
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСТ Р
(ПРОЕКТ,
ПЕРВАЯ
РЕДАКЦИЯ) –
2024**

**СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ**

**Алгоритмы искусственного интеллекта для оценки
эксплуатационного состояния автомобильной дороги. Методы
испытаний**

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «А+С Транспроект» (ООО «А+С Транспроект»), Обществом с ограниченной ответственностью «А-Я эксперт» (ООО «А-Я эксперт»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 164 «Искусственный интеллект»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от ____ . ____ . ____ № ____ -ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru).

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 202_

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	3
4 Сокращения	3
5 Общие требования	3
6 Существенные факторы эксплуатации Алгоритмов искусственного интеллекта	4
7 Принципы разметки тестовых наборов данных	9
7.1 Разработка Методики подготовки тестовых наборов данных	9
7.2 Создание онтологии существенных факторов эксплуатации	10
7.3 Сбор и разметка тестовых наборов данных	11
7.4 Требования к разметке объектов распознавания	13
8 Весовые коэффициенты для оценки Алгоритмов искусственного интеллекта	15
9 Тестовые наборы данных	18
9.1 Общие положения	18
9.2 Требования к представительности тестовых наборов данных	18
9.3 Демонстрационный тестовый набор данных	19
9.4 Принципы расширения тестовых наборов данных	20

Введение

Настоящий стандарт определяет основные положения и методы испытаний алгоритмов искусственного интеллекта для оценки эксплуатационного состояния автомобильных дорог (далее — алгоритмы ИИ), функционирующие в составе систем управления интеллектуальной транспортной инфраструктуры (СУИТИ).

Технологии ИИ открывают широкие возможности для повышения безопасности дорожного движения, оптимизации управления дорожным движением и обеспечения эффективного содержания автомобильных дорог. Настоящий стандарт направлен на создание основы для использования Алгоритмов ИИ, позволяющих оценивать эксплуатационное состояние автомобильных дорог и принимать обоснованные решения по техническому обслуживанию, ремонту и модернизации транспортной инфраструктуры.

Использование Алгоритмов ИИ для оценки эксплуатационного состояния автомобильных дорог позволяет транспортным службам выявлять потенциальные опасности, определять участки, требующие немедленного внимания, и оптимизировать распределение ресурсов на техническое обслуживание. Такой подход не только способствует повышению безопасности дорожного движения, но и обеспечивает экономное и эффективное управление автомобильными дорогами, что выгодно как участникам дорожного движения, так и транспортным ведомствам.

Настоящий стандарт описывает методы испытаний для оценки аспектов функционирования Алгоритмов ИИ. Принятие стандартизированных процедур испытаний позволяет проводить последовательную и объективную оценку, способствуя разработке надежных и прочных решений на основе ИИ для управления автомобильными дорогами.

Обеспечивая структурированный подход к оценке Алгоритмов ИИ, настоящий стандарт направлен на повышение безопасности дорожного движения, оптимизацию управления дорожным движением и содействие развитию интеллектуальных транспортных систем (ИТС), устойчивых, стабильных и способных решать задачи обеспечения мобильности. Стандарт служит важным методическим материалом для заинтересованных сторон, участвующих во внедрении и развитии технологий ИИ в управлении дорожно-транспортной инфраструктурой.

**СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ**

**Алгоритмы искусственного интеллекта для оценки
эксплуатационного состояния автомобильной дороги.
Методы испытаний**

Дата введения — __-__-__

1 Область применения

Настоящий стандарт направлен на определение основных требований к испытанию Алгоритмов ИИ в системах управления движением транспортных средств. Эти Алгоритмы ИИ служат двойной цели: они не только облегчают управление высокоавтоматизированными и беспилотными транспортными средствами, но и позволяют отслеживать и контролировать состояние объекта распознавания, то есть светофора, с помощью технологий V2X-взаимодействия.

Стандарт распространяется на Алгоритмы ИИ в системах управления движением транспортных средств. Эти системы работают на высокоавтоматизированных и беспилотных транспортных средствах как в городских агломерациях, так и на автомагистралях вне населенных пунктов, и направлены на повышение безопасности движения, оптимизацию управления дорожным движением и эффективное управление беспилотными транспортными средствами за счет принятия решений на основе ИИ.

