МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 11819-2— 2025

Акустика

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА ТРАНСПОРТНЫЙ ШУМ

Часть 2

Измерения шума вблизи области контакта шин с дорожным покрытием

(ISO 11819-2:2017, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Закрытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ЗАО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 11 декабря 2025 г. № 68-2025)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166)004—97	Код страны по МК (ИСО 3166)004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2025 г. № 1796-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 11819-2—2025 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2028 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 11819-2:2017 «Акустика. Оценка влияния дорожного покрытия на транспортный шум. Часть 2. Измерения шума вблизи области контакта шин с дорожным покрытием» («Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise — Part 2: The close-proximity method», IDT).

Международный стандарт разработан подкомитетом SC 1 «Шум» Технического комитета ТС 43 «Акустика» Международной организации по стандартизации (ISO).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© ISO, 2017
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026



В Российской Федерации 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 2
4 Обозначения 4
5 Принципы метода измерений 5
6 Средства измерений 6
6.1 Шумомер 6
6.2 Средства частотного анализа 6
6.3 Акустический калибратор 6
6.4 Средство измерений скорости транспортного средства 6
6.5 Средство определения положения транспортного средства 6
6.6 Средство измерений температуры 6
6.7 Средство измерений нагрузки 6
6.8 Средство измерений давления в шинах 6
6.9 Поверка измерительного оборудования 6
7 Испытательные участки 7
8 Метеорологические условия 7
8.1 Ветер 7
8.2 Температура и другие погодные условия 7
9 Испытательное транспортное средство 7
9.1 Общая конструкция 7
9.2 Расположение и крепление микрофона 8
9.3 Требования к испытательному транспортному средству и подтверждение соответствия 8
9.4 Образцовые шины 9
9.5 Твердость резины протектора 10
9.6 Установка шины 10
9.7 Обкатка шин 10
10 Проведение измерений 10
10.1 Подготовка к измерениям 10
10.2 Измерения звука 10
10.3 Измерения для типичного участка дороги 10
10.4 Увеличение числа пробегов для коротких участков 11
10.5 Положение транспортного средства по ширине дороги 11
10.6 Положение транспортного средства в продольном направлении 11
10.7 Фоновый шум 11
10.8 Скорость испытательного транспортного средства 11
10.9 Нагрузка на испытательную шину 12
10.10 Давление в шине 12
10.11 Измерения температуры 12
10.12 Краткая сводка по измерениям 12
11 Анализ результатов измерений 13
11.1 Процедура расчетов 13
11.2 Расчеты общего уровня 14
11.3 Расчеты в третьоктавных полосах 15
11.4 Поправка в общий уровень при расчетах по третьоктавным полосам 15
11.5 Акустическая изменчивость 15
12 Неопределенность измерения 15
13 Оценка повторяемости и воспроизводимости результатов измерений 17
14 Регистрируемые данные 17
Приложение А (обязательное) Подтверждение соответствия испытательного транспортного средства 20
Приложение В (обязательное) Процедура усреднения в пределах дорожного сегмента 25
Приложение С (справочное) Описание процедуры расчетов 26
Приложение D (справочное) Применимость SPB- и CPX-методов 30

Приложение E (рекомендуемое) Руководство по проектированию и применению испытательного транспортного средства 32
Приложение F (рекомендуемое) Рекомендации по проведению измерений 35
Приложение G (рекомендуемое) Применение CPX-метода для контроля крупных дорожных сетей 37
Приложение H (рекомендуемое) Другие применения CPX-метода 39
Приложение I (справочное) Сводка измеряемых параметров 40
Приложение J (справочное) Результаты валидации метода 41
Приложение K (рекомендуемое) Неопределенность измерения 43
Приложение L (рекомендуемое) Контрольное дорожное покрытие 45
Приложение M (рекомендуемое) Определение показателя CPX 46
Приложение N (справочное) Краткое описание процедур измерений и обработки данных 47
Приложение O (справочное) Пример протокола испытаний 49
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 51
Библиография 52

Введение

Шум, производимый потоком движущихся транспортных средств, в значительной степени зависит от характеристик дорожного покрытия, в частности, от параметров макрошероховатости профиля покрытия и его пористости (из-за удельного сопротивления потоку воздушных пустот в материале покрытия). Обе характеристики влияют на шум, производимый шинами транспортного средства при движении по дорожному покрытию (шум качения). Кроме того, пористость покрытия может влиять на распространение звука, в первую очередь вблизи поверхности дороги, в том числе шума от силовой установки транспортного средства, который часто является доминирующим по сравнению с шумом качения. При данной интенсивности движения и составе транспортного потока создаваемый им транспортный шум (выражаемый через эквивалентный уровень звука) будет варьироваться в диапазоне до 15 дБ в зависимости от дорожного покрытия. Таким образом, от акустических свойств покрытия зависит шумовое воздействие транспорта на окружающую среду.

Настоящий документ устанавливает стандартизованный метод оценки акустических характеристик дорожных покрытий, что позволяет ранжировать их с точки зрения влияния на транспортный шум. Этот метод может применяться при проектировании и обслуживании дорог, при изготовлении малошумных покрытий и в других случаях, связанных с прогнозированием и управлением транспортным шумом.

В ISO 11819-1 предложен другой метод определения акустических свойств дорожного покрытия — статистический метод с выборкой из транспортного потока. Тот метод применяют главным образом для классификации дорожных покрытий, находящихся в хорошем состоянии, по их влиянию на транспортный шум и для оценки влияния разных дорожных покрытий на транспортный шум на разных участках дороги безотносительно их состояния и срока эксплуатации. Однако серьезные практические ограничения метода, связанные с высокими требованиями к акустическим условиям в месте измерений (см. также приложение D), не позволяют считать его универсальным для оценки акустического качества новых и восстановленных дорожных покрытий.

Метод, установленный настоящим стандартом совместно с ISO/TS 11819-3, дополняет статистический метод с выборкой из транспортного потока и может быть использован в ситуациях, когда ISO 11819-1 неприменим вследствие своих ограничений.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Акустика

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА ТРАНСПОРТНЫЙ ШУМ

Часть 2

Измерения шума вблизи области контакта шин с дорожным покрытием

Acoustics. Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise. Part 2. The close-proximity method

Дата введения — 2028—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод оценки свойств дорожного покрытия с точки зрения его влияния на транспортный шум, в котором доминирует шум от качения шин по дорожному покрытию (шум качения). Метод применяют для условий свободного транспортного потока при движении по ровной поверхности дороги с постоянной скоростью 40 км/ч и выше (если в потоке преобладают тяжелые транспортные средства, то шум качения при скорости движения 40 км/ч может быть не доминирующим). Для условий движения, отличных от свободного транспортного потока (например, в местах слияния потоков, в местах движения транспортных средств с ускорением или при их скоплении), влияние дорожного покрытия на транспортный шум оценить сложнее. Это справедливо также для дорог с большим продольным градиентом или при большой доле в потоке тяжелых транспортных средств.

Установленный настоящим стандартом метод акустического описания дорожных покрытий дает возможность организациям и инспекциям, связанным с проектированием и строительством дорог, согласовать тип дорожного покрытия, удовлетворяющий требованиям в отношении шумового загрязнения среды (задание таких требований в настоящем стандарте не рассматривается).

Метод, установленный настоящим стандартом (CPX-метод), является дополнительным к статистическому методу с выборкой из транспортного потока по ISO 11819-1 (SPB-метод) и применяется:

- для описания акустических характеристик дорожного покрытия на произвольном участке дороги в целях подтверждения их соответствия установленным требованиям (пример такого подтверждения приведен в [1]);
- проверки влияния технического обслуживания дорожного покрытия и его физического состояния (определяемого степенью износа и наличием повреждений поверхности, степенью забитости ее пор) на акустические свойства покрытия;
- проверки однородности дорожного покрытия в продольном и поперечном направлениях на заданном участке дороги;
- создания малошумных дорожных покрытий и в целях исследований взаимодействия шин с дорожным покрытием.

Примечание — В настоящем стандарте не сформулированы условия применимости метода для решения вышеперечисленных задач. Такие условия могут быть определены в других нормативных или иных документах. Однако в приложении D рассматриваются вопросы применения CPX-метода, а также метода по ISO 11819-1.

Измерения с помощью CPX-метода обеспечивают более быстрое и легкое получение результатов в сравнении с SPB-методом, но требуют, чтобы в шуме транспортного потока доминирующим был шум качения, а шумом от силовой установки транспортного средства можно было пренебречь. Кроме того, CPX-метод в недостаточной степени по сравнению с SPB-методом учитывает шум качения тяжелых транспортных средств, поскольку при его реализации используются образцовые шины легкого транспортного средства.

Издание официальное

Установленный настоящим стандартом метод не предназначен для оценки акустических свойств шин. Если его применяют в исследовательских целях для определения различия шин разных типов, то, как правило, для них должны быть установлены другие значения нагрузки и давления воздуха по сравнению с указанными в настоящем стандарте.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO 5725-2, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method (Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений)

ISO 11819-1, Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise — Part 1: Statistical pass-by method (Акустика. Оценка влияния дорожного покрытия на транспортный шум. Часть 1. Статистический метод с выборкой из транспортного потока)

ISO/TS 11819-3, Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise — Part 3: Reference tyres (Акустика. Оценка влияния дорожного покрытия на транспортный шум. Часть 3. Образцовые шины)

ISO/TS 13471-1, Acoustics — Temperature influence on tyre/road noise measurement — Part 1: Correction for temperature when testing with the CPX method (Акустика. Влияние температуры на измерения шума качения. Часть 1. Поправка на температуру при измерениях CPX-методом)

IEC 60942:2017, Electroacoustics — Sound calibrators (Электроакустика. Калибраторы акустические)

IEC 61260-1, Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters — Part 1: Specifications (Электроакустика. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Часть 1. Технические требования)

IEC 61672-1, Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications (Электроакустика. Шумомеры. Часть 1. Технические требования)

ISO/IEC Guide 98-3, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) [Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения (GUM:1995)]

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ISO 11819-1, а также следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК поддерживают терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru ;
- Электропедия МЭК: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru .

3.1 Дорога и дорожное покрытие

3.1.1 **участок (дороги)** (road section): Часть полосы движения заданной длины, для которой проводят испытания.

3.1.2 **сегмент (дороги)** (road segment): Часть участка дорожного покрытия длиной 20 м, для которого осуществляют приведение уровня звукового давления, полученного при движении транспортного средства с некоторой скоростью, к нормальной скорости движения.

3.2 Метод измерений и оборудование

3.2.1 **статистический метод (с выборкой из транспортного потока),** SPB-метод (statistical pass-by method, SPB method): Метод измерения шума транспортного средства и транспортного шума на разных участках дороги при заданных условиях движения.

Примечание — Измерения выполняют на дороге с большим числом транспортных средств, движущихся в нормальном режиме. Полученные результаты приводят к нормальным скоростям в соответствии с категорией или типом рассматриваемой дороги. Данный метод установлен в ISO 11819-1.

3.2.2 **образцовые шины** (reference tyres): Испытательные шины с заданными и воспроизводимыми характеристиками, специально спроектированные и изготовленные или выбранные для определения шума качения CPX-методом.

Примечание — Образцовые шины определены в ISO/TS 11819-3.

3.3 Измеряемые шумовые характеристики

3.3.1 **CPX-уровень L_{CPX}** (close-proximity level, CPX level): Эквивалентный уровень звука шума качения, определенный в соответствии с CPX-методом в широкой или заданной полосе частот.

Примечание — Выражают в децибелах (дБ). Подстрочный индекс может быть дополнен символами в зависимости от условий (целей) измерений (см. таблицу 1).

3.3.2 **CPX-уровень для легковых автомобилей $L_{CPX:P}$** (CPX level for passenger cars and other light vehicles): Эквивалентный уровень звука, используемый для описания акустических характеристик дорожного покрытия и получаемый на основе измерений уровней звукового давления для шума качения при использовании шин P одного или нескольких типов, представительных для легковых автомобилей и других легких транспортных средств.

Примечание — Выражают в децибелах (дБ). Примененные типы шин для легкового автомобиля обозначают P1, P2...

3.3.3 **CPX-уровень для тяжелых транспортных средств $L_{CPX:H}$** (CPX level for heavy vehicles): Эквивалентный уровень звука, используемый для описания акустических характеристик дорожного покрытия и получаемый на основе измерений уровней звукового давления для шума качения при использовании шин H одного или нескольких типов, представительных для тяжелых транспортных средств.

Примечание — Выражают в децибелах (дБ). Примененные типы шин для тяжелых транспортных средств обозначают H1, H2...

3.3.4 **показатель CPX $L_{CPX:I}$** (CPX index): Характеристика, представляющая собой взвешенную сумму CPX-уровней для легковых автомобилей ($L_{CPX:P}$) и тяжелых транспортных средств ($L_{CPX:H}$).

Примечание — Выражают в децибелах (дБ). Используют для описания акустических свойств дорожного покрытия при заданном составе транспортного потока аналогично показателю SPBI в ISO 11819-1. Руководство по расчету показателя CPX приведено в приложении M.

3.3.5 **акустическая изменчивость s_t** (acoustic variability due to road surface inhomogeneities): Характеристика, представляющая собой выборочное стандартное отклонение эквивалентных уровней звукового давления по всем сегментам дороги, использованных в испытаниях с применением образцовых шин t.

Примечание — Выражают в децибелах (дБ). Обычно разброс эквивалентных уровней звукового давления в большей степени обусловлен неоднородностью дорожного покрытия, в то время как влияние измерений скорости движения и выбора траектории движения колеса незначительно.

3.4 Поправки

3.4.1 **измеренная скорость v** (measured speed): Результат измерения скорости транспортного средства во время измерений шума.

Примечание — Выражают в километрах в час (км/ч).

3.4.2 **нормальная скорость (движения) v_{ref}** (reference speed): Предпочтительная скорость движения транспортного средства при измерениях.

Примечание — Выражают в километрах в час (км/ч). Обычно в качестве нормальной скорости выбирают 50, 80 или 110 км/ч, но при необходимости (из соображений технического характера, безопасности или в связи с требованиями законодательства) могут быть использованы другие значения.

3.4.3 **коэффициент поправки на скорость (транспортного средства) B** (speed coefficient): Коэффициент в уравнении зависимости CPX-уровня от скорости движения транспортного средства, обычно используемый для приведения к нормальной скорости.

Примечание — Поправка на отклонение от нормальной скорости движения, выраженная в децибелах (дБ), имеет вид $B \cdot \lg(v/v_{ref})$. Значения B для разных дорожных покрытий приведены в 11.1, перечисление d).

3.4.4 **коэффициент поправки на температуру** γ_t (temperature coefficient): Коэффициент в уравнении зависимости CPX-уровня от температуры для образцовых шин t.

Примечание — Выражают в децибелах на градус Цельсия (дБ/°С).

3.4.5 **коэффициент поправки на твердость резины** β_t (rubber hardness coefficient): Коэффициент в уравнении зависимости CPX-уровня от твердости резины протектора шин t.

Примечание — Выражают в децибелах на твердость по Шору А (дБ/ед. Шора А) [см. 11.1, перечисление f)].

3.4.6 **поправка на отражения звука** $C_{d,f}$ (device-dependent correction for sound reflections): Поправка к результату измерения уровня звукового давления в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой f в диапазоне от 315 до 5000 Гц, вносимая для учета отличия акустических условий во время измерений от условий свободного звукового поля над звукоотражающей плоскостью.

Примечание — Выражают в децибелах (дБ). Руководство по определению $C_{d,f}$ приведено в А.2.

4 Обозначения

Обозначения, применяемые в настоящем стандарте, приведены в таблице 1. Все акустические величины получают с применением частотной коррекции А.

