УДК 656.13

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ПОДСИСТЕМЫ ДОРОЖНОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В СОСТАВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Свистельников Антон Андреевич, заместитель начальника управления методологии интеллектуальных транспортных систем, ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия, E-mail: svistelnikovaa@rosdornii.ru

Малыхина Полина Вадимовна, начальник отдела научного обеспечения испытаний интеллектуальных транспортных систем, ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия, E-mail: malykhinapv@rosdornii.ru

Григорьева Аделина Маратовна, главный специалист отдела сопровождения стандартизации интеллектуальных транспортных систем, ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия, E-mail: zaharovaam@rosdornii.ru

Кумалов Тембулат Заурбекович, главный специалист отдела научного обеспечения испытаний интеллектуальных транспортных систем, ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия, E-mail: kumalovtz@rosdornii.ru

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена разработке методов испытаний подсистемы дорожного видеонаблюдения в составе интеллектуальных транспортных систем. Основное внимание уделено формированию подхода, позволяющего подтвердить выполнение подсистемой ее основных функций – формирование, передачу и отображение визуальной информации о дорожной обстановке. Предложена методика, основанная на определении зон обнаружения, распознавания и идентификации объектов наблюдения (пешеходов, транспортных средств и государственных регистрационных знаков) при соблюдении минимально необходимых технических характеристик оборудования. Результаты натурных испытаний, проведенных на пилотной зоне в Республике Татарстан, позволили установить количественные показатели зон наблюдения и оценить метрологические параметры погрешностей. Разработанный метод обеспечивает воспроизводимость результатов и может применяться при проектировании, вводе в эксплуатацию и эксплуатации подсистем дорожного видеонаблюдения.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, дорожное видеонаблюдение, методы испытаний, оценка соответствия, зоны наблюдения, погрешность измерений.

TEST METHODS FOR ASSESSING THE COMPLIANCE OF THE ROAD VIDEO SURVEILLANCE SUBSYSTEM AS PART OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

Anton A. Svistelnikov, deputy head of the department of methodology for intelligent transport systems, FAI «ROSDORNII», Moscow, Russia, E-mail: svistelnikovaa@rosdornii.ru

Polina V. Malykhina, head of the scientific support department for testing intelligent transport systems, FAI «ROSDORNII», Moscow, Russia, E-mail: malykhinapv@rosdornii.ru

Adelina M. Grigoreva, deputy head of the department of methodology for intelligent transport systems, FAI «ROSDORNII», Moscow, Russia, E-mail: zaharovaam@rosdornii.ru

Tembulat Z. Kumalov, chief specialist of the scientific support department for testing intelligent transport systems, FAI «ROSDORNII», Moscow, Russia, E-mail: kumalovtz@rosdornii.ru

АННОТАЦИЯ

The article is devoted to the development of methods for testing the road video surveillance subsystem as part of intelligent transport systems. The main focus is on creating an approach that allows for the confirmation of the subsystem's ability to

perform its main functions, which include the generation, transmission, and display of visual information about the road situation. A methodology has been proposed based on the definition of detection, recognition, and identification zones for surveillance objects (pedestrians, vehicles, and license plates) while maintaining the minimum required technical specifications for the equipment. The results of field tests conducted in a pilot zone in the Republic of Tatarstan have allowed for the quantification of surveillance zones and the assessment of metrological error parameters. The developed method ensures the reproducibility of results and can be used in the design, commissioning, and operation of road video surveillance systems.

Keywords: intelligent transport systems, road video surveillance, test methods, conformity assessment, surveillance zones, and measurement errors.

