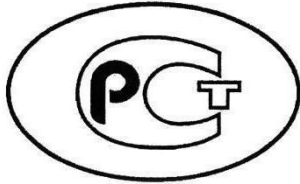

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

ГОСТ Р _____-2023

**СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА
АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Системы управления Интеллектуальной транспортной
инфраструктурой. Требования к испытанию алгоритмов
прогнозирования дорожных условий

Intelligent transport infrastructure management systems. Requirements
for testing road condition prediction algorithms

**Москва
2023**

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН обществом с ограниченной ответственностью «А+С Транспроект».

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 годовом (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемом 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 органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет (www.gost.ru).

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

Введение

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) на прикладном уровне происходит на всех уровнях жизни. На транспорте эти технологии используются в нескольких аспектах — построения интеллектуальных транспортных систем на различных уровнях управления и для интеллектуализации систем управления интеллектуальной транспортной инфраструктурой (СУИТИ). В автомобильной транспортной модальности разработка СУИТИ основана на применении ряда алгоритмов ИИ для прогнозирования дорожных условий, прогнозирования параметров транспортных потоков.

Вместе с этим СУИТИ проходят широкие испытания. От полноты и достоверности процесса испытаний зависят перспективы этой технологии и сроки начала ее массового использования на автомобильных дорогах общего пользования.

Для решения задач организации и управления дорожным движением одним из алгоритмов является алгоритм прогнозирования дорожных метеорологических условий. При использовании данных из различных источников СУИТИ может использовать алгоритм прогнозирования дорожных метеорологических условий для организации управления дорожным движением на эксплуатируемой улично-дорожной сети населенных пунктов или эксплуатируемых региональных и межмуниципальных автомобильных дорогах.

Для испытания алгоритмов прогнозирования дорожных метеорологических условий в целях обеспечения доверия к СУИТИ, основанным на использовании методов ИИ, настоящий стандарт устанавливает общие принципы проведения испытаний. В настоящем стандарте приведены перечень весовых коэффициентов для показателей качества алгоритма и тестовых наборов данных с приведением сценариев испытаний описываемого алгоритма. Приведены требования к представительности (полноте и несмещенности) тестовых

данных, демонстрационные тестовые наборы данных, правила формирования представительных тестовых наборов данных и принципы расширения (аугментации) тестовых наборов данных.

Настоящий стандарт является частью комплекса стандартов по установлению требований к применению технологий ИИ на автомобильной транспортной модальности для повышения доверия к технологиям ИИ, обеспечения безопасности дорожного движения, жизни и здоровья людей, сохранности их имущества, охраны окружающей среды и эффективности транспортных процессов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА
АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ****Системы управления Интеллектуальной транспортной
инфраструктурой. Требования к испытанию алгоритмов
прогнозирования дорожных условий**

Artificial intelligence system in road transport.

Intelligent transport infrastructure management systems. Requirements
for testing road condition prediction algorithms

Дата введения — __.__.____

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на процессы испытания частных алгоритмов, реализованных с использованием методов искусственного интеллекта, подсистемы интерпретации входных данных о дорожной обстановке в автомобильной транспортной модальности — алгоритмов прогнозирования дорожных метеорологических условий в системах управления интеллектуальной транспортной инфраструктурой (СУИТИ).

СУИТИ, в состав которых входят алгоритмы с использованием методов искусственного интеллекта, требования к испытаниям которых установлены в настоящем стандарте, могут быть реализованы в составе интеллектуальных транспортных систем, управляющих дорожной деятельностью в населенных пунктах, городских агломерациях, сети региональных и межмуниципальных дорог, федеральных автомобильных дорог.

Настоящий стандарт предназначен для применения при проведении всех типов испытаний алгоритмов прогнозирования дорожных метеорологических условий при помощи СУИТИ. Определяя минимальные требования и процедуры испытаний для алгоритмов прогнозирования дорожных метеорологических условий, настоящий стандарт позволит использовать сформированный настоящим стандартом общий язык, помогающий облегчить разработку и безопасное внедрение технологий ИИ на автомобильной транспортной модальности и минимизации расходов при их проектировании.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и другие нормативные документы:

ГОСТ Р 70249-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Высокоавтоматизированные транспортные средства. Термины и определения.