Заинтересованные стороны, занимающиеся разработкой, внедрением и тестированием Алгоритмов ИИ, а также технологий V2X-взаимодействия, должны придерживаться стандартизованных требований, определенных в настоящем стандарте. Соблюдение этих требований способствует созданию надежных и безопасных

систем управления движением транспортных средств на основе технологий ИИ, повышению безопасности дорожного движения и эффективной интеграции технологий ИИ в ИТС.

2 Нормативные ссылки

ГОСТ Р 7.32—2017 Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 50597—2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.

ГОСТ Р 59276—2020 Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения.

ГОСТ Р 70250—2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Варианты использования и состав функциональных подсистем искусственного интеллекта.

ГОСТ Р 70252—2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов низкоуровневого слияния данных.

П р и м е ч а н и е — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

3.1 **воспринимаемая сцена:** Кадр, попадающий в створ видеокамеры, установленной на ТС, на котором отображается окружающее ТС пространство.

4 Сокращения

4.1 **ДТНД:** Демонстрационный тестовый набор данных.

4.2 **ИИ:** Искусственный интеллект.

4.3 **ИТС:** Интеллектуальная транспортная система.

4.4 **ОР:** Объект распознавания.

4.5 **ТС:** Транспортное средство.

4.6 **СИИ:** Система ИИ.

4.7 **СФЭ:** Существенный фактор эксплуатации.

5 Общие требования

5.1 Испытания Алгоритмов ИИ имеют целью укрепление доверия к СИИ, как определено в ГОСТ Р 59276.

5.2 ГОСТ Р 70250 содержит общие требования и принципы проведения испытаний, а также указывает на общие требования к тестированию Алгоритмов ИИ.

5.3 Испытательная организация, занимающаяся тестированием Алгоритмов ИИ, должна использовать показатели и критерии, утвержденные в разд. 8 ГОСТ Р 70250, для оценки качества Алгоритмов ИИ.

5.4 ОР для Алгоритмов ИИ являются дефекты на автомобильных дорогах, выявляемые с использованием средств визуального восприятия в составе системы управления движением ТС.

5.5 Для повышения значений показателей качества Алгоритмов ИИ они могут использовать дополнительные данные для обнаружения и распознавания ОР на автомобильных дорогах.

Эти данные могут поступать из различных источников, включая (но не ограничиваясь):

а) автоматизированные системы мониторинга состояния искусственных сооружений;

б) цифровые двойники автомобильных дорог;

в) данные, собираемые подсистемами ИТС в рамках мониторинга состояния автомобильных дорог.

5.6 Для улучшения показателей качества Алгоритмов ИИ можно использовать технологию низкоуровневого слияния данных, также известную как мультисенсорная интеграция. Если Алгоритмы ИИ применяют такие технологии, то испытания должны соответствовать требованиям, изложенным в ГОСТ Р 70252.

6 Существенные факторы эксплуатации

Алгоритмов искусственного интеллекта

6.1 Существенные факторы эксплуатации (СФЭ) оказывают влияние на работу Алгоритмов ИИ, определяя ОР или их окружение. Они также могут вносить изменения во входные данные Алгоритмов ИИ, что важно для выходных результатов работы Алгоритмов ИИ.

6.2 СФЭ могут относиться к:

а) воспринимаемой Алгоритмами ИИ сцене целиком;

б) каждому отдельному ОР в частности.

6.3 Каждому из СФЭ соответствует набор потенциальных значений. Каждая сцена или ОР может быть ассоциирован только с одним конкретным значением какого-либо СФЭ. Имея в виду это, значения СФЭ взаимоисключают друг друга в контексте конкретной сцены или объекта.

6.4 Каждой сцене в целом и каждому отдельному ОР на ней приписывается набор значений для всех выделенных СФЭ, предназначенных для Алгоритмов ИИ.

6.5 Классы ОР — главный СФЭ. Для Алгоритмов ИИ классы ОР определяются по ГОСТ Р 50597 (прил. А, табл. А.1, А.2).