Введение

В настоящее время подсистема дорожного видеонаблюдения в составе интеллектуальных транспортных систем (далее – ИТС) является одной из наиболее востребованных [1]. По результатам проведенного мониторинга на 2025 год по количеству периферийного оборудования ИТС на автомобильных дорогах общего пользования с большим отрывом лидируют детекторы транспорта в составе подсистемы мониторинга параметров транспортных потоков (23,6 тысяч устройств или 23,27% от общего количества[1]), специальные технические средства, работающие в автоматическом режиме и имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи, для обеспечения контроля за дорожным движением в рамках работы подсистемы контроля соблюдения Правил дорожного движения и контроля транспорта (20,4 тысячи устройств или 20,11% от общего количества), а также – видеокамеры в составе подсистемы дорожного видеонаблюдения (20 тысяч устройств или 19,73% от общего количества). При этом подсистема дорожного видеонаблюдения может быть реализована в составе ИТС, либо как отдельный компонент. Платные автомобильные дороги общего пользования и значительная часть УДС почти полностью охвачены дорожным видеонаблюдением, что позволяет обеспечить непрерывный контроль за дорожно-транспортной обстановкой. Немаловажным является и тот факт, что подсистема видеонаблюдения является важным источником информации для смежных подсистем ИТС, а также внешних информационных систем.

Увеличение количества видеокамер дорожного видеонаблюдения в качестве периферийного оборудования ИТС влечет за собой повышение требований к качеству их функционирования. Для этого необходимо подтвердить соответствие функциональных и технических характеристик установленным требованиям. В соответствии с федеральным законом [2] одной из основных форм подтверждения соответствия являются испытания. Сами испытания – это экспериментальное определение характеристик свойств объекта испытаний. Оценка соответствия проводится путем сравнения полученных результатов испытаний с требованиями, предъявляемыми к объекту испытаний.

1. Определение методов испытаний подсистемы дорожного видеонаблюдения

Основной задачей подсистемы дорожного видеонаблюдения (далее – ПДВ) является формирование, передача и отображение визуальной информации о дорожной обстановке на участке автомобильной дороги. Видеоинформация формируется посредством видеокамеры и отражает сцену видеонаблюдения. Под сценой наблюдения понимается пространство в поле зрения видеокамеры, включая все находящиеся в нем статические и динамические объекты, ограниченное углом обзора объектива видеокамеры. Так как основным субъектом ПДВ является оператор, то визуализация видеоинформации происходит на устройствах отображения информации: индивидуального или коллективного пользования.

Таким образом, показателем качества процесса формирования, передачи и отображения

[1]Здесь и далее информация мониторинга, проведенного ФАУ «РОСДОРНИИ» в рамках работы по анализу развития интеллектуальных транспортных систем, оценке развития технологий и нормативного регулирования интеллектуальных транспортных систем Российской Федерации, актуальна на 15.09.2025

– мониторинг дорожно-транспортной ситуации на участке автомобильной дороги;
– выявление дорожных инцидентов в ручном режиме;
– выявление дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) в ручном режиме;
– визуальная оценка транспортно-эксплуатационного состояния участка автомобильной дороги;
– визуальная оценка опасных метеорологических явлений на участке автомобильной дороги [3].

В единственном действующем на сегодня нормативном документе, определяющем технические требования к ПДВ (ПНСТ 893-2023), для оценки качества функционирования подсистемы введен показатель – точность выявления дорожно-транспортных ситуаций в зоне наблюдения видеокамеры. Данный показатель был впервые введен в британском стандарте [4] на системы видеонаблюдения охранного назначения и в дальнейшем использован в европейском стандарте [5] на охранные системы видеонаблюдения. Суть метода заключается в установлении минимальных требований к разрешающей способности изображения в зависимости от целей наблюдения. В соответствии с этим подходом для различных уровней детализации активностей, таких как обнаружение (detect), наблюдение (observe), распознавание (recognise), идентификация (identify), проверка (inspect) и мониторинг (monitor) определяется количество пикселей на метр размера объекта, а также его высота в процентах от экрана. Эти параметры позволяют формализовать требования к качеству изображения и служат основой для проектирования и оценки систем видеонаблюдения (Таблица 1).