Таблица 1 — Обозначения величин и единицы измерений

Обозначение	Единица измерения/ значение	Величина
$L_{CPX:t,v_{ref}}$	дБ	Характеристика акустических свойств дорожного покрытия на испытуемом участке для нормальной скорости v_{ref} при использовании шин t
$L'_{CPX:t,w,r,i,f}$	дБ	Энергетически усредненный спектр по точкам измерений в положениях микрофона m = 1 и m = 2
$L_{CPX:t,w,r,i,f,m,v_{ref}}$	дБ	CPX-уровень шума качения, усредненный по времени прохождения сегмента дороги (20 м)
$L_{CPX:P,v_{ref}}$	дБ	Характеристика акустических свойств дорожного покрытия на испытуемом участке для нормальной скорости v_{ref} при использовании шин P
$L_{CPX:H,v_{ref}}$	дБ	Характеристика акустических свойств дорожного покрытия на испытуемом участке для нормальной скорости v_{ref} при использовании шин H
$L_{CPX:I,v_{ref}} = 0,5 \cdot L_{CPX:P,v_{ref}} + 0,5 \cdot L_{CPX:H,v_{ref}}$	дБ	Показатель CPX для испытуемого участка дороги для нормальной скорости v_{ref} и одинаковых весовых коэффициентов для легковых автомобилей и тяжелых транспортных средств
B	—	Коэффициент поправки на скорость
$C_{d,f}$	дБ	Частотно-зависимая поправка на отражение звука
γ_t	дБ/°С	Коэффициент поправки на температуру при ее отличии от нормальной температуры 20 °С (отрицательный для шин P1 и H1)
β_t	дБ/ ед. Шора А	Коэффициент поправки на твердость резины при ее отличии от нормального значения для шин t
f	Гц	Среднегеометрическая частота третьоктавной полосы (от 315 до 5000 Гц)
i	1, 2, 3 …	Номер сегмента
m	1, 2 3, 4, 5, 6	Передняя и задняя точки расположения микрофона (обязательные) Дополнительные точки расположения микрофона

Окончание таблицы 1

Обозначение	Единица измерения/ значение	Величина
n	1, 2, 3 …	Общее число пробегов (n_r), траекторий движения колеса (n_w) или сегментов участка дороги (n_i)
r	1, 2, 3 …	Номер пробега
H_A	ед. Шора А	Жесткость резины протектора испытательной шины
H_{ref}	ед. Шора А	Нормальная жесткость резины протектора
s_t	дБ	Акустическая изменчивость
t	P H	Тип шин, принимающий значения: для легковых автомобилей для тяжелых транспортных средств
T_i	°C	Температура воздуха на i-м сегменте (индекс указывают только в случае непрерывного измерения температуры)
v	км/ч	Измеренная скорость
v_{ref}	км/ч	Нормальная скорость
w	1, 2, 3, …	Число траекторий движения колеса на полосе дороги, для которых проводят измерения (траектория 1 — ближайшая к обочине; траектория 2 — противоположная к траектории 1 на той же полосе; 3, 4 и т. д. — дополнительные траектории)

5 Принципы метода измерений

CPX-метод предполагает измерение с помощью по крайней мере двух микрофонов среднего уровня звука шума качения для заданного типа шин на произвольном или заданном участке дороги одновременно с измерением скорости движения транспортного средства. Микрофоны располагают вблизи шин, для чего используют специально спроектированное и изготовленное испытательное транспортное средство, самодвижущееся или прицепное. Испытания проводят с образцовыми шинами, устанавливаемыми на испытательное транспортное средство по очереди или одновременно. Для определения характеристик шума качения используют две разных образцовых шины.

Хотя микрофон закрепляют поблизости от источника шума качения, сигнал на выходе микрофона существенно зависит от того, какая часть излученного шума поглощается покрытием, что подтверждается как теоретическими расчетами (см. [2], [3]), так и испытаниями в ходе валидации метода (см. приложение D).

CPX-уровни определяют для одной или нескольких нормальных скоростей. Для этого испытания проводят на нормальной скорости или на иной скорости, но с последующим приведением результата к нормальной скорости движения.

Для каждой образцовой шины и для каждого пробега с использованием этой шины измеряют и регистрируют средние уровни звука на коротких (20 м) дорожных сегментах вместе со скоростью испытательной машины на каждом сегменте. В полученный результат вносят поправку для приведения к нормальной скорости движения. Усреднение проводят в зависимости от целей испытаний — по отдельному сегменту или по всему участку дороги.

Определяемый CPX-уровень $L_{CPX:\,t,v_{ref}}$ является результатом усреднения по минимум двум (обязательным) микрофонам с приведением к нормальной скорости v_{ref} для образцовой шины t, где t принимает значение P или H.

Если CPX-уровни определяют как для легковых автомобилей, так и для тяжелых транспортных средств, то рассчитывают показатель CPX $L_{CPX:I}$ с равными весовыми коэффициентами. Знание $L_{CPX:I}$ допускает возможность сравнения дорожных покрытий по одночисловому показателю.

В приложении J рассмотрены особенности применения метода в нетипичных условиях измерений.

6 Средства измерений

6.1 Шумомер

Шумомер должен удовлетворять требованиям к средствам измерений класса 1 по IEC 61672-1 для измерений в диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 315 до 5000 Гц. Используемый с шумомером микрофон должен быть калиброван в условиях свободного звукового поля.

Диаметр применяемого ветрозащитного экрана должен быть не менее 90 мм. Акустические свойства экрана ухудшаются по мере его загрязнения, поэтому состояние экрана требует постоянного контроля. При загрязнении ветрозащитного экрана его заменяют новым.

6.2 Средства частотного анализа

Частотный анализ проводят в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами по крайней мере от 315 до 5000 Гц, для чего используют третьоктавные фильтры, удовлетворяющие требованиям класса 1 по IEC 61260-1.

6.3 Акустический калибратор

Перед началом измерений по истечении времени стабилизации шумомера выполняют проверку коэффициента преобразования измерительной цепи от микрофона до показывающего устройства с использованием акустического калибратора (пистонфона). Данную проверку повторяют каждые четыре часа и по завершении измерений. Если для двух последовательных проверок показания шумомера изменились более чем на 0,5 дБ, то результаты измерений, полученные между этими проверками, считают недействительными.

Акустический калибратор должен удовлетворять требованиям класса 1 по IEC 60942.

6.4 Средство измерений скорости транспортного средства

Средство измерений должно обеспечивать измерение средней скорости транспортного средства на сегменте дороги с неопределенностью не более ±1 %.

Если скорость измеряют по частоте вращения колеса, то датчик оборотов не должен быть установлен на ведущей оси.

6.5 Средство определения местоположения транспортного средства

Для определения положения стартовой точки пробега может быть использована система глобального позиционирования, обеспечивающая точность определения положения в пределах ±5 м, или другие подходящие средства. Средства позиционирования позволяют идентифицировать сегмент дороги, по которому движется транспортное средство, а также при необходимости вернуть транспортное средство в исходную точку для повторного пробега.

6.6 Средство измерений температуры

Неопределенность измерения температуры воздуха и при необходимости дорожного покрытия не должна превышать ±1 °С. Применение инфракрасного термометра для измерений температуры воздуха не допускается.

6.7 Средство измерений нагрузки

Применяемые весы должны обеспечивать измерение нагрузки на шину с неопределенностью не более ±5 %.

6.8 Средство измерений давления в шинах

Применяемое средство измерений должно определять давление в испытательных шинах с неопределенностью не более ±4 %.

6.9 Поверка измерительного оборудования

Поверку акустического калибратора для подтверждения соответствия требованиям IEC 60942 проводят ежегодно. Поверку шумомеров или аналогичных измерительных систем для подтверждения соответствия требованиям IEC 61672-1 проводят не реже чем раз в два года. Поверочные работы осуществляет аккредитованная испытательная лаборатория. Для всех остальных средств измерений рекомендуется соблюдать межповерочный интервал, не превышающий двух лет.

7 Испытательные участки

При выборе места измерений следует учитывать следующие требования:

- должен быть обеспечен подъезд к испытуемому участку достаточной длины (не менее 10 м), чтобы до въезда на участок транспортное средство могло набрать нормальную скорость;
- длина участка без учета подъезда к нему должна составлять не менее 20 м, предпочтительно более 100 м;
- участок не должен включать в себя повороты с радиусом кривизны менее 250 м в случае скорости транспортного средства 50 км/ч и 500 м в случае скорости транспортного средства 80 км/ч;
- поверхность участка по всей ширине вплоть до расстояния 0,5 м от торца колеса с испытательной шиной должна быть одинаковой для всех траекторий движения колеса или по крайней мере иметь один и тот же акустический импеданс;
- фоновый шум на участке должен соответствовать требованиям по А.5;
- если для испытаний используют транспортное средство без кожуха, защищающего микрофон (см. 9.1), то части участка со звукоотражающей поверхностью в пределах 2 м от микрофона должны быть исключены из последующего анализа. Такие звукоотражающие поверхности могут быть у дорожных ограждений, разделительных дорожных и иных барьеров, насыпей, придорожных камней, припаркованных автомобилей, мостов, зданий и т. п. Указанное ограничение не применяют в случае транспортного средства с защитным кожухом, удовлетворяющим требованиям приложения А.

В отношении последнего требования значение 2 м выбрано из соображений предотвращения влияния множественных отражений между двумя жесткими поверхностями: боковой панелью транспортного средства (при ее наличии) и придорожного объекта. Если пользователь может показать, что для используемой конфигурации транспортного средства указанные отражения незначительны, то допустимое расстояние до придорожного объекта может быть уменьшено, но оно должно составлять не менее 1 м. Данные, использованные в обоснование уменьшения допустимого расстояния, должны быть отражены в протоколе испытаний.

8 Метеорологические условия

8.1 Ветер

Если используемое в испытаниях транспортное средство не имеет защитного кожуха для микрофона и испытательной шины, то в ходе измерений скорость ветра на уровне микрофона не должна превышать 5 м/с. При наличии кожуха допускается скорость ветра до 10 м/с.

Если изготовитель испытательного транспортного средства или пользователь могут доказать, что при движении транспортного средства в любом направлении скорость ветра, превышающая указанные значения, не влияет на результаты измерений, то установленные ограничения на скорость ветра можно не учитывать. В этом случае следует руководствоваться положениями А.3.2.

8.2 Температура и другие погодные условия

Измерения проводят только для сухой дорожной поверхности при температуре окружающего воздуха в следующих пределах в зависимости от климатической зоны:

- от 5 °С до 30 °С для зоны умеренно-континентального климата;
- от 10 °С до 35 °С для зоны тропиков и субтропиков.

Поверхность дорожного покрытия считают сухой, если время после выпадения осадков соответствует указанному в таблице F.1.

Примечание 1 — Допустимый диапазон температур зависит от материала дорожного покрытия. В климатических зонах с более теплым климатом используют битумы меньшей вязкости, в то время как при той же температуре воздуха в более холодной климатической зоне могут наблюдаться пятна битума на поверхности дороги.

Примечание 2 — В приложении F приведен простой метод оценки влажности воздуха в пустотах пористой поверхности дорожного покрытия.

9 Испытательное транспортное средство

9.1 Общая конструкция

Испытательное транспортное средство может быть одного из следующих типов:

- самодвижущееся с одной или двумя испытательными шинами на колесах, ось которых расположена близко относительно микрофонов;

- прицеп к отдельному транспортному средству. Одно или два колеса прицепа должны быть с испытательными шинами.

Испытательные шины могут быть закрыты (или не закрыты) кожухом, оставляющим необходимый зазор с дорогой, назначением которого является защита измерительного микрофона от внешнего шума и ветра.

Испытательное транспортное средство должно обеспечить по возможности максимальное соответствие требованиям к акустическим условиям на месте измерений, т. е. реализацию условия свободного звукового поля над звукоотражающей плоскостью, когда какие-либо отражения звука от иных поверхностей кроме поверхности дорожного покрытия, а также фоновый шум отсутствуют.

Далее рассмотрены требования и рекомендации, следование которым позволяет на практике обеспечить необходимые акустические условия.

Существуют три основных нежелательных источника, которые влияют на шум, распространяющийся от области контакта шин с дорогой к микрофону:

a) фоновый шум, неотъемлемый от проводимых испытаний, к которому можно отнести шум ветра и шум от буксировочного автомобиля;

b) фоновый шум от случайных источников, к которым можно отнести проходящие транспортные средства и придорожные объекты;

c) отражения звука от частей испытательного транспортного средства (например, вследствие недостаточного звукопоглощения кожухом или связанные с системой подвески).

Испытательное транспортное средство должно соответствовать требованиям приложения А (см. также 10.7 в отношении исключения из рассмотрения сегментов, для которых эти требования нарушаются).

9.2 Расположение и крепление микрофона

В измерениях используют по крайней мере два (обязательных) микрофона, работающих одновременно. Расположение обязательных микрофонов по отношению к испытательным шинам в статичном положении должно быть следующим (см. рисунок 1 и таблицу 2):

- расстояние по горизонтали от торца недеформированной части шины — (0,20 ± 0,01) м;
- высота над дорожным покрытием — (0,10 ± 0,01) м.

Точкой измерений считают центр диафрагмы микрофона. Рекомендуется располагать «передний» микрофон под углом 45°, а задний под углом 135° к направлению движения, как показано на рисунке 1. Однако при отсутствии защитного кожуха предпочтительной может быть ориентация, параллельная направлению движения, чтобы уменьшить потенциальное влияние завихрений потоков воздуха.

Дополнительно можно устанавливать микрофоны под углом 0°, 90° и 180° к направлению движения (см. рисунок 1), если пользователь желает получить более подробную картину распределения шума качения.

На рисунке 1 показано расположение микрофонов с левой стороны от колеса. Конструкция испытательного транспортного средства может допускать также расположение микрофонов с правой стороны, однако микрофоны в позициях *1* и *4* должны оставаться спереди (по направлению движения).

Крепление микрофонов должно быть жестким, не допускающим появления вибраций, которые могут повлиять на результаты измерений (см. [19]).

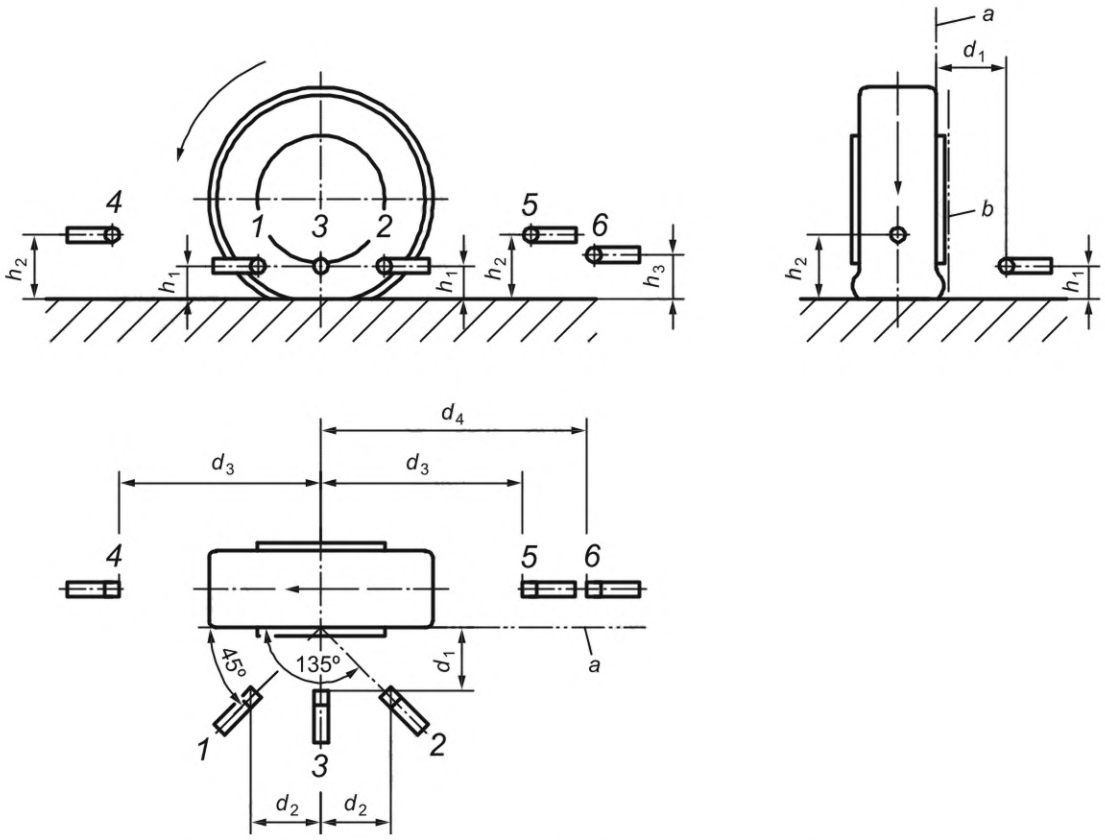
Примечание — Если используются шины, значительно отличающиеся по размерам от шин P1 и H1 по ISO/TS 11819-3, то следует иметь в виду, что измеренный уровень звука для микрофонов в позициях *4—6* будет сильно зависеть от расстояний (d_3 и d_4 на рисунке 1) между микрофонами и краями колеса. Если необходимо сравнивать шум для разных шин, то целесообразно поддерживать данные расстояния постоянными.

9.3 Требования к испытательному транспортному средству и подтверждение соответствия

Испытательное транспортное средство и измерительная система должны удовлетворять требованиям приложения А.