6.6 СФЭ для сцены в целом:

а) баланс света и тени;

- б) время суток;
- в) засветка;
- г) направление движения ТС;
- д) осадки;
- е) освещённость;
- ж) плотность потока ТС;
- и) полоса движения ТС;
- к) состояние дорожного полотна;
- л) тип освещённости.

6.7 СФЭ для отдельных ОР:

- а) тип ОР по ГОСТ Р 50597 (прил. А, табл. А.1, А.2);
- б) размер ОР;
- в) нахождение ОР по отношению к ТС;
- г) расстояние от ТС до ОР;
- д) частичное перекрытие ОР ТС.

6.8 В целях тестирования Алгоритмов ИИ могут применяться дополнительные СФЭ, не перечисленные в п. 6.6 и п. 6.7.

6.9 Значения СФЭ «Баланс света и тени»:

- а) тень — ОР находится полностью в тени.
- б) свет — ОР полностью освещён.
- в) смешанное — ОР находится частично в тени, частично освещён.

6.10 Значения СФЭ «Время суток»:

- а) день;
- б) сумерки;
- в) ночь.

6.11 Значения СФЭ «Засветка»:

а) да — на сцене присутствует засветка от ярких источников внешнего освещения (произвольной природы — естественного или искусственного);

б) нет.

6.12 Значения СФЭ «Направление движения ТС»:

а) налево — ОР наблюдается с ракурса, при котором ТС поворачивает налево;

б) прямо — ОР наблюдается с ракурса, когда ТС движется прямо;

в) направо — ОР наблюдается с ракурса, при котором ТС поворачивает направо.

6.13 Значения СФЭ «Осадки»:

а) нет;

б) дождь — капли дождя не мешают распознавать ОР на воспринимаемой сцене;

в) сильный дождь — потоки воды от дождя мешают распознавать ОР на воспринимаемой сцене;

г) морось — многочисленные капельки воды могут искажать воспринимаемую сцену;

д) туман — взвешенная смесь водного пара мешает воспринимать ОР на сцене;

е) снег — снежинки не мешают распознавать ОР на воспринимаемой сцене;

ж) сильный снег — снегопад мешает распознавать ОР на воспринимаемой сцене.

6.14 Значения СФЭ «Освещённость»:

а) яркое солнце — ясная погода, на небе нет облачности, либо она спорадическая;

б) рассеянное солнце — на небе отдельные кучевые облака, солнце за облаком;

в) тень — небо полностью затянуто тучами, пасмурно, светлое время суток;

г) натриевая лампа — искусственное освещение в тёмное время суток при помощи натриевых светильников («жёлтый» свет).

д) светодиодная лампа — искусственное освещение в тёмное время суток при помощи светодиодных светильников (яркий «белый» свет).

е) ближний свет фар — внешнего искусственного освещения на автомобильной дороге нет, используется ближний свет фар ТС;

ж) дальний свет фар — внешнего искусственного освещения на автомобильной дороге нет, используется дальний свет фар ТС;

и) нет освещения — освещение отсутствует полностью в сумеречное или тёмное время суток.

6.15 Значения СФЭ «Плотность потока ТС»:

а) поток отсутствует — на воспринимаемой сцене отсутствуют другие ТС;

б) низкая — на воспринимаемой сцене присутствуют отдельные ТС;

в) средняя — большая часть автомобильной дороги в попутном направлении на воспринимаемой сцене занята ТС;

г) высокая — вся воспринимаемая автомобильная дорога в попутном направлении занята ТС.

6.16 Значения СФЭ «Полоса движения ТС»:

а) крайняя левая — ТС движется по крайней левой полосе, воспринимаемые ОР находятся преимущественно справа от ТС;

б) средняя — ТС движется по средним полосам или посередине проезжей части, воспринимаемые ОР находятся со всех сторон;

в) крайняя правая — ТС движется по крайней правой полосе, воспринимаемые ОР находятся преимущественно слева от ТС.

6.17 Значения СФЭ «Состояние дорожного полотна»:

а) сухое — дорожное покрытие сухое;

б) мокрое — дорожное покрытие мокрое (независимо от источника влаги);

в) покрыто снегом — дорожное покрытие в снегу.