Таблица 1

Уровни детализации и соответствующие им требования к разрешению (по данным EN 501327)

Категория активности	Разрешение, %	1080P	720P	…	Мм/пиксель
Inspect	400	150	250	...	1
Identify	100	40	60	...	8
Recognise	50	20	30	...	16
Observe	25	10	15	...	40
Detect	10	10	10	...	80
Monitor	5	5	5	...	–

ФАУ «РОСДОРНИИ» в рамках работ по созданию системы оценки соответствия ИТС разрабатывает методы испытаний и проводит их натурную апробацию на пилотной зоне ИТС в Республике Татарстан [6]. При разработке методов испытаний для подтверждения соответствия ПДВ ИТС мы столкнулись с тем, что на практике применение метода оценки качества функционирования этой подсистемы на основе показателя, связанного с точностью выявления различных видов активности в зоне наблюдения видеокамеры на основе анализа количества пикселей экранов средств отображения информации на объект наблюдения, не пригоден для качественной оценки функционирования ПДВ по следующим причинам:

– метод ориентирован на охранные системы видеонаблюдения, а не на дорожные;
– не учитывается влияние внешних факторов на качество изображения;
– отсутствие инструментов для применения методики;
– подтвержденная испытаниями практическая нереализуемость.

Кроме того, жесткие критерии EN 50132-7, где каждый пиксель должен строго соответствовать заданному шаблону, не позволяют провести корректную оценку пограничных случаев, когда однозначное решение невозможно (например, человек стоит на границе зоны наблюдения). В то же время, именно такие граничные условия составляют значительную долю реальных сценариев в дорожном видеонаблюдении.

Тогда была поставлена цель – разработать достаточно простой, но эффективный метод оценки качества функционирования ПДВ, который можно применять на практике в натурных условиях без использования сложных методов и средств испытаний.

Для достижения этой цели были сформулированы несколько начальных условий:

– основными функциями ПДВ является формирование, передача и отображение визуальной информации о дорожной обстановке на участке автомобильной дороги;
– основные функции ПДВ направлена на человека-оператора;
– оператор ПДВ оценивает дорожно-транспортную ситуацию в зоне наблюдения видеокамеры на основании субъективных факторов;
– основные задачи в рамках работы оператора ПДВ направлены на выполнение задач, связанных с организацией и безопасностью дорожного движения, а также – с диспетчеризацией содержания автомобильных дорог.

Для эффективного выполнения своих задач оператор ПДВ должен иметь возможность в зоне наблюдения видеокамеры:

– определять дорожно-транспортную ситуацию на контролируемом участке автомобильной дороги;
– выявлять различные дорожные инциденты, в том числе ДТП, с участниками дорожного движения;
– определять существенные негативные факторы, влияющие на транспортно-эксплуатационное состояние дороги (снежные заносы, упавшие предметы на дорогу).

С практической точки зрения, перечисленные выше задачи связаны с наличием в зоне наблюдения пешеходов, транспортных средств или крупных предметов на проезжей части. При этом, для разных задач оператор должен определить наличие этих объектов наблюдения на сцене видеонаблюдения или различить какие-то их индивидуальные характеристики для принятия решения по применению соответствующего сценария управления.

Индивидуальные характеристики объектов наблюдения также можно категоризировать:

– по габаритам (посторонний предмет на проезжей части, пешеход, транспортное средство);
– по основной категории транспортного средства (мототранспортные средства, легковые автомобили, многоместные пассажирские транспортные средства, грузовые транспортные средства);
– по уникальным идентификационным признакам транспортного средства (государственный регистрационный номерной знак транспортного средства, далее – ГРЗ).

Очевидно, что объекты наблюдения и их индивидуальные характеристики на сцене видеонаблюдения будут определяться с заданным качеством на различном расстоянии от места установки видеокамеры. Тогда задача формирования показателей качества выполнения основных функций ПДВ сводится к определению дальности зон наблюдения для различных объектов наблюдения.

Для мониторинга дорожно-транспортной ситуации на контролируемом участке автомобильной дороги в первую очередь необходимо выявить на сцене видеонаблюдения объект наблюдения: пешехода, транспортное средство или крупный предмет на проезжей части. Наиболее уязвимым объектом из вышеперечисленных является пешеход [7]. Таким образом, если оператор сможет уверено определить, что на сцене видеонаблюдения находится объект, сопоставимый по своим габаритам с пешеходом, без дальнейшей его классификации по другим индивидуальным характеристикам, то можно утверждать, что он в состоянии выполнять задачу мониторинга дорожно-транспортной ситуации.