Дополнительному контролю подлежит фоновый шум (см. А.3), который необходимо оценить до проведения испытаний в следующих случаях:

- состояние шин самодвижущегося или прицепного транспортного средства существенно отличается от того, что было при последнем подтверждении соответствия. Это особенно важно для транспортных средств без защитного кожуха для микрофонов;
- используется буксировочный автомобиль другого типа, чем при последнем подтверждении соответствия.



a — торцевая плоскость недеформированной части шины; *b* — торцевая плоскость деформированной части шины; d_1, d_2, d_3, d_4 — расстояния от колеса, значения которых указаны в таблице 2; h_1, h_2, h_3 — расстояния от поверхности дороги, значения которых указаны в таблице 2; *1* — передний обязательный микрофон; *2* — задний обязательный микрофон; *3* — средний дополнительный микрофон; *4* — передний дополнительный микрофон; *5* — задний дополнительный микрофон; *6* — тыльный дополнительный микрофон

Рисунок 1 — Положение микрофонов при измерениях

Таблица 2 — Положение микрофонов согласно рисунку 1 Размеры в метрах

Микрофоны	h_1	h_2	h_3	d_1	d_2	d_3	d_4
1, 2	0,10			0,20	0,20		
3	0,10			0,20	0,00		
4, 5		0,20				0,65	
6			0,15				0,80

9.4 Образцовые шины

Образцовые шины представляют собой испытательные шины с заданными воспроизводимыми характеристиками, представительные с точки зрения шума качения, производимого транспортными средствами.

Стандартные испытательные шины P1 и H1 установлены ISO/TS 118193. В зависимости от целей измерений используют образцовые шины одного или обоих типов.

Для исследовательских испытаний или испытаний в специальных целях могут быть использованы шины, отличные от P1 и H1. В этом случае сведения о применяемых шинах должны быть отражены в протоколе испытаний.

Примечание — Применение образцовых шин, а не комбинации шин разных моделей, представленных на рынке, является предпочтительным, поскольку обеспечивает возможность обращения к стандартизованным и доступным средствам испытаний на долгом периоде времени, а также облегчает сопоставление результатов, полученных испытательными лабораториями по всему миру.

Вместе с тем в отдельных странах вместо шин P1 и H1 допускается применение других образцовых шин, которые в большей степени соответствуют местным условиям или приспособлены к имеющимся CPX-системам, если требования к этим образцовым шинам установлены соответствующими нормативными документами. Получаемые при испытаниях с этими шинами значения L_{CPX} могут быть приведены к значениям, которые соответствуют шинам P1 и H1, но применять приведенные значения следует только для ориентировочного сопоставления полученных данных.

9.5 Твердость резины протектора

Твердость резины испытательной шины следует проверять каждые три месяца. Соответствующий метод испытаний установлен ISO/TS 11819-3.

9.6 Установка шины

Шину устанавливают на диск колеса с выполнением одного из следующих условий:

- в соответствии с указанным направлением вращения;
- в соответствии с нанесенной наружной маркировкой;
- торцовая часть шины с маркировкой (включая дату производства) обращена к измерительному микрофону.

Выбранный способ установки должен оставаться неизменным на всем периоде использования образцовой шины.

9.7 Обкатка шин

Обкатку шин выполняют в соответствии с ISO/TS 11819-3.

10 Проведение измерений

10.1 Подготовка к измерениям

Следует регулярно проверять положение измерительного микрофона, например при замене шины или при проверке его коэффициента преобразования. Если испытания проводят с самодвижущимся транспортным средством, то положение микрофона определяют для нормальных условий применения транспортного средства, т. е. с водителем и, возможно, оператором на их рабочих местах, с нормальным количеством топлива в баке и т. п.

Перед измерениями шины должны быть разогреты до нормальной рабочей температуры. Это достигается посредством совершения транспортным средством движения в течение не менее 15 мин на представительной или нормальной скорости, если она не превышает 80 км/ч, и не менее 10 мин на более высоких скоростях.

Перед проведением измерений проверяют целостность протектора шин и отсутствие в них посторонних включений. Все посторонние предметы и грязь на протекторе удаляют до испытаний, а при необходимости также в ходе испытаний.

10.2 Измерения звука

С помощью каждого микрофона измеряют эквивалентный уровень звука для каждой третьоктавной полосы со среднегеометрическими частотами от 315 до 5000 Гц с усреднением по всем дорожным сегментам длиной 20 м.

Результат измерений в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой f микрофоном в позиции m при r-м пробеге по i-му сегменту w-й траектории колеса на нормальной скорости v_{ref} с использованием шин t обозначают $L_{CPX:t,w,r,i,f,m,v_{ref}}$.

10.3 Измерения для типичного участка дороги

Если целью измерений является определение CPX-уровня, представительного для некоторого участка дороги (т. е. нескольких последовательных сегментов), то должны быть соблюдены следующие требования.

После исключения сегментов, для которых не выполнены требования испытания (например, по уровню фонового шума или слишком большим изменениям скорости) и число которых не может превышать половины всех сегментов на данном участке, число оставшихся сегментов, для которых измерения были проведены с соблюдением требований испытаний, должно быть не менее пяти.

Для каждых заданных условий испытаний должны быть выполнены как минимум два пробега для одной или двух колесных траекторий на данном участке. Если для двух начальных пробегов с одной шиной результаты измерения эквивалентного уровня звука во всем диапазоне частот измерений различаются более чем на 0,5 дБ, то с той же шиной должно быть выполнено еще не менее двух пробегов. За окончательный результат для данной шины принимают среднее по всем пробегам или направлениям движения.

Примечание 1 — Если проводят одновременные измерения для двух колесных траекторий, то расхождение более 0,5 дБ может быть связано с систематическим эффектом вследствие разных акустических характеристик на двух траекториях.

Если вследствие дорожного трафика скорость движения становится слишком высокой или слишком низкой, т. е. не удовлетворяющей требованиям 10.8.2, то данные измерений для этих скоростей из рассмотрения исключают.

Примечание 2 — Положения настоящего подраздела не применяют в отношении обзорных исследований, описанных в приложении G.

10.4 Увеличение числа пробегов для коротких участков

Рассматриваемый участок дороги должен включать в себя не менее пяти сегментов. Если общая длина участка с учетом необходимого подъезда к нему (см. раздел 7) менее 100 м (но не менее 20 м), то для соблюдений требований настоящего стандарта должно быть увеличено число пробегов по данному участку так, чтобы общая длина пробегов, во время которых проводят измерения, была не менее 200 м. Число повторных пробегов и длину каждого отдельного пробега указывают в протоколе испытаний.

10.5 Положение транспортного средства по ширине дороги

Если иное не определено заказчиком, измерения проводят для одной или двух траекторий движения колеса. Выбор (если измерения проводят только для одной траектории) может быть обусловлен соображениями безопасности. Выбранная траектория (левое или правое колесо) должна быть указана в протоколе испытаний.

Если целью испытания является, например, определение неоднородности дорожного покрытия по ширине дороги, то измерения могут быть выполнены при иных положениях транспортного средства. В этом случае следует четко указать привязку результата измерений к положению испытательной шины по ширине дороги.

См. также F.3.

10.6 Положение транспортного средства в продольном направлении

Позиционирование транспортного средства вдоль дороги (на заданных участках) обычно определяется требованиями заказчика. При этом рекомендуется следовать положениям 6.5.

10.7 Фоновый шум

Даже если испытательное транспортное средство изготовлено в соответствии с рекомендациями приложения E и его характеристики подтверждены в соответствии с приложением A, остаются источники, которые могут повлиять на измеряемый шум, включая:

- шум ветра (особенно в случае отсутствия защитных кожухов);
- шум от посторонних источников (проходящих автомобилей, отражения от придорожных объектов).

Возможные источники фонового шума и средства снижения его влияния рассмотрены в F.4.

Дорожные сегменты, для которых уровень фонового шума превышает установленное значение или для которых существует вероятность такого превышения, должны быть помечены с целью последующего анализа (см. раздел 11) или же сразу исключены из рассмотрения.

10.8 Скорость испытательного транспортного средства

10.8.1 Нормальная скорость

Нормальная скорость должна быть равна одному из следующих значений: 50, 80 или 110 км/ч. Выбранное значение нормальной скорости должно быть зарегистрировано.

10.8.2 Скорость движения во время испытаний

Для каждого пробега измеряют действительную скорость движения транспортного средства. Определяют среднюю скорость движения для каждого сегмента.

Отклонения скорости движения на каждом сегменте от нормальной скорости не должно превышать ±15 %. Кроме того, средняя скорость по всем пробегам и по всему испытуемому участку дороги для

данной шины не должна отличаться от нормальной скорости более чем на ±5 %. Для приведения результатов измерений к нормальной скорости движения вносят соответствующие поправки (см. раздел 11).

Для уменьшения влияния фонового шума (особенно в случае самодвижущегося транспортного средства) рекомендуется осуществлять движение транспортного средства на высшей передаче.

10.9 Нагрузка на испытательную шину

Статическая нагрузка на испытательную шину — (3200 ± 200) Н.

10.10 Давление в шине

Давление в испытательной шине в холодном состоянии, т. е. когда шина еще не прогрета и ее температура близка к температуре окружающего воздуха, должно составлять (200 ± 10) кПа. Если текущее значение давления в шинах существенно отличается от указанного значения, то после накачивания шины или спускания из нее заполняющего газа приблизительно через 2 мин следует выполнить повторное измерение давления. Шина в это время должна оставаться в состоянии покоя.

Предпочтительным газом для накачивания шины является азот, поскольку при этом уменьшаются утечки газа и следовательно упрощается процедура контроля давления. Кроме того, при использовании азота замедляются изменения химического состава шины, а при прогреве шины давление изменяется меньше, чем если бы шина была накачана воздухом с некоторой относительной влажностью (см. [4]).

Альтернативой азоту является сухой воздух (т. е. воздух с минимальной влажностью, поскольку влажность воздуха влияет на стабильность давления в шине).

При невозможности использования ни азота, ни сухого воздуха шину накачивают обычным воздухом.

Числовые значения в отношении нагрузки на шину (10.9) и давления в шине применяют только для шин P1 и H1. При использовании других шин может потребоваться коррекция давления внутри шины на ее нагрузку (см., например, приложение 3, параграфы 2.5.2 и 2.5.3 в [18]).

10.11 Измерения температуры

10.11.1 Общие положения

Обязательными являются измерения температуры воздуха, в то время как измерения температуры дорожной поверхности носят рекомендательный характер.

Измерения температуры, непрерывные или периодические, проводят близко по времени к измерениям звука. Результаты измерений округляют с точностью до 1 °С.

Непрерывные измерения температуры предпочтительны. Это позволяет лучше синхронизовать измерения температуры с измерениями уровня, присвоить результатам измерений температуры индексы, аналогичные индексам для уровня звука.

Если измерения температуры выполняют периодически, то продолжительность измерений должна быть достаточной для стабилизации показаний. Измерения следует проводить по крайней мере для каждого испытуемого участка дороги в месте, представительном для данного участка.

Рекомендуется датчик температуры размещать на испытательном транспортном средстве. Если это невозможно или нецелесообразно из практических соображений, то температуру измеряют как можно ближе к траектории колеса транспортного средства с учетом требований безопасности.

При наличии по сторонам дороги высотных зданий измерения температуры дорожного покрытия могут оказаться более надежными, чем измерения температуры воздуха (см. [5]). В таких обстоятельствах рекомендуется выполнять оба измерения.

Примечание — Температура дорожного покрытия может существенно изменяться вдоль дороги из-за тени, отбрасываемой деревьями, холмами, зданиями и т. п., а также из-за ветров, дующих в поперечном направлении, и светопоглощающих свойств покрытия.

10.11.2 Измерения температуры воздуха

Датчик температуры располагают на высоте от 0,5 до 1,5 м от поверхности дороги таким образом, чтобы он свободно обдувался воздухом, но был защищен от прямых солнечных лучей (например, с помощью соответствующего экрана).

10.11.3 Измерения температуры дорожной поверхности

Датчик размещают в месте, представительном с точки зрения температуры дорожной поверхности для данной траектории колеса.

10.12 Краткая сводка по измерениям

Все основные измеряемые параметры и условия их измерений приведены в приложении I.

11 Анализ результатов измерений

11.1 Процедура расчетов

Основным результатом измерений является полученное значение $L_{CPX:t,v_{ref}}$. Если испытания были проведены с образцовыми шинами по ISO/TS 11819-3, то на основе результатов отдельных измерений $L_{CPX:t,w,r,i,f,m,v_{ref}}$ могут быть рассчитаны уровни $L_{CPX:P}$ и $L_{CPX:H}$, а затем $L_{CPX:I}$. Подробно этапы расчетов описаны в приложении С, а в приложении N приведена блок-схема измерений и анализа.

Кратко процедура расчетов может быть описана следующим образом:

a) по сигналам с переднего и заднего микрофонов (микрофоны в позициях *1* и *2* на рисунке 1) рассчитывают энергетически усредненные эквивалентные уровни звукового давления в третьоктавных полосах частот;

b) вносят поправку $C_{d,f}$ (см. А.2);

c) по результатам измерений в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами от 315 до 5000 Гц рассчитывают эквивалентный уровень звука (этот этап пропускают, если конечный результат должен быть представлен в виде третьоктавного спектра);

d) вносят поправку на отклонение скорости движения транспортного средства от нормального, используя коэффициент поправки *B*, который принимает значения:

- *B* = 25 для пористого покрытия, недавно уложенного или находящегося в эксплуатации некоторое время, но в хорошем состоянии,
- *B* = 30 для пористого покрытия с забитыми порами, водопроницаемого покрытия или покрытия из плотного асфальта,
- *B* = 35 для цементобетонного (непористого) дорожного покрытия,
- *B* = 30 для покрытий других типов, включая случаи, когда тип покрытия точно не известен.

В качестве руководства по определению типа покрытия в неясной ситуации можно принять следующее. Покрытие считают пористым (с открытыми порами) при остаточной пористости более 18 %. Если эта характеристика неизвестна, то принимают *B* = 30.

Опыт показывает, что коэффициент *B* может изменяться в пределах от 20 до 40 в зависимости от типов испытательной шины и покрытия. Пользователь может сам определить значение этого коэффициента, проведя измерения для имеющегося сочетания шин и покрытия. Однако такие измерения будут обладать большой неопределенностью, что делает выбор *B* = 30 в неясных ситуациях предпочтительным вариантом. Составляющая неопределенности, связанная с этим выбором, будет незначительна по сравнению с общим вкладом других источников неопределенности, поэтому пользователю надлежит следовать вышеприведенному руководству;

e) вносят поправку γ_t на отклонение от нормальной температуры. Для шин P1 и H1 значение поправки приведено в ISO/TS 13471-1. Для шин других типов эта поправка должна быть определена при выборе типа.

Примечание 1 — Следует иметь в виду, что при отклонении на 10 °С поправка может достигать 1 дБ (см. [17]). Таким образом, при невнесенной поправке погрешность измерения может быть весьма велика;

f) вносят поправку β_t на отклонение твердости резины шин от нормальной. Значение поправки приведено в ISO/TS 11819-3;

g) исключают из анализа сегменты дороги, для которых уровень измеряемого шума заведомо искажен порывами ветра или шумом от проходящих транспортных средств (см. F.4);

h) находят арифметическое среднее по оставшимся сегментам;

i) рассчитывают CPX-уровень L_{CPX} арифметическим усреднением по пробегам для одной или двух траекторий движения колеса в зависимости от того, как были организованы испытания;

j) рассчитывают $L_{CPX:P}$, $L_{CPX:H}$ или $L_{CPX:I}$ для образцовых шин P1 и H1 и нормальной скорости движения.

Дополнительно могут быть получены результаты в третьоктавных полосах частот, для чего этап расчетов по перечислению c) опускают.

Между общими уровнями, рассчитанными по третьоктавным полосам и в соответствии с вышеописанной процедурой, будет небольшое расхождение (для примера см. таблицу С.1) Рекомендуется оценить это расхождение и в общий уровень, рассчитанный по спектру, внести соответствующую поправку. В большинстве случаев, однако, эта поправка не будет превышать нескольких десятых долей децибела.

Примечание 2 — Указания по внесению всех поправок и процедурам усреднения приведены в 11.2—11.4. При отступлении от этих указаний результаты измерений могут быть искажены. При реализации формул этих подразделов соответствующим программным обеспечением можно ожидать получения воспроизводимых результатов измерений.