6.18 Значения СФЭ «Тип освещённости»:

а) естественная;

б) искусственная.

6.19 Значения СФЭ «размер ОР»:

а) небольшой — линейный размер ОР не превышает 0.5 м по всем измерениям;

б) средний — линейный размер ОР больше 0.5 м хотя бы по одному измерению, но не превышает 1.5 м по всем измерениям;

в) большой — линейный размер ОР больше 1.5 м по любому измерению.

6.20 Значения СФЭ «Нахождение ОР по отношению к ТС»:

а) слева — ОР находится слева от центра воспринимаемой сцены;

б) напротив — ОР находится по центру от воспринимаемой сцены, то есть центральная линия сцены либо пересекает ОР, либо ОР находится в центральной области воспринимаемой сцены, границы которой отходят от центральной линии не более чем на 10 % от ширины сцены в каждую сторону;

в) справа — ОР находится справа от центра воспринимаемой сцены.

6.21 Значения СФЭ «Расстояние от ТС до ОР»:

а) небольшое — ОР находится прямо непосредственно перед ТС;

б) среднее — расстояние ОР от ТС примерно 10 м или менее, но не непосредственно перед ТС;

в) большое — расстояние ОР от ТС более 10 м.

6.22 Значения СФЭ «Частичное перекрытие ОР ТС»:

а) нет — ОР полностью воспринимается, на нем нет ТС;

б) да — ОР воспринимается частично из-за перекрытия его ТС.

6.23 При тестировании Алгоритмов ИИ могут применяться значения СФЭ, дополнительные к множествам значений, перечисленных в п. 6.9 — п. 6.22.

7 Принципы разметки тестовых наборов данных

7.1 Разработка Методики подготовки тестовых наборов данных

7.1.1 Организация, занимающаяся проведением испытаний Алгоритмов ИИ, должна создать и представить документ под названием «Методика подготовки тестовых наборов данных для испытаний частных алгоритмов искусственного интеллекта» (далее — Методика).

7.1.2 Оформление Методики осуществляется по ГОСТ Р 7.32.

7.1.3 Структура Методики состоит из следующих разделов:

- а) Общее описание Методики;
- б) Определение входов и выходов алгоритма искусственного интеллекта;
- в) Выявление существенных факторов эксплуатации;
- г) Подготовка тестового набора данных;
- д) Разметка тестового набора данных;
- е) Требования к тестовому набору данных;
- ж) Пример разметки графического изображения.

7.1.4 Раздел «Общее описание Методики» требует включения обзора целей и области применения Методики, а также предоставления краткого введения в ее структуру и основные принципы, целью которых является обеспечение точности и надежности процесса тестирования Алгоритмов ИИ.

7.1.5 Раздел «Определение входов и выходов алгоритма искусственного интеллекта» должен содержать принципы, которые обеспечивают ясное определение входных данных и ожидаемых результатов работы Алгоритмов ИИ, что способствует четкому пониманию их функциональности.

7.1.6 Раздел «Выявление существенных факторов эксплуатации» должен подробно описывать процесс выявления и классификации СФЭ, которые могут оказывать влияние на функционирование Алгоритмов ИИ.

7.1.7 Раздел «Подготовка тестового набора данных» должен содержать рекомендации по созданию тестовых наборов данных, включая методику сбора, организацию и структурирование графических изображений и связанных с ними атрибутов, учитывая выявленные СФЭ.

7.1.8 Раздел «Разметка тестового набора данных» должен включать описание принципов аннотирования ОР на графических изображениях, в том числе установление связи с СФЭ и определение значений этих СФЭ для каждого ОР.

7.1.9 Раздел «Требования к тестовому набору данных» должен содержать рекомендации относительно объема, разнообразия и представительности наборов тестовых данных, а также критериев их отбора, чтобы гарантировать достоверность и обширность проведения испытаний.

7.1.10 Раздел «Пример разметки графического изображения» должен содержать образцы аннотирования графического изображения в соответствии с принципами и требованиями, изложенными в Методике.

7.2 Создание онтологии существенных факторов эксплуатации

7.2.1 Для проведения разметки тестовых наборов данных рекомендуется использовать базовую версию онтологии СФЭ, которая представлена в разд. 6.