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

Примечание — 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

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 70249-2022.

Кроме того, в настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Автономность (autonomy): Характеристика системы искусственного интеллекта, связанная с ее способностью самостоятельно (без участия человека) выполнять возложенные на нее функции в течение заданного времени и с заданными показателями качества, надежности, безопасности.

[ГОСТ Р 59277-2020, статья 3.1]

3.2 Адаптируемость: Характеристика системы искусственного интеллекта, связанная с ее способностью в процессе функционирования подстраиваться под изменяющиеся условия эксплуатации и (или) функционирования без существенной с перестройки системы со стороны ее разработчика.

3.3 Интеллектуальность: Наличие у технической системы свойств автономности и адаптируемости, а также реализация в технической системе дополнительных интеллектуальных функций.

3.4 Интеллектуализация: Повышение степени интеллектуальности информационной или автоматизированной системы.

3.5 Интеллектуализированная система: Техническая система, для которой был осуществлён процесс интеллектуализации.

3.6 Дорожные условия: В настоящем стандарте под дорожными условиями понимаются метеорологические условия, то есть состояние поверхности дороги вследствие выпадения атмосферных осадков или иных климатических факторов.

3.7 Прогнозирование дорожных условий: Анализ климатических факторов с целью оценки изменения состояния поверхности дороги в будущие моменты времени.

3.8 Сэмплирование: Метод корректировки обучающей или тестовой выборки с целью балансировки распределения классов в исходном наборе данных.

4 Общие требования

Общие требования и методика проведения испытаний алгоритмов прогнозирования дорожных метеорологических условий определяются по ГОСТ Р 70250-2022.

5 Показатели и критерии качества алгоритма прогнозирования дорожных условий

Организация, осуществляющая тестирование алгоритма прогнозирования дорожных метеорологических условий, должна применять показатели и критерии для проведения оценки качества этого алгоритма (раздел 8, ГОСТ Р 70250-2022).

6 Весовые коэффициенты для оценки алгоритма прогнозирования дорожных условий

Для конкретизации процедуры оценки качества алгоритма прогнозирования дорожных метеорологических условий в таблицах 1 — 5 приведены весовые коэффициенты для критериев и метрик качества. Весовые коэффициенты для критериев даны в первой графе. Сумма всех коэффициентов первой графы должна быть равна 1. Весовые коэффициенты для всех метрик качества заданного критерия даны в строке соответствующего критерия. Сумма всех коэффициентов для каждой строки должна быть равна 1.

Конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Надежность» приведены в таблице 1.

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	0,3	0,5	0,2
0,5	Н2	0,25	0,75	—

Конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Сопровождаемость» приведены в таблице 2.

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

0,6	C2	0,1	0,4	0,4	0,1
0,4	C3	0,75	0,15	0,1	—

Конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Удобство применения» приведены в таблице 3.

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
0,3	У1	0,6	0,4	—	—	—
0,2	У2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
0,5	У3	0,2	0,15	0,5	0,15	—

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

Конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Корректность» приведены в таблице 4.

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	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—

0,2	K2	0,2	0,05	0,1	0,05	0,1	0,3	0,1	0,1
0,3	K3	0,3	0,4	0,3	—	—	—	—	—
0,4	K4	1,0	—	—	—	—	—	—	—

Конкретные весовые коэффициенты для критериев и метрик фактора качества «Доверенность» приведены в таблице 5.

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
0,5	Д1	0,4	0,4	0,15	0,05
0,5	Д2	0,05	0,3	0,15	0,5

Представленные в таблицах 1 — 5 весовые коэффициенты для критериев и метрик являются рекомендуемыми, однако при испытании частного алгоритма для конкретной задачи можно выбирать специфические коэффициенты для этой задачи.