11.2 Расчеты общего уровня

11.2.1 Общие положения

Вначале энергетическим усреднением вычисляют спектральные составляющие с коррекцией по частотной характеристике A $L'_{\mathrm{CPX:t,w,r,i,f}}$, дБ, по сигналам с микрофонов в позициях m = 1 и m = 2 по формуле

$$L'_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f} = 10 \cdot \lg\left[0{,}5\left(10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,1}\right)} + 10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,2}\right)}\right)\right]. \quad (1)$$

После этого для каждой частотной составляющей вносят поправку $C_{\mathrm{d},f}$ и рассчитывают общий уровень в диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 315 до 5000 Гц с внесением поправок на скорость, температуру и твердость покрытия на сегменте дороги по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,v_{\mathrm{ref}}} = 10 \cdot \lg\left[\sum_{f=315}^{5\,000} 10^{0{,}1\left(L'_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f} + C_{\mathrm{d},f}\right)}\right] - B \cdot \lg\left(\frac{v_{\mathrm{t},w,r,i}}{v_{\mathrm{ref}}}\right)\mathrm{dB} - \gamma_{\mathrm{t}} \cdot \left(T_i - 20\ ^{\circ}\mathrm{C}\right) - \beta_{\mathrm{t}}\left(H_{\mathrm{A}} - H_{\mathrm{ref}}\right). \quad (2)$$

Нормальное значение твердости резины и коэффициенты β_{t} для образцовых шин P1 и H1 приведены в ISO/TS 11819-3.

Значение температурного коэффициента γ_{t} (отрицательное) для образцовых шин P1 и H1 (одно и то же) приведено в ISO/TS 13471-1.

После этого выполняют усреднение по сегментам, траекториям движения колес и пробегам одним из следующих двух способов:

a) способ A: сначала усредняют по сегментам по одному пробегу, а затем по траекториям левого и правого колеса (w = 1, 2);

b) способ B: Сначала усредняют по каждому сегменту по каждому колесу (w = 1, 2), а затем по всем сегментам для одного пробега.

Способ A применяют, когда измерения проводят только для одной шины, а случай B (несколько более сложный в реализации) — для двух шин на разных колесах одновременно.

11.2.2 Способ A

Рассчитывают CPX-уровень для шины t и данной нормальной скорости v_{ref} по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},v_{\mathrm{ref}}} = \frac{1}{n_w}\sum_{w=1}^{n_w}\left[\frac{1}{n_r}\sum_{r=1}^{n_r}\left(\frac{1}{n_i}\sum_{i=1}^{n_i} L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,v_{\mathrm{ref}}}\right)\right]. \quad (3)$$

11.2.3 Способ B

Рассчитывают CPX-уровень для шины t и данной нормальной скорости v_{ref} по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},v_{\mathrm{ref}}} = \frac{1}{n_r}\sum_{r=1}^{n_r}\left[\frac{1}{n_i}\sum_{i=1}^{n_i}\left(\frac{1}{2}\sum_{w=1}^{2} L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,v_{\mathrm{ref}}}\right)\right]. \quad (4)$$

11.2.4 Представление CPX-уровней

CPX-уровень для легкового автомобиля, например для нормальной скорости, равной 80 км/ч, с шинами P1 (ISO/TS 11819-3) выражают как

$$L_{\mathrm{CPX:P},v_{\mathrm{ref}}} = L_{\mathrm{CPX:P1,80}}. \quad (5)$$

Соответственно, для тяжелого транспортного средства с шинами H1 (ISO/TS 11819-3) и той же нормальной скоростью 80 км/ч CPX-уровень выражают как

$$L_{\mathrm{CPX:H},v_{\mathrm{ref}}} = L_{\mathrm{CPX:H1,80}}. \quad (6)$$

Для смешанного трафика возможно получение комбинированного CPX-уровня, как показано в приложении M.

11.3 Расчеты в третьоктавных полосах

11.3.1 Общие положения

Для расчетов в третьоктавных полосах процедура будет несколько иной, поскольку в этом случае нет суммирования по полосам частот. Первым шагом также будет энергетическое усреднение для спектральных составляющих $L'_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f}$, дБ, по сигналам с микрофонов в позициях $m = 1$ и $m = 2$, выполняемое по формуле

$$L'_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f} = 10 \cdot \lg\left[0{,}5\left(10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,1}\right)} + 10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,2}\right)}\right)\right]. \quad (7)$$

После этого вносят поправки $C_{\mathrm{d},f}$, на скорость, температуру и твердость покрытия на сегменте дороги по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,v_{\mathrm{ref}}} = L'_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f} + C_{\mathrm{d},f} - B \cdot \lg\left(\frac{v_{\mathrm{t},w,r,i}}{v_{\mathrm{ref}}}\right) - \gamma_{\mathrm{t}} \cdot \left(T_i - 20\ ^{\circ}\mathrm{C}\right) - \beta_{\mathrm{t}} \cdot \left(H_{\mathrm{A}} - H_{\mathrm{ref}}\right). \quad (8)$$

Нормальное значение твердости резины и коэффициенты β_{t} для образцовых шин P1 и H1 приведены в ISO/TS 11819-3.

Значение температурного коэффициента γ_{t} (отрицательное) для образцовых шин P1 и H1 (одно и то же) приведено в ISO/TS 11819-1.

После этого выполняют усреднение по сегментам, траекториям движения колес и пробегам способом A или B.

11.3.2 Способ A

Рассчитывают CPX-уровень для шины t и данной нормальной скорости v_{ref} в данной третьоктавной полосе частот по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},f,v_{\mathrm{ref}}} = \frac{1}{n_w}\sum_{w=1}^{n_w}\left[\frac{1}{n_r}\sum_{r=1}^{n_r}\left(\frac{1}{n_i}\sum_{i=1}^{n_i} L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,v_{\mathrm{ref}}}\right)\right]. \quad (9)$$

11.3.3 Способ B

Рассчитывают CPX-уровень для шины t и данной нормальной скорости v_{ref} в данной третьоктавной полосе частот по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},f,v_{\mathrm{ref}}} = \frac{1}{n_r}\sum_{r=1}^{n_r}\left[\frac{1}{n_i}\sum_{i=1}^{n_i}\left(\frac{1}{2}\sum_{w=1}^{2} L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,v_{\mathrm{ref}}}\right)\right]. \quad (10)$$

11.4 Поправка в общий уровень при расчетах по третьоктавным полосам

Из-за разного порядка арифметического и энергетического суммирования результаты расчетов $L_{\mathrm{CPX:t},v_{\mathrm{ref}}}$ в соответствии с 11.2 и 11.3 будут отличаться на величину $\Delta L_{\mathrm{t},v_{\mathrm{ref}}}$ [см. С.8 и формулу (С.10)]. Чтобы исключить это расхождение, в результат измерений CPX-уровня для каждой третьоктавной полосы следует внести поправку по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:t},f,v_{\mathrm{ref}}(\mathrm{corr})} = L_{\mathrm{CPX:t},f,v_{\mathrm{ref}}} + \Delta L_{\mathrm{t},v_{\mathrm{ref}}}. \quad (11)$$

11.5 Акустическая изменчивость

Акустическая изменчивость характеризует неоднородность акустических свойств дорожного покрытия. При необходимости акустическую изменчивость s_{t} рассчитывают в соответствии с приложением H.

Значение s_{t} отражают в протоколе испытаний вместе с указанием длины испытуемого участка дороги и примененного метода расчета.

12 Неопределенность измерения

Результаты измерений, получаемые в соответствии с настоящим стандартом, подвержены влиянию нескольких факторов, что обусловливает возможный разброс результатов при измерениях одной и той же величины. Источники и природа этих факторов известны не в полной мере. В связи с этим для оценки характеристик разброса используется общий подход к расчету неопределенности измерения, установленный ISO/IEC Guide 98-3.

В соответствии с ISO/IEC Guide 98-3 вначале идентифицируют каждый значимый источник неопределенности и по возможности в результат измерений вносят необходимые поправки. Согласно ISO/IEC Guide 98-3 рассмотрению подлежат следующие источники неопределенности:

- условия измерений;
- применяемые средства измерений;
- внешние возмущения.

Пример количественной оценки неопределенности измерения приведен в приложении К.

Общий вид модели измерений CPX-уровня $L_{CPX:t,v_{ref}}$ при заданной нормальной скорости v_{ref} для шины t может быть представлен формулой

$$L_{CPX:t,v_{ref}} = L_{CPX:t,v_{ref}}(\text{det}) + \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6, \quad (12)$$

где $L_{CPX:t,v_{ref}}$ — измеряемая величина;

$L_{CPX:t,v_{ref}}(\text{det})$ — результат измерений CPX-уровня, выполненных в соответствии с настоящим стандартом;

δ_1 — входная величина, обусловленная вариациями процедуры измерений;

δ_2 — входная величина, связанная с применяемыми средствами измерений звука и скорости;

δ_3 — входная величина, связанная с изменчивостью условий окружающей среды;

δ_4 — входная величина, определяемая фоновым шумом от сторонних источников;

δ_5 — входная величина, связанная с применяемым испытательным транспортным средством и буксировочным автомобилем;

δ_6 — входная величина, связанная с выбором образцовой шины. В случае применения образцовой шины по ISO/TS 11819-3 вклад данного источника неопределенности оценивают в соответствии с указанным документом. В случае применения шины, не описанной в ISO/TS 11819-3, этот вклад оценивает пользователь.

Оценку входных величин модели измерений выполняет лицо, проводящее измерения, в соответствии с ISO/IEC Guide 98-3. Эта оценка может быть основана на имеющихся статистических данных, известных допусков на пределы их изменения или экспертных суждений. Информация, необходимая для оценки общей неопределенности, включая коэффициенты чувствительности c_j, которые получают из модели измерений, приведена в таблице 3.

Измеряемая величина, которую обычно обозначают y и которой в данном случае является CPX-уровень, связана с входными величинами x_j функциональной зависимостью вида $L_{CPX} = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$. Неопределенности, приписываемые входным величинам, определяют неопределенность измеряемой величины.

Суммарную стандартную неопределенность для y рассчитывают по формуле

$$u(y) = \sqrt{\sum_{j=1}^{6} \left(c_j u_j\right)^2}, \quad (13)$$

где c_j — коэффициент чувствительности для входной величины x_j, $c_j = \dfrac{\partial f}{\partial x_j}$;

u_j — стандартная неопределенность входной величины x_j.

Расширенную неопределенность U получают умножением стандартной неопределенности $u(y)$ на соответствующий коэффициент охвата k, который выбирают исходя из заданной вероятности охвата (см. ISO/IEC Guide 98-3).

Таблица 3 — Форма бюджета неопределенности для определения CPX-уровня

Входная величина	Оценка входной величины	Приписанное распределение вероятностей	Стандартная неопределенность, u_j	Коэффициент чувствительности, c_j	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
δ_1	0	Нормальное		1	
δ_2	0	Нормальное		1	
δ_3	0	Нормальное		1	

Окончание таблицы 3

Входная величина	Оценка входной величины	Приписанное распределение вероятностей	Стандартная неопределенность, u_j	Коэффициент чувствительности, c_j	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
δ_4	0	Асимметричное		1	
δ_5	0	Асимметричное		1	
δ_6	См. ISO/TS 11819-3				
Суммарная стандартная неопределенность $u(y)$					

Подробный перечень стандартных неопределенностей и соответствующих коэффициентов чувствительности с их типичными оценками приведен в К.4. На основе этих оценок можно считать типичным значением суммарной стандартной неопределенности при измерениях CPX-уровня 0,5 дБ.

В таблице 4 приведены расширенные неопределенности для разных значений вероятности охвата и соответствующих им коэффициентов охвата по данным таблицы К.1.

Таблица 4 — Расширенные неопределенности для заданных вероятностей охвата (на основе таблицы К.1)

Коэффициент охвата k	Вероятность охвата, %	Расширенная неопределенность, дБ
1,3	80	0,7
2,0	95	1,0

Примечание 1 — В данных таблицы 4 не учтена неопределенность, связанная с образцовыми шинами (см. ISO/TS 11819-3).

Примечание 2 — Вносимая поправка на температуру зависит от типа используемых шин. В настоящем стандарте оценка неопределенности приведена в предположении, что поправка внесена для шин Р1.

Примечание 3 — Данные таблицы 4 применимы только для случая обязательных положений микрофона $m = 1$ и $m = 2$. Использование микрофонов в других положениях может быть связано с дополнительными неопределенностями.

13 Оценка повторяемости и воспроизводимости результатов измерений

Если метод измерения CPX-уровня используют для подтверждения соответствия акустических свойств дорожного покрытия заданным требованиям, то данный метод должен проходить регулярную проверку на повторяемость и воспроизводимость получаемых результатов в соответствии с ISO 5725-2. При этом предполагается, что дисперсия воспроизводимости является суммой дисперсии повторяемости и дисперсии лабораторного смещения. В этом случае математическая модель имеет вид

$$Y = \mu + b + E, \tag{14}$$

где Y — измеряемая величина;

μ — среднее для генеральной совокупности результатов измерений;

b — лабораторное смещение для измерений, выполненных в условиях повторяемости;

E — случайная величина, характеризующая разброс результатов в условиях повторяемости.

Оценку дисперсии величины b получают в результате межлабораторных испытаний (см. ISO 5725-2).

14 Регистрируемые данные

В протокол испытаний должны быть включены следующие сведения (если только напротив них нет пометки «дополнительно»).

Общая информация

1) Дата и время начала и окончания измерений.

2) Организация и сотрудники, проводившие измерения.

3) Цель измерений.

4) Тип испытательного и измерительного оборудования (включая испытательное транспортное средство и дополнительные испытательные шины, акустический калибратор, шумомер или другое

средство измерения уровня звука, средства измерений скорости, температуры и влажности воздуха, микрофоны с указанием их положения во время измерений).

5) Сведения о подтверждении соответствия транспортного средства требованиям приложения А с приложением подтверждающего документа.

Расположение и внешний вид испытуемого участка дороги

6) Расположение места испытаний и информация о положении траектории движения колеса по ширине дороги (полосе движения), длина испытуемого участка с указанием его начала и конца. По возможности следует указывать географические координаты начала и конца участка.

Тип и конструкция испытуемого дорожного покрытия

7) Тип дорожного покрытия (плотный асфальтобетон, асфальтобетон с щебеночно-мастичным верхним слоем и пр.), включая его стандартизованное или другое обычно используемое обозначение, максимальный размер частиц материала дорожного покрытия, толщина поверхностного слоя, остаточная пористость, коэффициент звукопоглощения (в зависимости от доступности данной информации).

Фотография представительного участка поверхности 100 × 150 мм с указанием масштаба (дополнительно).

8) Глубина впадин профиля макрошероховатости дорожного покрытия согласно [23] (дополнительно).

9) Документ о подтверждении соответствия покрытия установленным требованиям от дорожного подрядчика (дополнительно).

Состояние испытуемой поверхности и факторы внешней среды

10) Срок эксплуатации покрытия и проведенное техническое обслуживание (при наличии).

11) Примененная специальная обработка поверхности (при необходимости).

12) Обнаруженные нарушения однородности поверхности (колеи, рытвины, расслоения).

13) Число дней, прошедших с момента последнего выпадения осадков (только в случае пористых поверхностей и при наличии данной информации).

14) Средняя температура воздуха (обязательно) и средняя температура дорожного покрытия (дополнительно) во время испытаний на каждом участке дороги.

Шины и другие условия испытаний

15) Примененные испытательные шины с указанием их идентификационных данных и даты изготовления.

16) Температура воздуха (и температура участков дорожного покрытия, если измерялась) с примененным коэффициентом поправки на температуру γ_t.

17) Твердость резины протектора испытательной шины (по измерениям не более чем трехмесячной давности).

18) Число пробегов, по которым проводилось усреднение для получения L_{CPX}.

19) Примененное значение нормальной скорости v_{ref}.

20) Средняя скорость движения транспортного средства по испытательному участку.

Результаты измерений и расчетов шумовых характеристик

21) $L_{CPX:t,v_{ref}}$ ($L_{CPX:P,v_{ref}}$ и $L_{CPX:H,v_{ref}}$) для каждой испытательной шины для нормальной скорости v_{ref} с внесенной поправкой на температуру.

22) $L_{CPX:I,v_{ref}}$ (дополнительно).

23) Акустическая изменчивость s_t (дополнительно; см. Н.2).

24) Расширенная неопределенность с указанием примененного коэффициента охвата (дополнительно).

Другие сведения

25) Примененный коэффициент поправки на скорость *B*.

26) Частотный спектр, рассчитанный в соответствии с формулой (10) (дополнительно).