7.2.2 При создании онтологии СФЭ важно провести всесторонний обзор и анализ всех возможных факторов

эксплуатации, которые могут влиять на работу Алгоритмов ИИ. Онтология должна охватывать широкий спектр переменных и условий, чтобы обеспечить достоверное моделирование реальной среды, в которой Алгоритмы ИИ будут функционировать.

7.2.3 Создание онтологии СФЭ требует систематической классификации факторов в соответствии с их типами и характеристиками. Каждый фактор должен быть четко определен, организован и связан с соответствующими вариациями значений.

7.2.4 Онтология СФЭ должна предоставить полный набор возможных значений для каждого СФЭ. Это включает в себя широкий спектр вариаций, отражающих разнообразие сценариев, влияющих на работу Алгоритмов ИИ.

7.2.5 Каждый СФЭ должен четко коррелировать с ОР, на которые он оказывает влияние. Онтология СФЭ должна определить, какие СФЭ могут повлиять на различные аспекты обнаружения и распознавания ОР.

7.2.6 Онтология СФЭ должна обладать гибкостью и возможностью расширения, чтобы учитывать изменения в окружающей среде работы Алгоритмов ИИ и появление новых СФЭ. Это гарантирует актуальность и долгосрочное использование онтологии.

7.2.7 Онтологию СФЭ следует подвергнуть валидации и проверке на соответствие реальным сценариям. Участие экспертов в области искусственного интеллекта и транспорта содействует точности и надежности этой онтологии.

7.2.8 Онтология СФЭ должна быть разработана с соблюдением стандартов и принципов открытости, что упрощает обмен информацией и сотрудничество между заинтересованными сторонами.

7.2.9 Онтология СФЭ должна быть подробно документирована с четкими определениями СФЭ и их значений, а также быть доступной для использования и обновления.

7.3 Сбор и разметка тестовых наборов данных

7.3.1 Тестовые наборы данных должны включать все выявленные СФЭ, представленные в онтологии. Аннотирование объектов распознавания с соответствующими значениями СФЭ обеспечивает репрезентативность наборов данных.

7.3.2 Элементы данных следует извлекать из реальных сценариев применения Алгоритмов ИИ. Для достижения точного моделирования условий, изображения и контекст должны соответствовать реальным рабочим ситуациям.

7.3.3 Тестовые наборы данных должны содержать разнообразные варианты значений СФЭ, отражая сложные и изменчивые условия. Тестирование должно охватывать различные сценарии, включая крайние и нетипичные ситуации.

7.3.4 Каждый ОР должен быть аннотирован для точного выделения. Применение онтологии СФЭ обеспечивает систематическое и однозначное присвоение значений СФЭ каждому аннотированному ОР.

7.3.5 Значения СФЭ должны точно соответствовать конкретным ОР. Процесс разметки включает присвоение аннотированным ОР корректных значений СФЭ из онтологии, обеспечивая адекватность контекста.

7.3.6 Разметка данных должна основываться на объективных критериях и методах. Тестовые данные должны быть размечены в соответствии с принципами, обеспечивающими единообразие и непротиворечивость.

7.3.7 Тестовые наборы данных должны охватывать разнообразные сценарии, включая различные погодные условия, освещённость, плотность движения и другие переменные, влияющие на работу Алгоритмов ИИ.

7.3.8 Тестовые наборы данных должны регулярно обновляться, учитывая изменения СФЭ, связанные со средой и сценариями. Разметка данных должна оставаться актуальной и соответствовать новым условиям.

7.3.9 Размеченные тестовые наборы данных должны позволять анализировать работу Алгоритмов ИИ в различных сценариях, и принципиальные выводы должны формироваться на основе обширного анализа этих данных.

7.3.10 Разметка данных должна проходить процедуры валидации и верификации, что гарантирует соответствие данных установленным стандартам и подтверждает их точность и надежность.

7.3.11 Процесс разметки данных и сами тестовые наборы данных должны быть подробно задокументированы. Тестовые

наборы данных должны храниться и быть доступными для проверки и анализа.