7 Тестовые наборы данных и сценарии испытания алгоритма прогнозирования дорожных метеорологических условий

7.1 Общее описание демонстрационных наборов данных

В настоящем разделе описаны тестовые наборы данных и сценарии испытания алгоритма прогнозирования дорожных метеорологических условий, а именно приведены требования к представительности (полноте и несмещенности) тестовых наборов данных, приведены фрагменты тестовых наборов данных — демонстрационные наборы данных, описаны правила формирования

представительных тестовых наборов данных, включая, в случае необходимости, описание представительной совокупности тестовых сценариев, а также разъяснены принципы расширения (аугментации) тестовых наборов данных.

7.2 Требования к представительности (полноте и несмещенности) тестовых наборов данных

7.2.1 Тестовый набор данных должен быть репрезентативен, содержать целевой набор изображений и ситуаций по отношению к каждому существенному фактору эксплуатации.

7.2.2 Для обеспечения представительности тестового набора данных необходимо:

а) проводить испытания алгоритма прогнозирования дорожных метеорологических условий на тестовом наборе, подготовленном в соответствии со статистическими закономерностями распределения существенных факторов эксплуатации, что позволит обеспечить тестирование алгоритма на соответствие достоверной, объективной, правдивой модели распределения дорожно-транспортных ситуаций;

б) обеспечить повторные испытания со специально смещенной выборкой относительно количества ситуаций независимо от их реального статистического распределения. Для этих целей можно воспользоваться следующей процедурой:

- 1) выделить ситуации, частота встречаемости которых в реальном окружении периферийного оборудования СУИТИ для сбора данных о дорожных условиях ниже средней частоты встречаемости всех ситуаций более, чем на 3 стандартных отклонения (редкие ситуации);

П р и м е ч а н и е — Уровень определения редких ситуаций является рекомендуемым и может быть изменен;

- 2) для выделенных ситуаций подготовить для испытаний «смещенную» выборку, которая позволяет лучше проанализировать поведение алгоритма в части редких ситуаций — например, путем сэмплирования с изменением частоты соответствующих ситуаций, которая приближена к среднему по всем вариантам ситуаций, или путем ввода весовых коэффициентов при оценке ошибки прогнозирования. Конкретный способ должен быть явно определен в программе испытаний алгоритма, до начала этих испытаний;
- 3) провести испытания с подготовленной выборкой, чтобы убедиться, что алгоритм прогнозирует дорожные метеорологические условия с достаточным качеством в смысле ГОСТ Р 70250-2022.

7.2.3 Такой принцип подбора тестового набора данных позволит обеспечить проверку возможностей алгоритма по прогнозированию всех ситуаций в различных контекстах (вариантах комбинаций значений существенных признаков), поскольку для обеспечения доверия к результатам работы алгоритма необходимо, чтобы точность прогнозирования не зависела от частоты встречаемости конкретной ситуации при эксплуатации алгоритма.

7.2.4 При испытании СУИТИ необходимо руководствоваться принципами проведения испытаний: объективность испытаний, обоснованность применяемых методов (методик) испытаний, обеспечение единства измерений (аттестация методик измерений), воспроизводимость результатов испытаний и др.

7.3 Фрагменты тестовых наборов данных (демонстрационные наборы данных):

7.3.1 Основной демонстрационный набор тестовых данных прогнозирования дорожных метеорологических условий доступен по ссылке:

[https://disk.yandex.ru/d/N-AxTFKsxjnhzw.](https://disk.yandex.ru/d/N-AxTFKsxjnhzw)

7.3.2 Тестовый набор описывает существенные факторы эксплуатации. Тестовый набор данных содержит следующие поля данных:

- дата измерения;
- наименование метеостанции;
- влажность;
- атмосферное давление;
- вид осадков;
- интенсивность осадков;
- порыв ветра;
- направление ветра;
- скорость ветра;
- точка росы;
- температура воздуха;
- коэффициент сцепления;
- температура дорожного покрытия;
- температура тела дороги на глубине 4 — 7 см;
- облачность;
- концентрация реагентов;
- точка замерзания.