Для более детального описания дорожно-транспортной ситуации оператор должен на сцене видеонаблюдения определить существенные индивидуальные характеристики объекта наблюдения. Очевидно, что основным участником дорожного движения на автомобильной дороге является транспортное средство, которое можно распознать и идентифицировать по следующими основным признакам: класс транспортного средства по категориям и ГРЗ транспортного средства.

Если оператор ПДВ на средствах отображения информации уверено определяет категорию транспортного средства, стоящего или движущегося на сцене видеонаблюдения, то мы можем говорить о распознавании объекта наблюдения. Если же оператор может определить ГРЗ транспортного средства, то это уже идентификация транспортного средства.

При разработке методики оценки качества функционирования ПДВ необходимо четко определить, что понимается под «категорией транспортного средства», поскольку этот термин используется как ключевой признак для распознавания объектов на сцене наблюдения. В настоящее время действующие нормативные документы предлагают различные подходы к классификации транспортных средств, однако их прямое применение в системах видеонаблюдения не всегда целесообразно.

В соответствии с Техническими регламентами [8,9] транспортные средства делятся на 5 основных категорий (M, N, L, O, T) и 13 подкатегорий, не считая отдельных положений по прицепам и полуприцепам. В то же время, Федеральный закон о безопасности дорожного движения [10] устанавливает 10 категорий и 6 подкатегорий механических транспортных средств.

На сегодняшний день классификация транспортных средств осуществляется по следующим критериям:

- по коэффициенту приведения транспортного средства к легковому автомобилю – применяется в расчетах пропускной способности дорог;
- по количеству осей транспортного средства, а также расстояния между ними – для контроля нагрузки на дорожное покрытие и весового контроля;
- по габаритной длине транспортного средства – влияет на режимы движения, выбор полосы, безопасность маневрирования;
- по массе транспортного средства – определяет допустимые маршруты, ограничения по мостам и сезонности.

При этом, указанные нормативные документы не учитывают все транспортные средства, например, не классифицированы гужевой транспорт и средства индивидуальной мобильности.

Для решения задачи распознавания транспортного средства в рамках функционирования ПДВ габаритные размеры [11] (длина, ширина, высота) являются наиболее устойчивым и надежным признаком, поскольку они:

- сохраняются при изменении освещенности;
- могут быть оценены даже при частичном перекрытии объекта (например, деревьями или другими транспортными средствами);
- меняются пропорционально масштабированию изображения.
- Распознавание ГРЗ движущегося транспортного средства средствами видеонаблюдения в ручном режиме требует отличных психофизиологических качеств оператора (реакция, память, стрессоустойчивость и т.п.), превышающих способности среднего человека.

Все перечисленные выше задачи определения объекта наблюдения возможны только при выполнении минимально необходимых технических требований к оборудованию в составе ПДВ (видеокамерам, средствам отображения информации) и телекоммуникационным сетям, передающим видеосигнал.

Учитывая все вышеизложенное, сформулируем условия для применения метода испытаний, с учетом сделанных выше уточнений.

1. Оператор должен определять в зоне наблюдения следующие категории транспортных средств:

- средства индивидуальной мобильности (электросамокаты, электроскейтборды, гироскутеры, сигвеи, моноколеса и т.п.);
- мототранспортные средства (мотоциклы, мопеды, мотовелосипеды и т.п.);
- легковые транспортные средства;
- грузовые транспортные средства;
- пассажирский транспорт;

– специальный транспорт.

2. Оператор должен определять ГРЗ неподвижного или движущегося с минимальной скоростью транспортного средства.

3. Технические средства ПДВ должны иметь минимально необходимые технические характеристики, определенные в соответствии с требованиями ПНСТ 893-2023 [12] и практического опыта эксплуатации ПДВ, не ниже:

- разрешение видеокамеры – не менее 1080p;
- частота кадров – не менее 25 кадров в секунду;
- возможность изменения фокусного расстояния для настройки зон наблюдения;
- разрешение экрана средств отображения информации – не менее 1920x1080;
- частота обновления кадров – не менее 60 Гц.