7.4 Требования к разметке объектов распознавания

7.4.1 Для разметки ОР на изображениях, предпочтительно использовать полигоны, при этом возможно использовать линии для линейных ОР.

7.4.2 Все ОР на воспринимаемой сцене должны быть размечены, независимо от их расположения на проезжей части, будь то попутная, конкурирующая или встречная полоса движения.

7.4.3 Если ОР перекрываются другими объектами, независимо от того, подлежат они аннотированию или нет, разметка данных должна учитывать видимые части ОР, чтобы обеспечить корректное распознавание даже в случае частичного перекрытия.

7.4.4 Разметка ОР требует высокой точности и соответствия геометрическим параметрам. Полигоны или линии, использованные для разметки, должны плотно прилегать к контурам ОР на изображениях, минимизируя перекрытия и зазоры.

7.4.5 Размечать ОР, находящиеся на поворотах, изгибах дороги или под влиянием других аномалий, необходимо с учетом особенностей их геометрии, чтобы точно описать их форму и положение.

7.4.6 Разметка ОР должна быть согласованной, учитывая искажения, вызванные углом наблюдения и ориентацией камеры. Она должна отражать ОР так, как они воспринимаются в реальных условиях, учитывая все визуальные искажения.

7.4.7 Каждому ОР необходимо приписать соответствующие значения СФЭ из созданной онтологии СФЭ.

7.4.8 Разметка ОР должна быть единообразной внутри одного набора данных, обеспечивая сопоставимость результатов и объективную оценку Алгоритмов ИИ. При изменении условий, таких как освещенность или другие СФЭ, разметка должна быть скорректирована для поддержания согласованности.

7.4.9 При разметке ОР, находящегося рядом с другими объектами или имеющего сложную структуру, важно учитывать контекст вокруг него. Это позволяет предоставить полную

информацию о его положении и отношении к окружающим элементам.

7.4.10 Разметка ОР должна быть устойчивой к возможным искажениям и артефактам, которые могут возникнуть в процессе сбора данных или обработки изображений. Это обеспечит адекватное представление ОР даже в условиях шума или деформации.

7.4.11 Разметка ОР должна быть проверена на согласованность и корректность с участием независимых экспертов или специалистов, обладающих опытом в области оценки эксплуатационного состояния автомобильных дорог и алгоритмов распознавания.

7.4.12 Для обеспечения возможности масштабируемости и повторного использования разметки ОР, её следует выполнить с учётом стандартных форматов и протоколов для хранения аннотаций и метаданных, таких как форматы COCO, Pascal VOC и другие подходящие форматы.

7.4.13 При использовании автоматических методов разметки ОР, например, на основе алгоритмов компьютерного зрения, необходима валидация результатов с использованием референсной разметки ОР, выполненной вручную. Это позволяет убедиться в точности и надежности автоматической разметки и корректировать её при необходимости.

7.4.14 Разметка ОР должна быть адаптивной к различным сценариям и условиям дорожного движения, включая разные типы дорог, погодные условия и время суток. Это гарантирует, что разметка данных будет аккуратной и информативной в разнообразных ситуациях, что важно для тестирования Алгоритмов ИИ.

7.4.15 Разметка ОР должна быть задокументирована и сохранена вместе с тестовым набором данных, чтобы обеспечить возможность повторной проверки, валидации и анализа результатов. В документации также должны быть описаны методика разметки и используемые инструменты.

8 Весовые коэффициенты для оценки Алгоритмов искусственного интеллекта

8.1 Факторы качества, критерии и метрики для Алгоритмов ИИ описаны в соответствии с ГОСТ Р 70250.

8.2 Для проведения оценки Алгоритмов ИИ в табл. 1 — табл. 5 приведены весовые коэффициенты для критериев и метрик качества. В первом столбце указаны весовые коэффициенты для критериев. Сумма всех коэффициентов в этом столбце должна равняться 1. В строке каждого критерия указаны весовые коэффициенты для соответствующих метрик. Сумма всех коэффициентов в строке должна равняться 1. Символ «#» в наименовании метрик заменяется на номер критерия, к которому относится данная метрика. Например, для критерия «Надежность» первая метрика первого критерия соответствует метрике «Н1-1», а второго критерия — метрике «Н2-1».