27) Специальные меры, принятые для обеспечения соответствия требованиям настоящего стандарта.

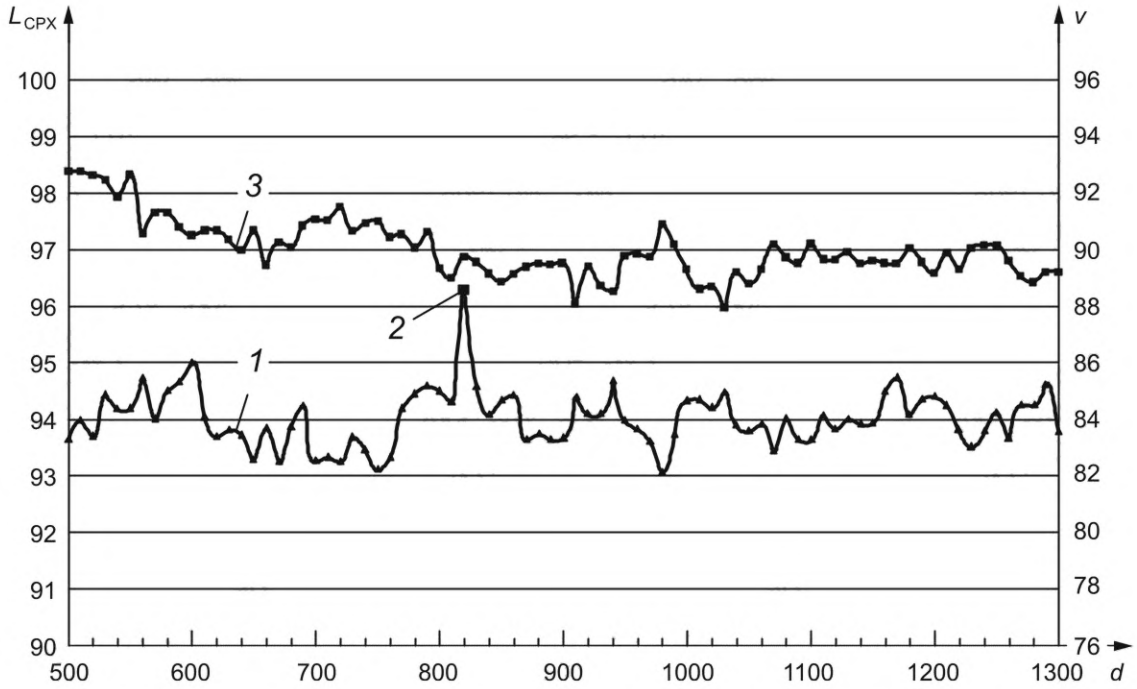
Графики и таблицы (дополнительно)

28) Запись скорости движения транспортного средства на участке.

29) Записи L_{CPX} для одной или двух образцовых шин на испытательном участке (для одного пробега или среднего по пробегам).

Пример протокола испытаний приведен в приложении О.

На рисунке 2 показан пример записи L_{CPX} одного пробега вдоль 800-метрового участка с отметками для каждого 20-метрового сегмента, на которой показан один сегмент с недостоверными данными. Усреднение по данной записи (как правило, для усреднения необходимо минимум два пробега) дает CPX-уровень.



L_{CPX} — уровень звука, дБ; v — скорость, км/ч; d — расстояние, м; *1* — запись $L_{CPX:P1,90}$; *2* — исключаемый сегмент; *3* — скорость движения транспортного средства

Примечание — По левой вертикальной шкале отложены значения уровня звука, по правой — скорости. Транспортное средство двигалось с номинальной скоростью 90 км/ч, не совпадающей ни с одной из нормальных скоростей, указанных в настоящем стандарте.

Рисунок 2 — Пример записей L_{CPX} с внесенной поправкой на скорость и скорости движения транспортного средства на 800-метровом участке дороги с разбивкой по 20-метровым сегментам

Приложение А
(обязательное)

Подтверждение соответствия испытательного транспортного средства

А.1 Общие положения

Во время испытаний шум от силовой установки самодвижущегося испытательного транспортного средства или буксировочного транспортного средства должен быть ниже уровня, установленного настоящим приложением для фонового шума. Также должны соответствовать требованиям настоящего приложения условия отражения шума от элементов испытательного транспортного средства, включая защитные кожухи. Для обеспечения выполнения указанных требований в настоящем приложении приведены требования к конструкции испытательного транспортного средства.

Характеристики транспортного средства, также как и применяемой измерительной системы, должны быть подтверждены до начала их применения в целях настоящего стандарта.

Впоследствии характеристики защитного кожуха, шин и регулировки углов установки колес подтверждают не реже чем раз в два года. При необходимости перед процедурой подтверждения изношенные или поврежденные элементы испытательного транспортного средства могут быть заменены.

В отношении двух обязательных микрофонов требования установлены к усредненным данным, однако регистрации подлежат результаты измерений каждым микрофоном в отдельности. Установленные требования должны быть соблюдены также в отношении микрофонов, установленных в дополнительных позициях. Описание испытаний на подтверждение соответствия и их результаты должны находиться в публичном доступе.

А.2 Отражения звука от защитного кожуха (при его наличии) и других объектов вблизи микрофонов

А.2.1 Требования

В процессе испытаний определяют влияние отражений звука на результаты измерений уровней звукового давления в диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 315 до 5000 Гц. Звук может отражаться от защитного кожуха, охватывающего микрофон и испытательную шину, или от других объектов, таких как колесная ось, рама или держатель микрофона, расположенных вблизи микрофона. Отражения от испытуемой шины и от поверхности испытуемого дорожного покрытия во внимание не принимают. Результат испытаний регистрируют для каждой третьоктавной полосы.

В каждой из третьоктавных полос нежелательные отражения не должны изменять результат измерений более чем на 3,0 дБ.

См. также приложение Е.

А.2.2 Метод испытаний

Для проведения испытаний колесо с испытательной шиной заменяют искусственным источником звука, имеющим приблизительно такую же геометрию тела и схожую геометрию излучения звука, при которой основной источник излучения расположен близко к переднему и заднему краям области контакта шины с дорогой. Описание искусственного источника звука приведено в А.2.3.

Микрофоны и искусственный источник звука целесообразно закрепить на одной звукоотражающей площадке, обеспечив тем самым их фиксированное положение друг относительно друга. После этого выполняют следующую последовательность действий:

- при положении всех элементов испытательного транспортного средства, какое они занимают во время измерений в соответствии с настоящим стандартом, излучают белый или розовый шум через искусственный источник звука, записывая акустический сигнал двумя микрофонами;
- то же измерение повторяют в условиях свободного звукового поля над звукоотражающей плоскостью в отсутствие транспортного средства;
- определяют уровень звука в третьоктавных полосах частот для каждого положения микрофона, после чего выполняют энергетическое усреднение по микрофонам. Данную операцию выполняют для измерений как при наличии, так и при отсутствии транспортного средства;
- вычитают спектр, полученный при наличии транспортного средства, из спектра, полученного в условиях свободного звукового поля над звукоотражающей плоскостью;
- повторяют всю процедуру измерений. Если для какой-либо третьоктавной полосы полученные результаты различаются более чем на 0,5 дБ, измерения выполняют в третий раз, после чего выполняют усреднение по результатам, находящимся в пределах 0,5 дБ.

Окончательный результат представляет собой поправку на отражение звука транспортным средством $C_{d,f}$.

Если испытательным транспортным средством является прицеп с двумя и более колесами, то $C_{d,f}$ определяют и регистрируют для каждого колеса по отдельности.

Примечание — Под колесом здесь понимают колесный диск по ISO 3911, на который надевают шину.

А.2.3 Искусственный источник звука

В целях оценки отражения звука испытуемым транспортным средством целесообразно применять искусственный источник звука с заданными свойствами («стандартизованный»). Пример такого источника показан на рисунке А.1. На рисунке А.2 показан один из возможных вариантов реализации такого источника. Модельную шину устанавливают на опорной плите, имитирующей дорожную поверхность. Модельную шину целесообразно надеть на обод колесного диска, того же самого, что используется с образцовой шиной, как показано на рисунке А.2 b). Защитный кожух и любые другие крупные объекты, находящиеся вблизи образцовой шины при измерениях в соответствии с настоящим стандартом, также должны присутствовать на своих местах.

Рекомендуется все элементы испытательной системы (микрофоны, опорную плиту, модельную шину и искусственный источник звука) скрепить вместе болтовыми соединениями, чтобы эти элементы составляли единую конструкцию без возможного относительного движения друг относительно друга, поскольку последнее может затруднить выполнение требования по повторяемости результатов измерений в пределах 0,5 дБ.

Для шин P1 и H1, хотя они несколько отличаются по размерам, используют одну и ту же модельную шину. Конструкция искусственного источника звука может быть разной, но рекомендуется во всех испытаниях для подтверждения соответствия испытательного транспортного средства использовать один и тот же источник или источник аналогичной конструкции с теми же характеристиками.

А.3 Фоновый шум от испытательного транспортного средства

А.3.1 Конструктивные требования к установке испытательной шины

Испытательную шину не устанавливают на колесо ведущего моста или ведущей оси. Шины, за исключением испытательных, должны быть малошумными и удовлетворять соответствующим стандартам безопасности.

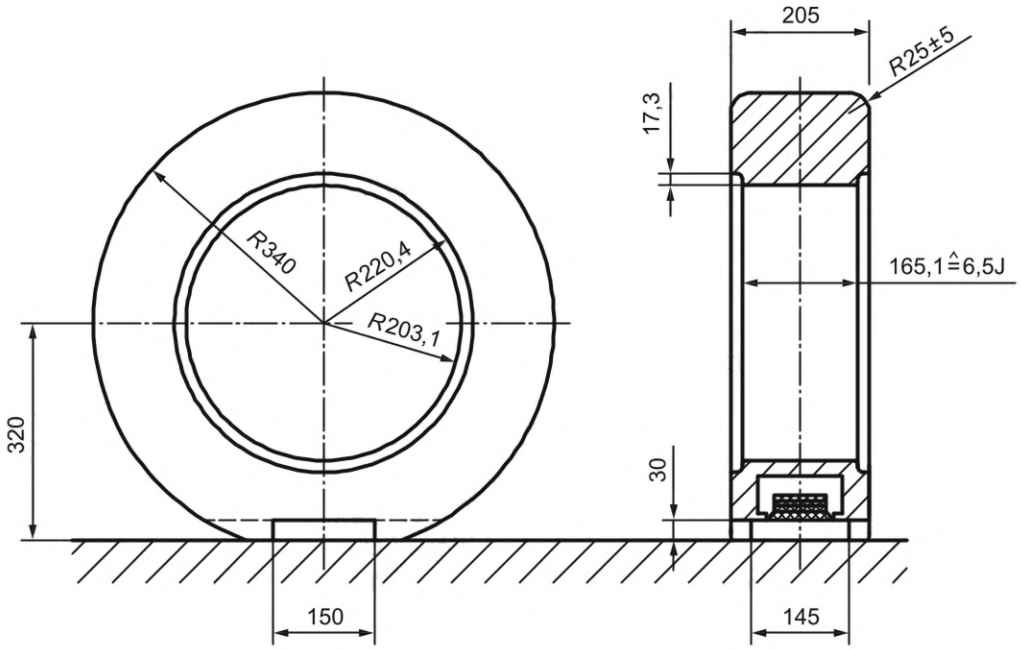
Конструкция тормоза для колеса с испытательной шиной должна обеспечивать нулевой тормозной момент на всем периоде измерений шума.

Если прицеп имеет опорное колесо, то для него по возможности используют шину малой ширины, чтобы та не создавала дополнительного шума.

А.3.2 Требования

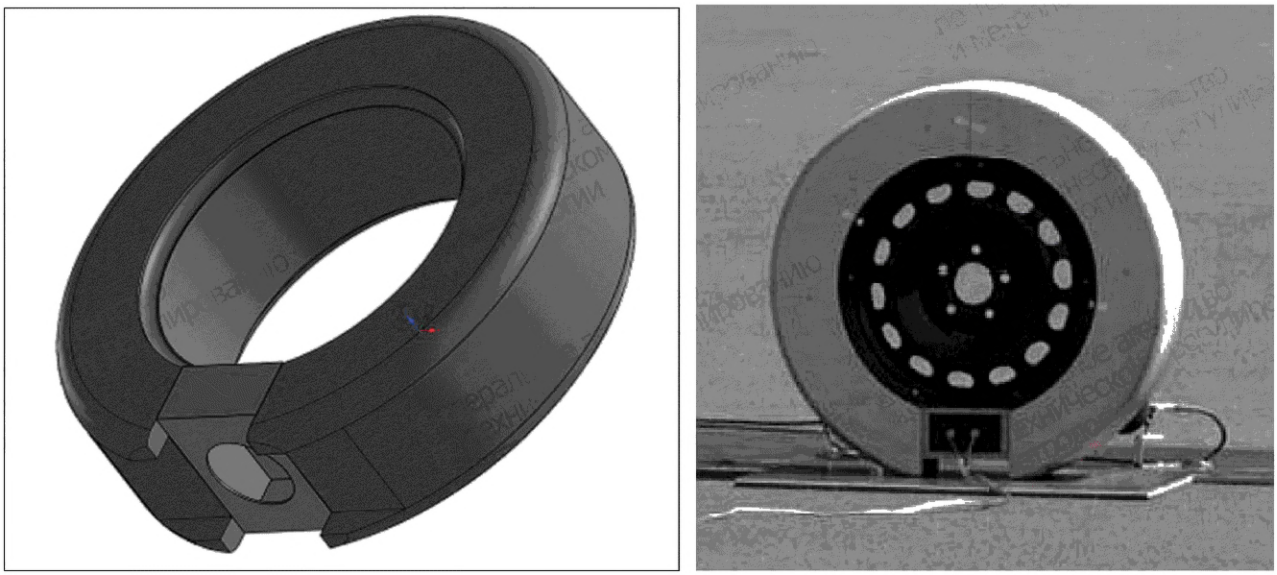
Собственный фоновый шум испытательного транспортного средства в целом (включая шум от воздушных потоков) не должен изменять результаты измерений уровней звукового давления в третьоктавных полосах более чем на 1,0 дБ для диапазона третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 500 до 5000 Гц и более чем на 2,0 дБ для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами 350 и 400 Гц.

Примечание — Данное требование обычно можно считать эквивалентным требованию, чтобы отношение сигнал/шум для уровня звука в диапазоне частот измерений было не менее 10 дБ.



Примечание — Маркировка 6,5J на колесном диске соответствует посадочной ширине обода диска 6,5 дюйма (16,51 мм).

Рисунок А.1 — Рекомендуемая модельная шина с искусственным источником звука (пример)



a) b)

Примечание — Установка искусственного источника звука и размеры — в соответствии с рисунком А.1. Справа показано, как условия измерений отражения звука могут быть улучшены за счет установки колесного диска.

Рисунок А.2 — Примеры модельных шин

А.3.3 Подтверждение соответствия

А.3.3.1 Общие положения

Для подтверждения соответствия требованиям к фоновому шуму могут быть использованы три альтернативных метода (А.3.3.2 — А.3.3.4).

Примечание — Для оценки шума от потоков воздуха могут быть использованы опубликованные результаты измерений (см. [16], а также стандарт Франции [25]).

А.3.3.2 Метод с поднятой или снятой шиной

Если позволяет конструкция испытательного транспортного средства, испытательную шину, для которой проводят измерения, поднимают над поверхностью дороги или снимают. После этого сравнивают результаты измерений уровня звука, выполненных в соответствии с настоящим стандартом, для случаев с поднятой (снятой) шиной и с шиной, находящейся в нормальном контакте с дорогой. Требования к фоновому шуму от испытательного транспортного средства считают выполненными, если в случае с поднятой (снятой) шиной уровень звука по сравнению с результатом измерений с образцовой шиной при ее движении по максимально малошумной дорожной поверхности будет ниже по крайней мере на 10 дБ, а уровни звукового давления в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами от 500 до 5000 Гц будут ниже по крайней мере на 6 дБ (на 4 дБ для октавных полос со среднегеометрическими частотами 315 и 400 Гц). Следует однако иметь в виду, что данный метод не учитывает шум нагруженных подшипников, который следует оценить отдельно. Оценку подшипникового шума сверху можно получить при качении колеса с гладкой шиной и нормальным подшипником по гладкой стальной поверхности бегового барабана.