Для удобства введем новые понятия:

1. Зона обнаружения – участок сцены видеонаблюдения, характеризующийся расстоянием от места установки видеокамеры до объекта наблюдения, на котором оператор может визуально определить наличие объекта наблюдения без детального описания его характеристик.
2. Зона распознавания – участок сцены видеонаблюдения, характеризующийся расстоянием от места установки видеокамеры до объекта наблюдения, на котором оператор может визуально определить категорию объекта наблюдения.
3. Зона идентификации – участок сцены видеонаблюдения, характеризующийся расстоянием от места установки видеокамеры до объекта наблюдения, на котором оператор может визуально определить уникальные идентификационные признаки объекта наблюдения.

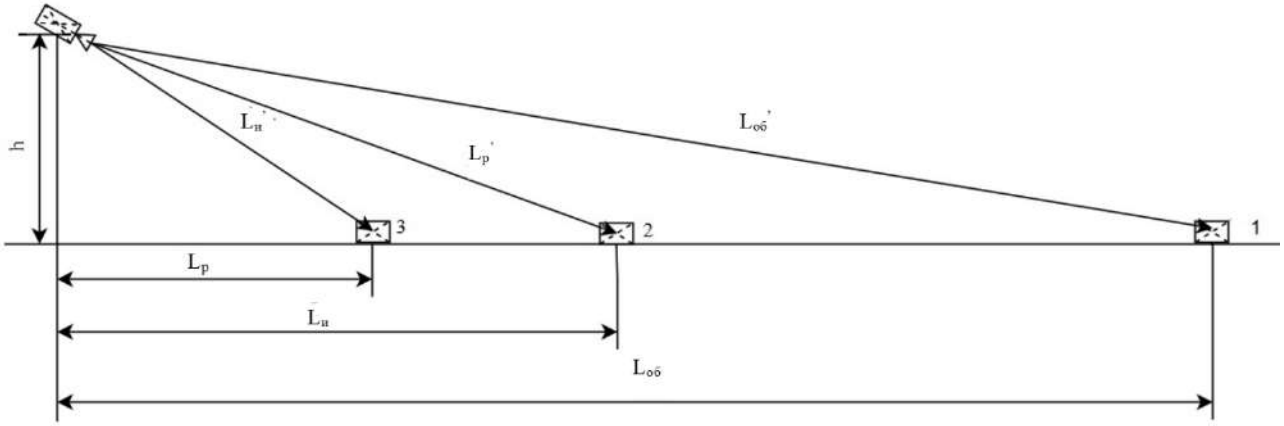

Рис 1. – Общая схема определения расстояний для каждой из зон

Обозначения на рисунке:

- 1 – объект наблюдения в зоне обнаружения;
- 2 – объект наблюдения в зоне распознавания;
- 3 – объект наблюдения в зоне идентификации;
- Lоб’ – расстояние от видеокамеры до объекта наблюдения в зоне обнаружения;
- Lр’ – расстояние от видеокамеры до объекта наблюдения в зоне распознавания;
- Lи’ – расстояние от видеокамеры до объекта наблюдения в зоне идентификации;
- Lоб – дальность зоны обнаружения;
- Lр – дальность зоны распознавания;
- Lи – дальность зоны идентификации;
- h – высота установки камеры.

Таким образом, оператор должен иметь возможность качественно определить:

- в зоне обнаружения – наличие пешехода;
- в зоне распознавания – категорию транспортного средства;
- в зоне идентификации – ГРЗ неподвижного (или медленно движущегося) транспортного средства.

По результатам натурных испытаний, проведенных ФАУ «РОСДОРНИИ» в 2025 году на пилотной зоне ИТС в Республике Татарстан, были определены количественные характеристики зон наблюдения при выполнении минимальных требований к оборудованию ПДВ:

– дальность зоны обнаружения – не менее 250 метров;
– дальность зоны распознавания – не менее 90 метров;
– дальность зоны идентификации – не менее 10 метров.