7.3.3 Приведенный классификатор является исчерпывающим перечнем существенных факторов эксплуатации для рассматриваемого алгоритма прогнозирования дорожных метеорологических условий, при этом сценарии дорожно-

транспортных ситуаций должны генерироваться на основе приведенного перечня существенных факторов эксплуатации при испытании алгоритма прогнозирования дорожных метеорологических условий с учетом тех или иных законов распределения существенных факторов эксплуатации.

7.3.4 При формировании конкретного тестового набора данных для тестирования алгоритма прогнозирования дорожных метеорологических условий по образцу приложенного к настоящему стандарту демонстрационного набора данных должна быть реализована защита от введения в набор фейковых данных по условиям дорожных метеорологических условий («защита от дурака» по 3 уровню).

7.4 Правила формирования представительных тестовых наборов данных (включая, в случае необходимости, описание представительной совокупности тестовых сценариев):

7.4.1 Тестовый набор данных содержит в себе следующий набор файлов:

- ГОСТ Р 1.094.22 - Демонстрационный набор данных.xlsx — таблица с временным рядом значений параметров дорожных условий с трёх автоматических дорожных метеостанций для тестирования алгоритмов прогнозирования дорожных условий.

7.4.2 Сам тестовый набор данных должен содержать в себе исходный набор данных с выборкой подтвержденных соответствующих ситуаций. Формат файла должен быть доступен для применения подходов синтетического расширения обучающей выборки, описанных в 7.4.

7.5 Принципы расширения (аугментации) тестовых наборов данных:

7.5.1 В целях увеличения репрезентативности обучающей выборки необходимо использовать методы из числа следующих:

- Сдвиг по времени. Это предполагает сдвиг данных временного ряда на определенное количество временных шагов для создания новых образцов для обучения. Например, можно сдвинуть данные о дорожных метеорологических условиях вперед или назад на определенное количество временных шагов, чтобы создать новые образцы для обучения.

- Масштабирование. Это предполагает масштабирование данных временного ряда на определенный коэффициент для создания новых образцов для обучения. Например, можно масштабировать данные дорожных метеорологических условий на коэффициент 0.5 или 2, чтобы создать новые обучающие выборки.

- Добавление шума. Это добавление случайного шума к данным временного ряда для создания новых образцов для обучения. Например, можно добавить гауссовский шум к данным дорожных метеорологических условий, чтобы создать новые обучающие выборки.

- Интерполяция. Это интерполяция недостающих данных во временном ряду для создания новых образцов для обучения. Например, можно интерполировать недостающие данные о дорожных метеорологических условиях для создания новых обучающих выборок.

- Сглаживание. Это сглаживание данных временного ряда для создания новых образцов для обучения. Например, можно использовать фильтр скользящего среднего для сглаживания данных о дорожных метеорологических условиях, чтобы создать новые обучающие выборки.

- Повторная выборка. Это означает повторную выборку данных временного ряда с другой частотой для создания новых образцов для обучения. Например, данные о дорожных метеорологических

условиях можно дискретизировать с большей или меньшей частотой, чтобы создать новые обучающие выборки.

- Преобразование Фурье. Применяется преобразование Фурье к данным временного ряда для создания новых образцов для обучения. Например, можно использовать преобразование Фурье для извлечения частотных характеристик из данных о дорожных метеорологических условиях, чтобы создать новые обучающие выборки.

- Вейвлет-преобразование. Это предполагает применение вейвлет-преобразования к данным временного ряда для создания новых образцов для обучения. Например, можно использовать вейвлет-преобразование для извлечения частотно-временных характеристик из данных о дорожных метеорологических условиях, чтобы создать новые образцы для обучения.

7.5.2 Этот перечень методов должен быть применен к временным рядам с целью генерализации тестового набора данных для более объективного тестирования степени переобученности и устойчивости алгоритмов прогнозирования к шуму, различным дефектам изображений и настройкам периферийного оборудования, с которого были получены значения характеристик дорожных метеорологических условий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация управления, СУИТИ, алгоритм прогнозирования, дорожные условия, прогнозирование дорожных условий.

Руководитель разработки	Директор по аналитике и планированию SIMETRA, к.э.н. _____	В. П. Морозов
----------------------------	---	---------------