А.3.3.3 Метод с использованием бегового барабана

Данный метод рекомендуется для четырехколесных самодвижущихся транспортных средств в случае неприменимости метода с поднятой (снятой) шиной по А.3.3.2. Шины транспортного средства, установленные нормальным способом, последовательно осуществляют качение в условиях свободного звукового поля над звукоотражающей плоскостью по поверхности лабораторного барабана с искусственным дорожным покрытием диаметром не менее 1,7 м с записью акустического сигнала микрофонами. В качестве искусственного дорожного покрытия рекомендуется применять полученный с помощью эпоксидной смолы слепок дорожного покрытия по ISO 10844. Барабан должен обеспечивать нагружение двигателя, характерное при движении по дороге с постоянной скоростью. Данный метод применяют в трех разных конфигурациях:

a) с качением только испытательной шины;

b) с качением только другой шины на той же колесной оси (если она не является ведущей);

c) с качением двух других шин на другой (ведущей) оси.

В последнем случае на ведущую ось передается крутящий момент от двигателя через передачу, соответствующую скорости движения транспортного средства при измерениях в соответствии с настоящим стандартом,

и скорость двигателя постепенно увеличивают до тех пор, пока колеса не приведут во вращение барабан. Записанный при этом уровень шума будет соответствовать максимально возможной скорости двигателя в данном испытании. При этом будет учтено совокупное влияние на фоновый шум шин ведущей оси и двигателя. Уровни шума, полученные для двух последних конфигураций, энергетически суммируют. Если полученный уровень звука будет ниже не менее чем на 10 дБ уровня звука для первой конфигурации, а уровни звукового давления в третьоктавных полосах частот будут ниже не менее чем на 6 дБ для полос со среднегеометрическими частотами от 500 до 5000 Гц и не менее чем на 4 дБ для полос со среднегеометрическими частотами 315 и 400 Гц, то требования к фоновому шуму считают выполненными.

А.3.3.4 Иные методы

Допускается применение других методов, результатом которых будет оценка влияния фонового шума в местах расположения микрофонов, при условии, что их обоснование будет не меньшим, чем для методов по А.3.3.2 и А.3.3.3. Например, может быть использован метод с определением вносимых потерь кожуха в сочетании с измерениями в представительных условиях вкладов в фоновый шум каждого возможного источника. Если применен метод, отличный от установленных в А.3.3.2 и А.3.3.3, то в протоколе испытаний в целях подтверждения соответствия должны быть указаны причины применения и обоснование данного метода.

А.4 Фоновый шум от буксировочного транспортного средства

А.4.1 Источники шума

С буксировочным транспортным средством могут быть связаны следующие источники шума:

- шум силовой установки. Обычно у буксировочных транспортных средств двигатель и связанные с ним устройства расположены в передней части, и их шумом можно пренебречь. Однако в задней части могут быть расположены труба выхлопа и глушитель, создающие шум, который является частью фонового шума. Вклад этого шума увеличивается, если двигатель работает на малых оборотах, а его нагрузка превышает обычную;
- шум качения. В фоновый шум может давать вклад шум от качения шин буксировочного транспортного средства, особенно от шин колес задней оси, если они находятся недалеко от измерительных микрофонов. Учет этого источника шума особенно важен, поскольку шум от качения шин буксировочного транспортного средства и прицепа обычно является направленным с максимальным коэффициентом направленности в сторону движения и против него. Шум качения шин буксировочного транспортного средства может повышаться, если те движутся с проскальзыванием;
- шум от потоков воздуха. Турбулентный воздушный поток, идущий от буксировочного транспортного средства, также может влиять на результат измерений микрофонами, особенно при отсутствии кожуха, защищающего испытательную шину и микрофоны.

А.4.2 Требования

В отношении фонового шума от буксировочного транспортного средства должны быть выполнены требования, установленные в А.3.2 (если они применимы).

А.4.3 Подтверждение соответствия

Шум силовой установки, включая шум выхлопа, легко оценить, сравнивая результаты измерений микрофонами при движении буксировочного транспортного средства в условиях повышенного нагружения двигателя (как при подъеме в гору) и при неработающем двигателе.

В отношении вклада от шума качения применяют те же методы, что и для испытательного транспортного средства. В отношении шума от потоков воздуха — см. примечание к А.3.3.1.

А.5 Фоновый шум от других транспортных средств

А.5.1 Требования

Испытательное транспортное средство должно быть спроектировано таким образом, чтобы в месте расположения измерительных микрофонов шум от сторонних транспортных средств в условиях нормального трафика удовлетворял требованиям к фоновому шуму, т. е. чтобы его уровень не превышал рекомендуемых значений по F.4.

А.5.2 Подтверждение соответствия

При испытаниях транспортное средство находится в неподвижном состоянии на обочине дороги, по соседней полосе которой движется поток автомобилей. При этом положение испытуемого транспортного средства относительно проходящих мимо автомобилей должно соответствовать их взаимному расположению в условиях нормального трафика. Скорость движения автомобилей по соседней полосе должна быть от 70 до 90 км/ч, расстояние от испытуемого транспортного средства до потока автомобилей — не более 1,5 м.

Измерения выполняют по крайней мере для одного типа дорожного покрытия, среди которых должен быть плотный асфальтобетон с максимально ровной поверхностью.

Измеряют скорость проходящего автомобиля, а также максимальный уровень звука и частотный спектр создаваемого им шума двумя микрофонами испытательного транспортного средства с использованием временной характеристики F по IEC 61672-1. Измерения должны быть проведены для не менее чем 20 легковых автомобилей и не менее чем 10 тяжелых транспортных средств категории 2b[1)] по классификации ISO 11819-1. Защитные кожухи или экраны должны быть в том же положении, в каком они находятся при измерениях CPX-уровней. Нормальная скорость движения v_{ref} — 80 км/ч.

[1)] В последней редакции ISO 11819-1 обозначение данной категории транспортных средств изменено на H2.

В результаты измерений вносят поправки для приведения к нормальной скорости, используя для этого коэффициент поправки на скорость *B*, равный 30 (характерное значение для плотного асфальтобетона согласно 11.1). Сравнивают результаты измерений, полученные с образцовыми шинами на том же покрытии, с шумом от проходящего транспортного потока.

Если разность уровней звука равна или превышает 10 дБ, то испытательное транспортное средство удовлетворяет требованиям по фоновому шуму от других транспортных средств без необходимости контроля этого шума или использования специальных средств обработки сигналов и пригодно для проведения измерений CPX-уровней в условиях трафика (см. F.4) на нормальной скорости 80 км/ч и выше. Для нормальных скоростей менее 80 км/ч необходимо, чтобы скорость движения других транспортных средств в потоке была приблизительно столь же низкой.

Примечание — Плотный асфальтобетон с гладкой и ровной поверхностью обычно является наиболее «шумным» покрытием при движении по нему тяжелых транспортных средств, что позволяет получить оценку фонового шума сверху.

А.6 Регулировка испытательной шины

Угол отклонения плоскости испытательной шины от вертикали не должен превышать 1,5°, а от продольной горизонтальной оси испытательного транспортного средства — ±1°. Соответствие указанным значениям необходимо подтверждать по крайней мере раз в два года.

А.7 Протокол испытаний

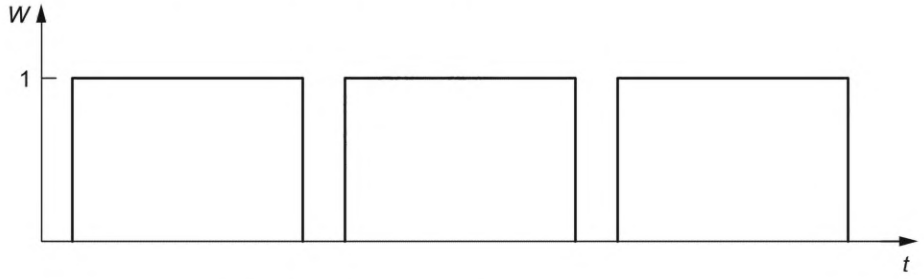
Результаты испытаний на подтверждение соответствия испытательного транспортного средства вместе с описанием транспортного средства в целом и его элементов (например, акустического покрытия защитного кожуха) должны быть изложены в отдельном документе, доступном по запросу третьих лиц, предполагающих использовать это транспортное средство для измерений CPX-уровней, или размещены в свободном доступе в сети Интернет. В протокол испытаний должны быть включены данные согласно А.2 — А.5.

Приложение В
(обязательное)

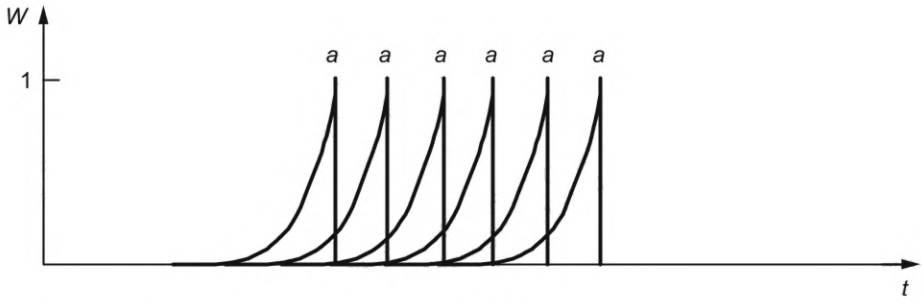
Процедура усреднения в пределах дорожного сегмента

В.1 Общие положения

Уровни звука в третьоктавных полосах частот подлежат энергетическому усреднению по каждому 20-метровому сегменту дороги. Разные средства измерений позволяют реализовать разные процедуры усреднения с приблизительно одинаковыми результатами (см. пример на рисунке В.1).



a) Линейное усреднение в прямоугольном окне



b) Экспоненциальное усреднение в пределах 0,125 с при движении экспоненциального окна

W — весовая функция; *t* — время; *a* — выборочное значение

Рисунок В.1 — Примеры способов усреднения

В.2 Линейное усреднение

Усреднение выполняют в прямоугольном окне на участке, составляющем не менее 75 % длины сегмента (т. е. 15 м).

В.3 Экспоненциальное усреднение

Сигнал с микрофона усредняют с использованием временной характеристики F шумомера. Осуществляют выборку усредненного сигнала через равные промежутки времени с автоматическим вычислением среднего уровня звукового давления. Период выборки должен быть не менее 0,125 с. Для данного способа усреднения измерения на данном сегменте будут незначительно «загрязнены» данными с предыдущего сегмента.

Результатом усреднения будет эквивалентный CPX-уровень $L_{CPX:t,w,r,i,f,m,v_{ref}}$ в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой *f* для микрофона в позиции *m* при *r*-м пробеге по *i*-му сегменту *w*-й траектории колеса на нормальной скорости v_{ref} с использованием шин t.

Приложение С
(справочное)

Описание процедуры расчетов

С.1 Усреднение по микрофонам

Энергетическое усреднение уровней звукового давления по переднему (m = 1) и заднему (m = 2) микрофонам выполняют в каждой третьоктавной полосе частот со среднегеометрическими частотами от 315 до 5000 Гц по формуле

$$L'_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f} = 10 \cdot \lg\left[0{,}5\left(10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,1}\right)} + 10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,2}\right)}\right)\right]. \quad (\mathrm{C.1})$$

С.2 Внесение поправки на отражения звука

В результат, полученный по формуле (С.1), вносят поправку на отражение звука $C_{\mathrm{d},f}$, зависящую от испытательного транспортного средства, по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f} = L'_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f} + C_{\mathrm{d},f}. \quad (\mathrm{C.2})$$

Поправку $C_{\mathrm{d},f}$ определяют в соответствии с А.2.

С.3 Расчет уровня звука в широкой полосе частот по результатам измерений в третьоктавных полосах

Общий уровень звука определяют энергетическим суммированием усредненных уровней звукового давления в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами от 315 до 5000 Гц с использованием частотной коррекции А шумомера по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i} = 10 \cdot \lg\left[\sum_{f=315}^{5\,000} 10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f}\right)}\right]. \quad (\mathrm{C.3})$$

С.4 Поправки на скорость, температуру и твердость шины

Отклонение от нормальной скорости v_{ref} учитывают внесением поправки с коэффициентом B, а отклонение от нормальной температуры 20 °С — внесением поправки с коэффициентом γ_{t}. Кроме того, вносят поправку на отклонение твердости резины шины от номинального значения 66 по шкале Шора А (для шин Р1 и Н1). В результате получают CPX-уровень для дорожного сегмента i, пробега r и шины t.

Если скорость ниже нормальной, то поправка на скорость будет положительной, в противном случае — отрицательной.

Значение коэффициента поправки на скорость B — в соответствии с 11.1.

Использованный коэффициент поправки на температуру γ_{t} указывают в протоколе испытаний.

Поправку на твердость резины для шин Р1 и Н1 вносят с использованием соответствующего коэффициента β_{t}.

CPX-уровень $L_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f,m,v_{\mathrm{ref}}}$, дБ, с учетом всех указанных поправок получают по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,v_{\mathrm{ref}}} = L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i} - B \cdot \lg\left(\frac{v_{\mathrm{t},w,r,i}}{v_{\mathrm{ref}}}\right)\mathrm{dB} - \gamma_{\mathrm{t}} \cdot \left(T_i - 20\ ^{\circ}\mathrm{C}\right) - \beta_{\mathrm{t}} \cdot \left(H_{\mathrm{A}} - H_{\mathrm{ref}}\right). \quad (\mathrm{C.4})$$

Нормальное значение твердости резины H_{ref} и коэффициент β_{t} для шин Р1 и Н1 приведены в ISO/TS 11819-3.

Значение температурного коэффициента γ_{t} (отрицательное) для шин Р1 и Н1 (одно и то же для обоих типов шин) приведено в ISO/TS 13471-1.

С.5 Удаление сегментов, на которых наблюдалось влияние внешних факторов

На результаты измерений CPX-уровня могут повлиять несколько факторов. Обычно они проявляют себя в виде кратковременных переходных процессов, способных изменить результаты измерений на отдельных сегментах дороги. Все 20-метровые сегменты, для которых наблюдалось воздействие указанных факторов (см. F.4), должны быть исключены из расчетов.

Далее рассматриваются процедуры усреднения в предположении, что все сегменты, на которых наблюдалось влияние внешних факторов, из расчетов исключены.

С.6 Процедуры усреднения

С.6.1 Общие положения

Далее расчет CPX-уровня может быть выполнен двумя способами. Согласно одному из них сначала выполняют усреднение по всем сегментам траектории движения колеса с последующим усреднением по пробегам. Кроме того, в зависимости от целей измерений может быть выполнено также усреднение по всем колесным траекториям. Второй способ расчета подходит для испытательных транспортных средств с двумя испытательными шинами, поскольку позволяет выполнить усреднение на сегменте по двум колесным траекториям, после чего усреднение

выполняют по всем сегментам участка дороги и всем пробегам. К достоинствам второго способа можно отнести то, что на графике зависимости CPX-уровня от расстояния наблюдается меньший разброс данных. Однако окончательная оценка CPX-уровня от выбранного способа расчета не зависит.

Примечание — При усреднении по сегментам, колесным траекториям и пробегам вместо энергетического усреднения находят среднее арифметическое уровней, поскольку это позволяет уменьшить влияние случайных выбросов (кратковременных возмущений).

С.6.2 Способ расчета 1 (последовательное усреднение)

Результаты измерений по сегментам проверяют на наличие выбросов и те сегменты, для которых отмечено влияние кратковременных возмущений, из рассмотрения исключают. После этого последовательно выполняют усреднение по сегментам дороги, по пробегам испытательного транспортного средства и (при необходимости) по траекториям движения колеса по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},v_{\mathrm{ref}}} = \frac{1}{n_w}\sum_{w=1}^{n_w}\left[\frac{1}{n_r}\sum_{r=1}^{n_r}\left(\frac{1}{n_i}\sum_{i=1}^{n_i} L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,v_{\mathrm{ref}}}\right)\right]. \tag{C.5}$$

Если требуется получить результат только для одной траектории, то усреднение по числу траекторий n_w опускают.

С.6.3 Способ расчета 2 (параллельное усреднение)

В некоторых случаях, особенно при использовании транспортного средства с двумя испытательными шинами, целесообразно на каждом сегменте усреднять по траекториям движения обоих колес. Таким образом, для получения CPX-уровня сначала выполняют усреднение по левой и правой траекториям движения колес, затем по длине испытательного участка и (при необходимости) по пробегам транспортного средства. Как и в способе 1, исключают из рассмотрения сегменты с выбросами. При этом исключают данные для обоих колес, оставляя пустые места на графике зависимости CPX-уровня от расстояния.