Испытания проводились в нормальных условиях [13]:

– при освещенности, соответствующей дневному времени суток (диапазон освещенности 10 000 – 100 000 лк);
– при хорошей метеорологической дальности видимости (более 200 м).

Погрешность испытаний составила:

– для зоны обнаружения ± 10 метров;
– для зоны распознавания ± 5 метров;
– для зоны идентификации ± 1 метр.

Таким образом, для оценки соответствия ПДВ в части выполнения основной функции по формированию, передаче и отображению визуальной информации о дорожной обстановке, необходимо провести испытания по следующему алгоритму (Рисунок 1).

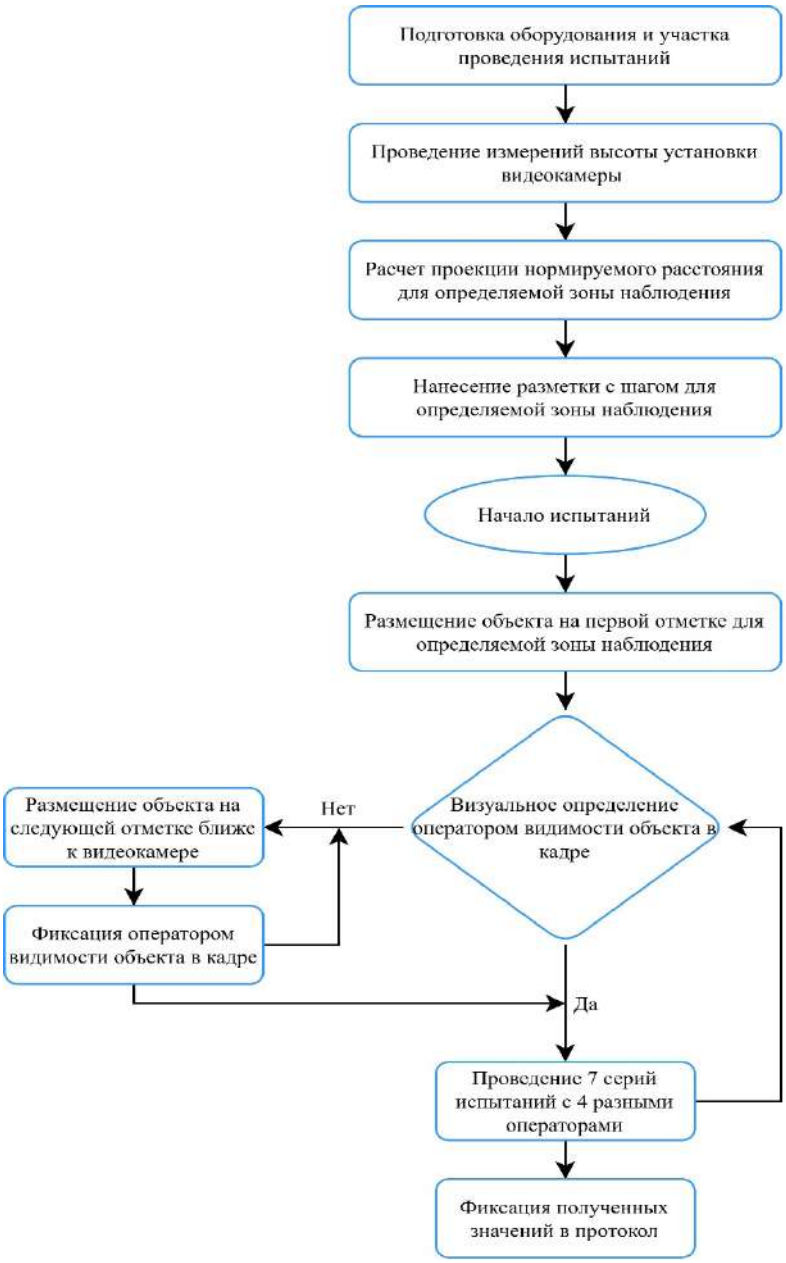

Рис 2. – Алгоритм проведения испытаний

Следует отметить, что оценка качества распознавания объектов наблюдения является субъективной, поскольку основана на визуальном анализе видеоизображения оператором. Это вносит значительную долю случайной погрешности, обусловленную индивидуальными психофизиологическими особенностями оператора: скоростью реакции, внимательностью, утомляемостью, а также интерпретацией пограничных ситуаций (например, частичное перекрытие объекта, низкая контрастность, динамические помехи). Даже при одинаковых условиях наблюдения разные операторы могут давать несовпадающие оценки, что снижает повторяемость результата. Для минимизации влияния субъективного фактора и повышения надежности данных применяется многократное проведение испытаний с последующей статистической обработкой.