8.3 В табл. 1 представлены конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Надежность».

Т а б л и ц а 1 — Весовые коэффициенты фактора качества «Надежность»

Вес критерия	Критерий	Метрика 1 Н#–1	Метрика 2 Н#–2	Метрика 3 Н#–3
0,5	Н1	0,7	0,2	0,1
0,5	Н2	0,35	0,65	—

8.4 В табл. 2 содержатся конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Сопровождаемость».

Т а б л и ц а 2 — Весовые коэффициенты фактора качества «Сопровождаемость»

Вес критерия	Критерий	Метрика 1 С#–1	Метрика 2 С#–2	Метрика 3 С#–3	Метрика 4 С#–4
0,65	С2	0,15	0,3	0,35	0,2
0,35	С3	0,75	0,1	0,15	—

8.5 В табл. 3 представлены конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Удобство применения».

Т а б л и ц а 3 — Весовые коэффициенты фактора качества «Удобство применения»

Вес критерия	Критерий	Метрика 1 У#–1	Метрика 2 У#–2	Метрика 3 У#–3	Метрика 4 У#–4	Метрика 5 У#–5
0,25	У1	0,6	0,4	—	—	—
0,25	У2	0,1	0,5	0,2	0,15	0,05
0,5	У3	0,1	0,35	0,4	0,15	—

8.6 Для фактора качества «Эффективность» применяются следующие весовые коэффициенты: для критериев Э2 и Э3 — по 0,25, для Э4 — 0,5.

8.7 В табл. 4 содержатся конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Корректность».

Т а б л и ц а 4 — Весовые коэффициенты фактора качества «Корректность»

Вес критерия	Критерий	Метрика 1 К#-1	Метрика 2 К#-2	Метрика 3 К#-3	Метрика 4 К#-4	Метрика 5 К#-5	Метрика 6 К#-6	Метрика 7 К#-7	Метрика 8 К#-8
0,1	К1	0,55	0,45	—	—	—	—	—	—
0,2	К2	0,05	0,1	0,05	0,05	0,25	0,35	0,1	0,05
0,3	К3	0,3	0,4	0,3	—	—	—	—	—
0,4	К4	1,0	—	—	—	—	—	—	—

В табл. 5 представлены конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Доверенность».

Т а б л и ц а 5 — Весовые коэффициенты фактора качества «Доверенность»

Вес критерия	Критерий	Метрика 1 Д#-1	Метрика 2 Д#-2	Метрика 3 Д#-3	Метрика 4 Д#-4	
0,45	Д1	0,35	0,45	0,15	0,05	
0,55	Д2	0,05	0,1	0,2	0,65	

8.8 Представленные в табл. 1 — табл. 5 весовые коэффициенты для критериев и метрик являются рекомендуемыми. В процессе испытаний конкретной реализации Алгоритмов ИИ можно выбирать специфические значения коэффициентов, которые должны быть описаны в документации о проведении испытаний.

9 Тестовые наборы данных

9.1 Общие положения

9.1.1 В этом разделе представлены требования к тестовым данным и сценариям для проведения испытаний Алгоритмов ИИ. Описан необходимый уровень репрезентативности данных, представлены краткие характеристики демонстрационных фрагментов тестовых наборов данных, а также уточнены принципы формирования представительных тестовых наборов данных. Пояснено, как расширять тестовые наборы данных в соответствии с указанными принципами.

9.1.2 При создании тестовых наборов данных для оценки Алгоритмов ИИ необходимо стремиться к соблюдению согласованности измерений в соответствии со стандартами, предписанными Государственной системой обеспечения единства измерений.

9.2 Требования к представительности тестовых наборов данных

9.2.1 Тестовые наборы данных должны достоверно представлять разнообразные варианты дефектов автомобильных дорог и учитывать важные аспекты их эксплуатации.

9.2.2 Для обеспечения представительности тестовых наборов данных необходимо:

а) испытывать Алгоритмы ИИ на тестовых данных, учитывающих статистические закономерности, чтобы отразить реальное распределение дорожных ситуаций;

б) проводить дополнительные испытания на специально созданных наборах данных, включающих редкие случаи, для более глубокого анализа работы Алгоритмов ИИ.