Расчет выполняют по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},v_{\mathrm{ref}}} = \frac{1}{n_r}\sum_{r=1}^{n_r}\left[\frac{1}{n_i}\sum_{i=1}^{n_i}\left(\frac{1}{2}\sum_{w=1}^{2} L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,v_{\mathrm{ref}}}\right)\right]. \tag{C.6}$$

С.7 Расчет частотного спектра

Иногда в исследовательских целях или для выполнения специальных требований необходимо помимо общего CPX-уровня получить также распределение CPX-сигнала по полосам частот. Это требует изменения процедуры расчетов, из которых исключается этап энергетического суммирования по полосам частот. При этом этап внесения поправок на скорость, температуру и твердость резины испытательной шины остается неизменным. Расчет спектра CPX-сигнала выполняют в следующей последовательности.

Сначала выполняют энергетическое усреднение по микрофонам в положениях 1 и 2 в каждой третьоктавной полосе по формуле

$$L'_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f} = 10\cdot\lg\left[0{,}5\left(10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,1}\right)} + 10^{0{,}1\left(L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,2}\right)}\right)\right]. \tag{C.7}$$

После этого вносят поправку $C_{\mathrm{d},f}$ по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f} = L'_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f} + C_{\mathrm{d},f}. \tag{C.8}$$

Примечание — Первые два этапа расчета совпадают с описанными в С.1 и С.2.

Наконец, вносят поправки на скорость, температуру и твердость резины по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,v_{\mathrm{ref}}} = L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f} - B\cdot\lg\left(\frac{v_{\mathrm{t},w,r,j}}{v_{\mathrm{ref}}}\right)\mathrm{dB} - \gamma_{\mathrm{t}}\cdot\left(T_i - 20\ ^{\circ}\mathrm{C}\right) - \beta_{\mathrm{t}}\cdot\left(H_{\mathrm{A}} - H_{\mathrm{ref}}\right). \tag{C.9}$$

Нормальное значение твердости резины H_{ref} и коэффициент β_{t} для шин P1 и H1 приведены в ISO/TS 11819-3.

Значение температурного коэффициента γ_{t} (отрицательное) для шин P1 и H1 (одно и то же для обоих типов шин) приведено в ISO/TS 13471-1.

С.8 Поправка на порядок операций усреднения

Если на основании формулы (С.9) после последовательного или параллельного усреднения рассчитать общий CPX-уровень, то он будет несколько отличаться от рассчитанного по формуле (С.5) или (С.6) (см. пример в таблице С.1). Причина в том, что в данном случае арифметическое и энергетическое суммирование будут переставлены местами. Согласно формулам (С.5) и (С.6) вначале выполняется энергетическое суммирование по третьоктавным полосам частот, в то время как при расчете общего уровня по спектру операция суммирования по полосам частот будет последней.

Чтобы устранить указанное расхождение, рекомендуется в результаты расчетов по формуле (9) вносить поправку по формуле

$$L_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f,v_{\mathrm{ref}}(\mathrm{corr})} = L_{\mathrm{CPX:t},w,r,i,f,v_{\mathrm{ref}}} + \Delta L_{\mathrm{t},v_{\mathrm{ref}}}, \tag{C.10}$$

где

$$\Delta L_{\mathrm{t},v_{\mathrm{ref}}} = L_{\mathrm{CPX:\,t},v_{\mathrm{ref}}} - 10 \cdot \lg \left\{ \sum_{f=315}^{5\,000} 10^{\frac{0,1}{n_w} \sum_{w=1}^{n_w} \left[\frac{1}{n_r} \sum_{r=1}^{n_r} \left(\frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{n_i} L_{\mathrm{CPX:\,t},w,r,i,f,v_{\mathrm{ref}}} \right) \right]} \right\}, \tag{C.11}$$

а величина $L_{\mathrm{CPX:t},v_{\mathrm{ref}}}$ определена по формуле (С.5) или (С.6).

После внесения поправки $\Delta L_{\mathrm{t},v_{\mathrm{ref}}}$ выполняют операции усреднения согласно С.6.2 или С.6.3.

Таблица С.1 — Пример влияния на результат определения СРХ-уровня изменения порядка выполнения операций усреднения

Номер сегмента	Уровни звукового давления, дБ, в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц													Энергетическое суммирование по полосам, дБ[a]
	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	
1	63,2	68,9	78,1	79,1	80,0	78,0	74,4	71,1	70,6	70,8	67,5	62,5	59,0	85,9
2	64,7	70,0	78,9	79,5	79,8	77,8	74,0	69,8	70,7	71,1	67,5	61,4	57,8	86,1
3	62,4	67,8	77,0	79,4	79,1	76,3	72,6	71,3	72,1	71,8	67,5	61,6	58,4	85,3
4	63,5	69,0	77,4	80,4	81,0	79,1	77,3	72,0	69,0	68,8	66,2	61,7	58,1	86,8
5	62,9	69,1	78,4	79,7	79,8	76,9	72,9	70,4	70,8	70,7	66,6	60,7	57,2	85,8
6	62,6	68,8	78,3	80,0	79,6	76,7	71,9	69,9	70,9	70,4	65,8	59,8	57,2	85,7
7	62,3	69,1	79,5	79,5	79,4	76,1	72,5	71,2	71,6	70,2	65,2	60,3	57,5	85,8
8	62,0	68,6	78,2	80,4	80,3	77,6	72,7	70,3	71,3	70,7	65,8	60,5	57,9	86,1
9	63,0	68,1	78,1	78,8	77,7	74,9	74,6	73,8	73,0	70,6	65,9	61,3	58,2	85,2
10	63,0	69,2	77,7	77,0	75,9	72,9	74,5	74,6	72,9	70,0	65,8	61,1	57,6	84,3
11	62,9	69,2	79,2	79,7	79,4	74,8	70,6	71,5	71,8	69,9	64,2	59,7	56,8	85,5
12	62,9	69,0	78,7	79,5	78,8	74,2	71,3	72,2	71,7	69,1	64,2	60,2	57,3	85,2
13	63,1	68,9	78,1	78,9	77,6	74,2	73,5	73,0	71,3	69,2	65,3	61,0	58,2	84,8
Арифметическое среднее по сегментам	63,0	68,9	78,3	79,4	79,1	76,1	73,3	71,6	71,4	70,2	66,0	60,9	57,8	

[a] Среднее арифметическое по данным последнего столбца равно 85,6 дБ; в то время как результатом энергетического суммирования по данным последней строки будет 85,5 дБ. Разность $\Delta L_{t,v_{ref}}$ равна 0,1 дБ. Ее необходимо внести в качестве поправки в данные по всем третьоктавным полосам. Поправку рекомендуется определять с точностью до двух знаков после запятой, а окончательный результат представлять с точностью до одного знака после запятой.

Приложение D
(справочное)

Применимость SPB- и CPX-методов

Области наилучшего применения SPB-метода по ISO 11819-1 и CPX-метода, установленного настоящим стандартом, приведены в таблице D.1. В [1] оба метода предложено использовать для классификации дорожных покрытий. При этом стабильность результатов, получаемых CPX-методом, может быть использована для проверки стабильности результатов SPB-метода (см. ISO 11819-1:1997, приложения C и D).

Согласно CPX-методу, звук измеряют в ближнем поле источника, которым является место контакта шины с дорогой. Звукопоглощающие свойства дорожного покрытия, близкого к пути прохождения звука от источника к приемнику, вызывают ослабление этого звука, не в полной мере учитываемое данным методом. Тем не менее исследования показали, что данный эффект не является значительным (см. [2], [3], [9]). Звукопоглощающие свойства пористого покрытия могут быть хорошо оценены и компенсированы в случае применения образцовых шин, чем данный метод выгодно отличается от SPB-метода. Последний предполагает статистическую обработку данных для выборки машин из дорожного потока, в котором неизбежно присутствуют транспортные средства с относительно высоким износом шин, в то время как показано (см. [6]), что эффект звукопоглощения дорожным покрытием зависит от степени износа.

Дополнительные сведения о звукопоглощении дорожным покрытием и его влиянии на распространение звука могут быть получены посредством измерений по ISO 13472-1.

При проведении измерений вблизи пористой поверхности дороги следует иметь в виду, что вблизи швов дорожного покрытия забитость пор поверхности со временем возрастает. При этом на участке дороги в пределах 50—100 м от шва эффект звукопоглощения перестает зависеть от места измерений. Это можно заметить на графике зависимости CPX-уровня от расстояния при удалении от дорожного шва.

Таблица D.1 — Применимость SPB- и CPX-методов

Характеристики метода	SPB-метод	CPX-метод
Преимущества	Результаты представительны для шума реального трафика. Дает хорошую оценку влияния дорожного покрытия на транспортный шум для всех типов транспортных средств, включая тяжелые транспортные средства. Использует данные, типичные для трафика в данной местности (т. е. может давать разные результаты, например, для разных стран) Точно описывает источник шума и условия его распространения	Легко применим в большинстве ситуаций. Недорог и способствует быстрому проведению измерений при наличии соответствующего оборудования. Позволяет сравнивать свойства покрытий на длинных участках и на отдельных коротких участках. Применим в широком диапазоне условий измерений (при этом, однако, необходимо, чтобы поверхность дороги была сухой). Позволяет получать результаты, не зависящие от парка машин и особенностей распространения шума
Недостатки и ограничения	Измерения занимают длительное время. Описывает акустические свойства дорожного покрытия только на участке измерений, при том что для разных участков возможна высокая вариативность этих свойств. Предъявляет жесткие ограничения к условиям измерений (не слишком высокая интенсивность трафика, отсутствие звукоотражающих объектов вблизи микрофона, типичная манера вождения автомобиля в потоке) Временная стабильность результатов зависит от того, насколько быстро изменяется парк машин	Умеренные возможности прогнозирования влияния покрытия на шум легковых автомобилей. Низкие или умеренные возможности прогнозирования влияния покрытия на шум грузовых автомобилей. Не в полной мере учитываются условия распространения звука Рассматривается только шум качения. Жесткие ограничения на конструкцию защитного кожуха и фоновый шум. Требуется специальное испытательное транспортное средство. Требуются образцовые шины и строгий контроль их состояния

Окончание таблицы D.1

Характеристики метода	SPB-метод	CPX-метод
Области применения	Точная и представительная оценка акустических свойств дорожного покрытия в заданных местах, например в целях его классификации. Контроль технического обслуживания дорожного покрытия в данном месте. Исследовательские цели	Приближенная оценка акустических свойств дорожного покрытия для разных мест. Подтверждение соответствия покрытия заданным требованиям. Контроль однородности дорожного покрытия. Контроль технического обслуживания дорожного покрытия. Контроль долговременной стабильности испытательных треков (например, по ISO 10844). Проверка стабильности SPB-метода Исследовательские цели

Приложение Е
(рекомендуемое)

Руководство по проектированию и применению испытательного транспортного средства

Е.1 Общие положения

Следование требованиям руководства, установленного настоящим приложением, позволяет обеспечить соблюдение требований к испытательным транспортным средствам согласно приложению А.

Е.2 Рекомендации по проектированию защитных кожухов

Если в испытательном транспортном средстве используется защитный кожух, то желательно, чтобы зазор между ним и поверхностью, на которой стоит транспортное средство, был в пределах 50 мм. Однако в городских условиях при таком малом зазоре могут наблюдаться частые контакты кожуха с дорожным покрытием. В этом случае рекомендуется увеличить зазор до 100 мм. Нижняя часть кожуха может быть изготовлена из эластичного материала, не издающего дребезжащий звук во время движения.

Е.3 Использование и защита звукопоглощающих материалов

Е.3.1 Общие сведения о применении звукопоглощающих материалов

В транспортном средстве могут использоваться кожухи, экранирующие испытательные шины и микрофоны от нежелательного внешнего шума. В А.2.1 установлены требования к звукопоглощающим покрытиям таких кожухов. К средствам, используемым в целях снижения отражений звука, можно отнести легкие акустические панели с покрытием из поглощающего материала ячеистой структуры с шипами пирамидальной или клиновидной формы («акустическая пена»). В качестве звукопоглощающего материала могут быть использованы меламин и полиуретан.

При перемещении транспортного средства к месту испытаний или от него звукопоглощающий материал защищают от воздействий грязи и влаги. Пример такой защиты приведен в Е.3.3.

Длительное воздействие грязи ухудшает звукопоглощающие свойства материала, поэтому рекомендуется постоянно контролировать его состояние и при необходимости заменять новым.

Такими материалами могут быть также покрыты другие поверхности транспортного средства, если отражающийся от них звук способен достичь микрофона и повлиять на результаты измерений.

Е.3.2 Требования к звукопоглощающим материалам

Звукопоглощающим материалом покрывают поверхность защитного кожуха с внутренней стороны. При толщине материала 75 мм коэффициент звукопоглощения может достигать 0,6 и более в диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами 315 и 400 Гц и 0,9 и более в диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 500 до 5000 Гц. Указанные значения можно рассматривать в качестве минимальных требований.

Если звукопоглощающим материалом покрывают другие поверхности, то к нему могут быть применены те же требования.

Е.3.3 Защита звукопоглощающего материала от грязи и влаги

СРХ-метод обычно не применяют в условиях грязного и влажного дорожного покрытия. Однако риск попадания грязи и влаги на звукопоглощающий материал существует при перемещении транспортного средства до или от места испытаний. Ниже приведены примеры некоторых решений, позволяющих снизить этот риск:

- испытательное средство транспортируют, погружая его на другое транспортное средство (грузовой автомобиль, прицеп);
- чувствительные к воздействию грязи и влаги элементы транспортного средства (кожуха) закрывают другим материалом или демонтируют;
- поднимают колеса транспортного средства с испытательными шинами, чтобы избежать выбрасывания грязи и воды на звукоотражающие материалы вокруг этих шин.

Если звукопоглощающий материал подвергся воздействию грязи или влаги и вследствие этого его звукоотражающие свойства ухудшились, то поправку на изменение этих свойств не применяют. Чтобы высушить влажный звукопоглощающий материал, могут потребоваться несколько часов и даже сутки. При наличии существенного риска попадания на материал грязи и влаги могут быть выполнены следующие действия:

- чувствительные части звукопоглощающего материала можно покрыть влагонепроницаемым материалом для защиты от грязи и влаги. Эта мера может быть самостоятельной или используемой в сочетании с другими мерами;
- если вышеперечисленные рекомендации не подходят для данного транспортного средства, можно рассмотреть возможность применения брызговиков для испытательных шин и других колес транспортного средства.

Е.4 Общие рекомендации для всех испытательных транспортных средств (самодвижущихся и прицепов)

При проектировании транспортного средства следует предусмотреть достаточные расстояния (по возможности не менее 0,2 м) между микрофонами и отражающими поверхностями, в том числе покрытыми звукопоглощающими материалами (см. 9.2).

Для оценки влияния шума от проходящих транспортных средств или порывов ветра можно использовать дополнительный микрофон в положении, при котором влияние на результат измерений шума качения испытательного транспортного средства минимально.

Если конструкция транспортного средства предполагает измерения с двумя испытательными шинами, то расстояние между серединами их протекторов должно быть от 1,5 до 1,9 м.

Если транспортное средство не предполагает наличия кожуха, охватывающего шину, то важно контролировать риски от влияния шума, вызываемого ветром.

При передвижении транспортного средства к месту испытаний или от него рекомендуется защищать чувствительные элементы измерительной системы, например посредством:

- удаления микрофонов и помещения их в сухое чистое место внутри транспортного средства;
- закрытия устройств, связанных с микрофоном, которые не могут быть перенесены внутрь транспортного средства (кабелей, предусилителей, разъемов), водонепроницаемым защитным материалом.

Е.5 Рекомендации для самодвижущихся транспортных средств

Если тормозное устройство воздействует непосредственно на протектор испытательной шины, следить, чтобы это не привело к ее чрезмерному и неравномерному износу. Если испытательная шина подвергается «жесткому торможению», например при блокировке колес или в результате работы антиблокировочной системы, рекомендуется внимательно следить за состоянием протектора и в случае обнаружения аномального износа (по сравнению с износом в условиях типичного свободного качения колеса), заменить испытательную шину.

Перед передвижением транспортного средства к месту испытаний или от него рекомендуется заменять испытательные шины обычными для предотвращения их чрезмерного износа при торможении или движении на повороте. Исключением являются ситуации, когда расстояние, на которое перемещается транспортное средство, невелико, а вероятность жесткого торможения незначительна.

Расстояние между микрофонами и шинами, отличными от испытательных, должно быть не менее 1,5 м. Это требование не применяют для транспортных средств с дополнительными испытательными шинами, если его испытывают методом с поднятой шиной по А.3.3.2 и требование к фоновому шуму соблюдено.