Для обработки результатов испытаний принимается допущение, что угол установки столба по отношению к поверхности дороги составляет 90°. Тогда нормируемое расстояние до объекта наблюдения в каждой из зон рассчитывается по известной теореме Пифагора для прямоугольного треугольника:

$$L'^2 = L^2 + h^2, \quad (1)$$

Применительно к рисунку формула (1) принимает следующий вид для каждой из зон:

$$L' = \sqrt{L^2 + h^2}, \quad (2)$$

где L' – нормируемое расстояние от места установки видеокамеры до объекта наблюдения;
L – дальность зоны наблюдения (проекция нормируемого расстояния);
h – высота установки камеры.

Обработка результатов испытаний проводится в целях получения статистически достоверной информации. Статистическая обработка результатов выполняется в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 [14] в следующей последовательности:

– исключают известные систематические погрешности из результатов измерений;
– вычисляют оценку измеряемой величины;
– вычисляют среднее квадратическое отклонение результатов измерений;
– проверяют наличие грубых погрешностей и при необходимости исключают их;
– проверяют гипотезу о принадлежности результатов измерений нормальному распределению;
– вычисляют доверительные границы случайной погрешности (доверительную случайную погрешность) оценки измеряемой величины;
– вычисляют доверительные границы (границы) неисключенной систематической погрешности оценки измеряемой величины;
– вычисляют доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины.
–

Систематическая погрешность возникает при проведении испытаний вследствие наличия погрешности средства измерения (лазерная рулетка, курвиметр) и погрешности нанесения линейной разметки.

Систематическая погрешность измерений рассчитывается по формуле:

$$\Delta = (L * \delta_{\text{си}}) + \delta_{\text{лр}}, \quad (2)$$

где – погрешность результатов измерения, м;
L – дальность зоны наблюдения (проекция нормируемого расстояния);
$\delta_{\text{си}}$ – погрешность средства измерения;
$\delta_{\text{лр}}$ – погрешность линейной разметки, м.

По результатам испытаний, проведенных ФАУ «РОСДОРНИИ», погрешность результатов измерения укладывается в доверительную вероятность 0,95.

Оценка измеряемой величины и среднее квадратическое отклонение рассчитывается для результатов измерений в серии испытаний. Количество испытаний в серии должно составлять не менее 7, в таком случае можно принять, что распределение случайной величины происходит по закону Стьюдента (t – распределение).

В случае обнаружения грубых погрешностей, их исключение производится с использованием критерия Граббса, который позволяет выявить выбросы в выборке при уровне значимости α=0,05.

Валидация результатов испытаний проводится на основании сопоставления результатов испытаний ПДВ и значений ее основных характеристик с установленными требованиями.

Если функции и ее характеристики описаны в технической документации и подтверждаются выполнением основной задачи подсистемы с качеством, позволяющим оператору обнаружить объект, сопоставимый по размерам с пешеходом, распознать категорию транспортного средства или идентифицировать ГРЗ, в соответствующих зонах наблюдения, причем требования к дальности каждой зоны выполняются в пределах нормируемых значений, испытания считаются пройденными.

Если функции и ее характеристики описаны в технической документации, но качество выполнения не позволяет оператору достоверно выполнить хотя бы одну из указанных задач, а требования к дальности хотя бы одной зоны наблюдения не соответствуют нормируемым значениям, испытания считаются не пройденными.

