движения транспортных
средств при проведении дорожно-транспортной экспертизы».

Предложенный метод будет способствовать повышению точности
определения скорости движения ТС по видеоматериалам при выполнении
экспертами центра автотехнических экспертиз.

Разработанные программы ЭВМ – «Определение скорости движения
автомобиля по видеозаписи, движущегося относительно статического
записывающего устройства», «Программный продукт для выполнения
автотехнической экспертизы на основе фото и видеоматериалов» позволяют
значительно сократить трудозатраты и получить более достоверные значения
скоростей движения ТС при проведении экспертиз.

Генеральный директор



И.В. Туранский

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
Свидетельства о регистрациях программ ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2023663850

**Определение скорости движения автомобиля по
видеозаписи, движущегося относительно статического
записывающего устройства**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Санкт-
Петербургский государственный архитектурно-
строительный университет» (RU)*

Авторы: *Ворожейкин Игорь Вячеславович (RU), Евтюков
Сергей Аркадьевич (RU), Евтюков Станислав Сергеевич (RU)*

Заявка № **2023663037**

Дата поступления **21 июня 2023 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **28 июня 2023 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2023614579

**Программный продукт для выполнения
автотехнической экспертизы на основе фото и
видеоматериалов**

Правообладатель: *Ворожейкин Игорь Вячеславович (RU)*

Автор(ы): *Ворожейкин Игорь Вячеславович (RU)*



Заявка № 2023613125

Дата поступления 21 февраля 2023 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 02 марта 2023 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Электронный документ подписан
Сертификат: 68b9507b4e429294e6bd324145e5c7
Инициалы: **Зубов Юлиан Сергеевич**
Действителен с 2016.05.02 по 26.05.2023

Ю.С. Зубов

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Свидетельство о поверке



СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Федеральное бюджетное учреждение "Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области" (ФБУ "Тест-С.-Петербург")
 RA.RU.311483
 наименование аккредитованного в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации юридического лица или индивидуального предпринимателя, выполнявшего поверку

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ № C-СП/14-06-2023/254190607

Действительно до 13.06.2024

Средство измерений Дальномеры лазерные; GLM 50 Professional и GLM 80 Professional; 50858-12
наименование и обозначение типа, модификация (при наличии) средства измерений, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, присвоенный при утверждении типа

заводской номер 308298381
заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение

в составе В полном объеме
наименование единиц, включен, дальномеров, на которых поверено средство измерений или которые исключены из поверки

поверено В полном объеме
наименование единиц, включен, дальномеров, на которых поверено средство измерений или которые исключены из поверки

в соответствии с тех. документация фирмы
наименование или обозначение документа, на основании которого выполнена поверка

с применением эталонов: 3.1.ZSP.0860.2015
регистрационные номера эталонов и (или) наименования и обозначения типов стандартных образцов и (или) средство измерений, заводские номера, обязательные требования к эталонам

при следующих значениях влияющих факторов: температура окр. воздуха 21 °С, относительная влажность 43 %, атмосферное давление 102,2 гПа
перечень влияющих факторов, при которых проводилась поверка, с указанием их значений

и на основании результатов периодической поверки признано пригодным к применению.

Постоянный адрес записи сведений о результатах поверки в ФИФ: https://fgis.gost.ru/fundmetrology/cm/results/254190607

Номер записи сведений о результатах поверки в ФИФ ОЕИ: 254190607

Поверитель Колодецкий М.В.
фамилия, инициалы

Знак поверки:



Начальник отдела № 437 [подпись] Трусов Н.П.
должность руководителя или другого уполномоченного лица фамилия, инициалы

Дата поверки 14.06.2023

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Сертификаты и дипломы об участиях в конкурсах





ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

191144, Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 20, литера А, этаж 01/21; 776-7160, факс (812) 576-7704
E-mail: kntsh@gov.spb.ru, http://www.gov.spb.ru

В соответствии с распоряжением
Комитета по науке и высшей школе
от 03.12.2020 № 255 «О присуждении в 2020 году премий
Правительства Санкт-Петербурга победителям конкурса грантов
для студентов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга,
аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов,
расположенных на территории Санкт-Петербурга»

Ворожейкин Игорь Вячеславович

**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»**

**является победителем конкурса грантов для студентов вузов,
расположенных на территории Санкт-Петербурга, аспирантов вузов,
отраслевых и академических институтов, расположенных
на территории Санкт-Петербурга, 2020 года**

категория: аспирант

тема проекта:

«Совершенствование метода проведения автотехнической экспертизы с целью
повышения безопасности дорожного движения в Санкт-Петербурге»

Председатель Комитета
по науке и высшей школе

А.С. Максимов



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Липецкий государственный технический университет»

СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

подтверждает, что

Ворожейкин Игорь Вячеславович

принял(а) участие

в Международной научно-практической конференции
«ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ» - ИИТТ'2022
20 - 21 апреля 2022 года

Ректор

П. В. Сараев

Липецк, 2022



Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»

Институт безопасности дорожного движения

СЕРТИФИКАТ

Настоящий сертификат подтверждает, что

Ворожейкин Игорь Вячеславович

принял участие в

**14-ой международной научно-практической конференции
«Организация и безопасность
дорожного движения в крупных городах»**

21-24 октября 2020 года

Директор института безопасности
дорожного движения СПбГАСУ
д.т.н., профессор



С.А. Евтюков

**Санкт-Петербург
2020**



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ


ОРЛОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени И.С. Тургенева

СЕРТИФИКАТ

подтверждает, что


Ворожейкин Игорь Вячеславович

принял участие в работе VI Международной научно-
практической конференции «Информационные технологии
и инновации на транспорте» 20 мая 2020 г. с докладом:

*«Определение расстояния до объекта по
фотоматериалам при реконструкции ДТП»*

Председатель
оргкомитета конференции
Врио ректора




А.А. Федотов

WWW.ORELUNIVER.RU

ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



СЕРТИФИКАТ

Победителя конкурса грантов СПбГАСУ
на выполнение студенческих НИР-2019

ВОРОЖЕЙКИН ИГОРЬ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

Тема НИР: Разработка методики проведения фото-видео
технической экспертизы при реконструкции ДТП
руководитель НИР - Евтюков Сергей Аркадьевич,
зав. кафедрой наземных транспортно-технологических машин

Проректор по научной работе



И.В. Дроздова

И.В. Дроздова