9.2.3 Для создания наборов данных с повышенным уровнем представительности необходимо:

а) выделить редкие случаи ОР, которые встречаются менее часто, чем среднее значение (редкие варианты);

б) подготовить специальные наборы данных, содержащие редкие случаи, чтобы более детально проверить работу Алгоритмов ИИ на этих случаях;

в) провести испытания с использованием таких наборов данных, чтобы оценить качество обработки Алгоритмами ИИ редких вариантов.

9.2.4 Для проверки, как Алгоритмы ИИ реагируют на редкие случаи ОР, можно применять различные методы, включая:

а) использование весовых коэффициентов для различных ситуаций, чтобы уделить внимание редким случаям и оценить их влияние на результат;

б) создание альтернативных наборов данных с использованием метода сэмплирования, позволяющего более равномерно представить редкие случаи;

в) улучшение существующих наборов данных путем добавления разнообразных вариаций (аугментация), что способствует более глубокому анализу реакции Алгоритмов ИИ на разнообразные сценарии.

9.2.5 Этот метод подбора тестовых данных обеспечивает всестороннюю проверку Алгоритмов ИИ на разнообразных вариантах ОР и контекстах их проявления. Метод гарантирует, что точность работы Алгоритмов ИИ не зависит от частоты встречаемости определенных ОР на автомобильной дороге.

9.3 Демонстрационный тестовый набор данных

9.3.1 Основной демонстрационный набор тестовых данных (ДТНД) для тестирования Алгоритмов ИИ, включающий фрагменты различных вариантов ОР с учетом разнообразных значений СФЭ, доступен для скачивания по следующей ссылке:

<https://disk.vandex.ru/d/vQF5RxF3Ak8PrA>

9.3.2 ДТНД предоставляет примеры ОР в различных вариантах комбинаций значений СФЭ. Разметка данных представлена в формате JSON, который описывает полигоны, охватывающие ОР, и каждому из этих полигонов приписано множество значений СФЭ, соответствующих конкретному ОР. Также значения СФЭ приписаны к изображениям в целом, согласно разд. 6.

9.3.3 Архив, содержащий ДТНД, включает индексный файл в формате электронной таблицы. В этом файле перечислены все варианты ОР и все возможные значения каждого СФЭ. Для каждого ОР и значения СФЭ указывается соответствующий файл изображения и ссылка на соответствующую JSON-разметку, которая содержит примеры этих ОР и их значений СФЭ. Это упрощает доступ и организацию данных для тестирования и анализа Алгоритмов ИИ.

9.4 Принципы расширения тестовых наборов данных

9.4.1 Для увеличения репрезентативности тестовой выборки можно использовать следующие методы:

- а) применение поворотов (rotation);
- б) применение масштабирования (scaling);
- в) применение сдвигов (shear);
- г) кадрирование (crop);
- д) изменение яркости (brightness);
- е) изменение контраста (contrast);
- ж) изменение резкости (sharpen);
- и) добавление шума по Гауссу (Gaussian noise);
- к) удаление случайных пикселей (pixel dropout);
- л) снижение качества изображения (downscale).

9.4.2 Также, для увеличения способности Алгоритмов ИИ к обобщению, можно применять более сложные методы расширения данных:

- а) добавление цифрового шума (ISO noise);
- б) размытие входного изображения с помощью фильтра Гаусса (Gaussian blur);
- в) размытие в движении к входному изображению (motion blur);
- г) добавление бликов (lens flare);
- д) преобразование расфокусировки (defocus);
- е) дополнительные линии на изображениях.

9.4.3 Указанные методы расширения могут быть применены к изображениям для расширения тестового набора данных, что позволяет более объективно оценить степень переобученности и устойчивости Алгоритмов ИИ к различным артефактам изображений, шумам и настройкам видеокамер.

Ключевые слова: искусственный интеллект, система искусственного интеллекта, автомобильный транспорт, система управления, интеллектуальная транспортная инфраструктура, алгоритм искусственного интеллекта, эксплуатационное состояние, автомобильная дорога, методы испытаний.