В случаях, когда особенности назначения или конфигурации установки видеокамеры объективно не позволяют обеспечить наблюдение в одной или двух зонах (например, из-

за особенностей размещения оборудования или ограниченного сектора обзора), испытания проводятся в пределах зон, доступных для наблюдения, при условии соблюдения нормируемых значений для этих зон.

Заключение

Предложенный подход к подтверждению соответствия основных функций ПДВ по формированию, передаче и отображению визуальной информации о дорожной обстановке представляет собой практически применимую, объективную и воспроизводимую методологию, адаптированную к условиям эксплуатации современных ИТС.

В рамках метода реализован принцип постепенной декомпозиции оценки: от обнаружения объекта (например, пешехода) до его распознавания (по категории транспортного средства) и, при необходимости, идентификации (по ГРЗ). Особое внимание уделено обоснованности метрологической составляющей: учет систематических погрешностей измерений (средств измерения, линейной разметки), применение t-распределения Стьюдента для малых выборок и использование доверительных интервалов для повышения надежности результатов. Это обеспечивает статистическую достоверность даже при ограниченном числе испытаний, что важно для испытаний компонентов ИТС в натурных условиях.

Разработанный метод испытаний позволяет проводить оценку качества функционирования ПДВ на различных стадиях ее жизненного цикла: при проектировании, вводе в эксплуатацию, техническом обслуживании и модернизации.

Список использованной литературы

1. Кирьян И. В., Трепалин В. А. Интеллектуальные транспортные системы видеонаблюдения: обзор литературы // *StudNet*. – 2022. – № 4. [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-transportnye-sistemy-videonablyudeniya-obzor-literatury (дата обращения: 28.11.2025).
2. О техническом регулировании: федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 25.12.2023) [Электронный ресурс]. – Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
3. Жанказиев С. В. Разработка проектов интеллектуальных транспортных систем: учеб. пособие. – М.: МАДИ, 2016. – 104 с. – EDN VUOCCP.
4. Alarm Systems – CCTV Surveillance Systems for Use in Security Applications – Part 7: Application Guidelines (BSI BS EN 50132-7). – British Standards Institution (BSI).
5. *Alarm system – CCTV surveillance systems for use in security applications – Part 7: Application guidelines* (EN 50132-7). – European Committee for Standardization (CEN).
6. Свистельников А. А., Ковешников А. А., Феофанов В. В., Малыхина П. В. Востребованность испытаний и исследований интеллектуальных транспортных систем и отдельных ее элементов // *Вестник НЦ БЖД*. – 2024. – № 3 (61). – С. 87–95.
7. T. Gandhi and M. M. Trivedi, “Pedestrian protection systems: Issues, survey, and challenges,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 8, no. 3, pp. 413–430, 2007. DOI: 10.1109/TITS.2007.903444.
8. О безопасности колесных транспортных средств: реш. Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 877 (ред. от 27.09.2023) (ТР ТС 018/2011) [Электронный ресурс]. – URL: https://legalacts.ru/doc/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n-877-o/ (дата обращения: 21.08.2025).
9. О безопасности автомобильных дорог: реш. Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 № 827 (ред. от 12.10.2015) (ТР ТС 014/2011) [Электронный ресурс]. – URL: https://legalacts.ru/doc/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-18102011-n-827-o/(дата обращения: 21.08.2025).
10. О безопасности дорожного движения: федер. закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 07.07.2025) [Электронный ресурс]. – Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
11. Свистельников А. А., Ковешников А. А., Феофанов В. В., Малыхина П. В., Торопов Н. Ю. Экспериментальное обоснование подходов к формированию методики испытаний подсистемы мониторинга параметров транспортного потока // *Дороги и мосты*. – 2024. – № 52/2. – С. 287–305.

12. ПНСТ 893-2023. Интеллектуальные транспортные системы. Подсистема видеонаблюдения и детектирования дорожно-транспортных происшествий и чрезвычайных ситуаций. Общие технические требования [Электронный ресурс] // Росстандарт. – URL: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/gost/ (дата обращения: 08.09.2025).
13. ГОСТ Р 51672-2000. Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. – М.: Госстандарт России, 2000. – 19 с.
14. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2011. – 4 с.