Обычно днище кузова транспортного средства покрывают звукопоглощающим материалом для предотвращения отражения им звука от других, неиспытательных шин. Исключением может быть ситуация, когда примененное конструктивное решение не допускает распространения отраженного от днища звука к измерительным микрофонам.

Примечание — Если это допускается стандартами безопасности, то рассматривают возможность применения сильно изношенных или узких неиспытательных шин, чтобы снизить связанный с ними шум качения, особенно в направлении измерительных микрофонов. Однако следует иметь в виду, что такие шины могут быть относительно «тихими» при движении по гладкой поверхности, но излучать повышенный шум при движении по поверхности с грубой текстурой (см. [6]).

Е.6 Рекомендации для прицепов

Данные рекомендации распространяются на случай испытательных транспортных средств, состоящих из двух частей: буксировочного автомобиля и прицепа. У прицепа помимо испытательных шин могут быть также шины, служащие для опоры, которые должны быть расположены по возможности дальше от микрофонов (не менее чем на 1,5 м) и быть достаточно «тихими» по сравнению с испытательными шинами. Это требование не применяют, если фоновый шум от буксировочного транспортного средства и прицепа определяют методом с поднятой шиной по А.3.3.2 и требование к фоновому шуму соблюдено.

Рекомендуется поддерживать расстояние не менее 3 м между шинами буксировочного транспортного средства и измерительными микрофонами. Шум качения от буксировочного транспортного средства может быть ослаблен установленным позади него шумозащитным экраном или защитным кожухом, ограждающим испытательную шину и микрофоны. По возможности рекомендуется определить фоновый шум методом с поднятой шиной (см. А.3.3.2).

Любые элементы погрузочного устройства или опоры для грузов должны находиться вне защитного кожуха. При наличии взаимодействующего с испытательными шинами тормозного устройства (что не рекомендуется, но может быть обусловлено требованиями безопасности) следует руководствоваться положениями Е.5.

Жесткость и коэффициент демпфирования подвески прицепа должны быть такими же, как у легкового автомобиля.

Примечание — Если это допускается стандартами безопасности, то рассматривают возможность применения для буксировочного транспортного средства или для опорного колеса прицепа шин без протектора, узких или сильно изношенных, чтобы снизить связанный с ними шум качения, особенно в направлении измерительных микрофонов. Однако следует иметь в виду, что такие шины могут быть относительно «тихими» при движении по гладкой поверхности, но излучать повышенный шум при движении по поверхности с грубой текстурой (см. [6]).

Е.7 Применение испытательного транспортного средства

Если на результаты измерений шума качения значительное влияние оказывает шум силовой установки самоходного или буксировочного транспортного средства, то в целях его снижения можно рассмотреть возможность проведения измерений при движении транспортного средства накатом (при выключенном двигателе). При этом следует учесть изменения скорости транспортного средства во время движения посредством внесения соответствующих поправок.

Приложение F
(рекомендуемое)

Рекомендации по проведению измерений

F.1 Общие положения

Во время измерений рекомендуется воспринимать на слух измеряемый микрофонами шум.

Примечание — Для некоторых дорожных покрытий характерно достаточно быстрое изменение их акустических свойств, например после открытия движения транспорта или вследствие старения. Поэтому репрезентативность оценок этих свойств ограничена во времени.

F.2 Влажность дорожного покрытия

Влажность дорожного покрытия можно считать удовлетворяющей требованиям, если после выпадения осадков прошло время, указанное в таблице F.1 (см. [7]). Однако реальное время, требуемое для высыхания покрытия, зависит от наличия ветра и солнечной/пасмурной погоды.

Таблица F.1 — Рекомендуемый интервал времени между выпадением осадков и проведением измерений

Тип дорожного покрытия	Рекомендуемый интервал перед измерениями, ч	Примечания
Плотное, влагонепроницаемое покрытие (горячий плотный асфальт, плотный асфальтобетон, цементобетон)	—	Принять решение о состоянии покрытия (влажное или сухое) на основе визуального осмотра
Покрытие с отрицательной асимметрией профиля, могущее включать глубокие впадины (щебеночно-мастичный асфальт)	3	Принять решение о состоянии покрытия (влажное или сухое) на основе визуального осмотра
Пористое (влагопроницаемое) покрытие	От 24 до 48	Нижнюю границу интервала (24 ч) применяют только в случае солнечной погоды и интенсивного движения воздуха над дорожной поверхностью (ветер, плотный трафик) при высокой продолжительности светового дня (т. е. не в зимнее время)

Если со времени последнего выпадения осадков прошло менее двух суток, то в случае пористого дорожного покрытия следует проверить, не содержит ли оно остаточную влагу.

Для проверки используют струю сжатого воздуха (например, из пневмопистолета), направленную вертикально вниз на дорожное покрытие. Наличие в порах покрытия остаточной влаги выявляют по явно видимому аэрозольному облаку. Поверхность покрытия считают сухой, если обдув сжатым воздухом в пяти представительных точках на дорожном покрытии не вызывает появлений аэрозольного облака. Другой способ проверки состоит в использовании промокательной бумаги.

Примечание 1 — Опыт показывает, что наличие остаточной влаги в кажущемся сухим пористом покрытии способно изменить результат измерений уровня звука в пределах 2 дБ.

Примечание 2 — Обдув может быть выполнен с применением портативного воздушного компрессора с давлением в импульсной струе 0,5—0,8 кПа.

F.3 Предпочтительное положение транспортного средства на дороге

Акустические свойства дорожного покрытия для траекторий движения правого и левого колеса транспортного средства могут быть разными, поэтому измерения рекомендуется проводить для обеих траекторий. Если же измерения проводят только для одной траектории, то выбирают ближайшую к обочине дороги. Также следует иметь в виду, что проведение измерений для двух испытательных шин одновременно сокращает время испытаний при заданной точности измерений.

F.4 Внешний шум

F.4.1 Общие положения

Движение транспортных средств, обгоняющих испытательное транспортное средство или движущихся по встречной полосе, особенно мотоциклов, грузовых автомобилей и быстродвижущихся легковых автомобилей, способно исказить результаты измерений CPX-уровня. Если в испытательном транспортном средстве не применены

специальные средства защиты, то возмущающее действие окажут также порывы ветра (при ветреной погоде во время измерений или от движущегося транспорта). Возмущения могут быть связаны также со строительной техникой на самой дороге или на ее обочине, разметкой пешеходного перехода, отражениями от придорожных объектов, стыками бетонных плит, дефектами или изменениями дорожного покрытия. Все указанные источники должны быть идентифицированы и сопоставлены с записями CPX-уровня одним из способов, указанных в F.4.2 — F.4.5.

F.4.2 Контроль звука с микрофонов с наблюдением дорожного трафика

При проведении измерений оператор прослушивает звук с микрофонов с помощью головных телефонов — по одному для переднего и заднего микрофонов (со стороны наибольшего шума дорожного движения). При этом он одновременно следит за встречными и обгоняющими автомобилями, чтобы сделать временные отметки и определить общее время действия каждого возмущающего события. Впоследствии каждому такому событию должен быть поставлен в соответствие фрагмент записи CPX-уровня и дорожный сегмент, на котором данный фрагмент был получен (обычно фрагмент идентифицируют как возмущение, если на нем CPX-уровень превышает медианное значение более чем на 1,5 дБ). Дорожный сегмент, которому соответствует помеченный фрагмент записи, исключают из дальнейшей обработки. Также проверяют, не содержит ли возмущений запись на сегменте, который был непосредственно перед помеченным. Это связано с возможной задержкой реакции оператора в процессе принятия решения о том, следует ли регистрировать событие как вносящее возмущение или нет. Другим вариантом является автоматическое исключение сегмента, предшествовавшего помеченному.

F.4.3 Пометки при прохождении транспортных средств

Оператор может контролировать внешний шум, делая пометки каждый раз при прохождении обгоняющего или встречного автомобиля вблизи испытательного транспортного средства (например, в переделах 10 м от микрофонов). Соответствующие дорожные сегменты затем автоматически исключаются из рассмотрения. При таком способе исключенными могут оказаться сегменты, для которых возмущений в реальности не было. Чтобы уменьшить число необоснованно исключаемых сегментов, оператор может руководствоваться собственным опытом наблюдений, который позволит ему не ставить отметки в ситуациях, когда, по его мнению, существенное искажение CPX-уровня маловероятно. Данный способ контроля не позволяет отслеживать возмущающее действие порывов ветра, поэтому его предпочтительно применять в ситуациях, когда испытательное транспортное средство снабжено средствами защиты испытательной шины и микрофонов.

F.4.4 Пометки при прохождении транспортных средств

Удобным средством контроля внешнего шума является использование на испытательном транспортном средстве дополнительного микрофона, удаленного от испытательной шины. Сегменты дороги, на которых уровень звука от измерительного микрофона вблизи испытательной шины превышает уровень звука от дополнительного микрофона менее чем на 6 дБ, из рассмотрения исключают.

F.4.5 Постобработка записи CPX-уровня

В данном способе предполагают, что самые шумные участки записи вызваны возмущениями. Эти участки выявляют на основе выбранного критерия (например, превышение CPX-уровня медианного значения на испытательном участке при данном пробеге более чем на 1,5 дБ), после чего соответствующие сегменты дороги исключают из рассмотрения.

Приложение G
(рекомендуемое)

Применение CPX-метода для контроля крупных дорожных сетей

G.1 Общие положения

В настоящем приложении рассматривается модификация CPX-метода, когда его применяют для наблюдения за крупными дорожными сетями. Целями наблюдения могут быть изучение изменения состояния дорожного покрытия с возрастом, оценка проводимого технического обслуживания, регистрация повреждений и износа дорожного покрытия, создание базы данных для выработки дорожным агентством стратегии дорожного строительства и ремонтных работ.

Такое применение CPX-метода возможно при наличии весьма значительного числа измерений для участков дорог большой протяженности, например когда наблюдение ведется на уровне региона. В этом случае метод применяют в упрощенной редакции, позволяющей сэкономить время и средства на проведение измерений. Результаты применения упрощенного метода менее точны, и их нельзя использовать для сопоставления с заданными требованиями, например в целях оценки соответствия.

G.2 Оценка дорожной сети и определение скоростных зон

Перед проведением измерений настоятельно рекомендуется выполнить общую оценку дорожной сети. Для дорог могут быть установлены скоростные ограничения, что позволяет выделить зоны, для которых будет использовано то или иное значение нормальной скорости, а также определить полосы, на которых будут сделаны измерения.

Следует также определить участки дорожной сети, для которых измерения невозможны или дадут недостоверные результаты (например, в местах пересечения дорог, на кольцевых развязках, из-за установленного низкоскоростного режима или проведения ремонтных работ).

G.3 Особые места измерений

Следует идентифицировать следующие места измерений, особенности которых могут повлиять на получаемые результаты:

- дорожные туннели: отражения от стенок туннеля могут значительно увеличить уровень фонового шума. Особенно уязвимыми к данным возмущениям будут испытательные средства без специальных защитных устройств. Применение защитных кожухов уменьшает вносимые возмущения, но полностью их не устраняет;
- уклоны дороги крутизной более 5 %. При подъеме по такой дороге двигатель транспортного средства работает с большей нагрузкой, чем обычно, что приводит к увеличению фонового шума. Особенно уязвимыми к данным возмущениям будут испытательные средства без специальных защитных устройств. Применение защитных кожухов уменьшает вносимые возмущения, но полностью их не устраняет;
- закругленные участки дороги: на таких участках на транспортное средство действуют значительные силы в поперечном направлении. Влияние таких сил на результаты измерений может быть значительным при движении со скоростью 50 км/ч по участку с радиусом кривизны менее 250 м и при движении со скоростью 80 км/ч по участку с радиусом кривизны менее 500 м.

G.4 Метеорологические условия

Для разных частей сети метеорологические условия могут быть разными. Контроль этих условий должен проводиться в ходе измерений на регулярной основе. Рекомендуется не проводить измерения в следующих условиях:

- при температуре воздуха ниже +5 °C или выше +35 °C;
- при средней скорости ветра более 10 м/с.

Требования в отношении влажности дорожного покрытия приведены в приложении F.

G.5 Число пробегов

В случае дорожных сетей очень большой протяженности выполнение повторных пробегов нецелесообразно с точки зрения затрат на проведение измерений, поэтому для них выполняют только один пробег, хотя это не позволяет обеспечить высокую точность результатов. Там, где высокая точность более важна по сравнению с затратами на измерения, число пробегов может быть увеличено.

G.6 Выбор образцовой шины

Для проведения ориентировочных измерений (т. е. пониженной точности) достаточно использовать только образцовую шину P1 по ISO/TS 11819-3 и траекторию движения колеса, ближайшую к краю дороги. Если необходимо повысить представительность результатов измерений, то можно выполнить измерения также для другой траектории.

Также необязательным, но возможным является использование второй образцовой шины, что позволит оценить дорожное покрытие в отношении движения по нему как легковых автомобилей, так и тяжелых транспортных средств.

G.7 Длина испытательного участка

Разбитие участка на 20-метровые сегменты при использовании только одного пробега не обеспечивает достаточную надежность результатов измерений (см. [8]). Поэтому для ориентировочного метода измерений акустический сигнал усредняют по сегментам минимальной длины 100 м, составленных как минимум из пяти 20-метровых сегментов (процедуры усреднения — в соответствии с приложениями В и С). Сегменты, на которых наблюдается повышенный шум из-за нарушений сплошности и ровности дорожного покрытия, из рассмотрения исключают.

G.8 Определение местоположения

Для крупных дорожных сетей важно согласовать результаты измерений с местом их проведения. Для этого рекомендуется использовать данные системы спутниковой навигации, определяющей местоположение с точностью не менее чем до 20 м. Точность спутниковой системы проверяют до измерений, например сопоставляя ее данные с известными координатами объектов на местности (мостов, пересечений крупных автострад и т. п.).

G.9 Измерения температуры

Температура воздуха может существенно изменяться как в течение дня, так и в разных точках дорожной сети. Измерения температуры рекомендуется выполнять в непрерывном режиме. В случае периодических измерений их рекомендуется выполнять по крайней мере каждые 10 км. Доступ к применяемому термометру должен быть свободным и безопасным, а сам прибор должен быть помещен на открытом воздухе и защищен от прямых солнечных лучей, например экраном. Датчик температуры должен располагаться на высоте от 0,5 до 1,5 от поверхности дороги. Дополнительно могут быть проведены измерения температуры дорожного покрытия.

G.10 Скорость движения транспортного средства

В пределах каждой скоростной зоны скорость движения испытательного транспортного средства не должна отличаться от нормальной скорости для этой зоны более чем на ±10 км/ч на каждом сегменте дороги. При переходе между скоростными зонами сегменты, на которых наблюдается значительное изменение скорости, из рассмотрения исключают. Также исключают те сегменты, на которых транспортное средство движется с ускорением или замедлением.

В некоторых местах условия трафика могут не позволить транспортному средству продолжать движение с заданной скоростью без смены полосы или обгона другого автомобиля. Рекомендуется такие действия прогнозировать заранее. Например, соответствующие данные могут быть исключены из рассмотрения или приведены к реальным условиям движения при постобработке записи CPX-уровня. Способ обработки таких данных должен быть указан в протоколе испытаний.

G.11 Результаты

Окончательным результатом испытаний является CPX-уровень, усредненный по составным сегментам минимальной длины 100 м, с указанием соответствующей нормальной скорости движения.

G.12 Достоверность результатов

См. приложение К.

Приложение Н
(рекомендуемое)

Другие применения CPX-метода

Н.1 Акустическая маркировка или классификация

Классификацию (акустическую маркировку) дорожных покрытий обычно выполняют с применением SPB-метода. Однако при использовании акустической классификации, описанной в [1], требуются измерения CPX-уровней.

Н.2 Исследование однородности дорожного покрытия

Ниже приведены рекомендации по оценки изменчивости шума вдоль участка дороги.

Измеряют уровень звука с применением испытательной шины на каждом сегменте дороги в соответствии с 10.2 и выполняют обработку данных в соответствии с 11.1—11.3 с добавлением следующих процедур:

a) для каждого сочетания пробега, траектории движения колеса, скорости и применяемых шин вычисляют выборочное стандартное отклонение уровня звука по сегментам. Регистрируют арифметическое среднее этих стандартных отклонений для каждого типа шин по отдельности (способ A в 11.2);

b) если уровень звука сначала усредняют по всем траекториям движения колеса, то рассчитывают выборочное стандартное отклонение для сегментов. Регистрируют арифметическое среднее этих стандартных отклонений для каждого типа шин по отдельности (способ B в 11.2).

Обычно в испытаниях используют обе образцовые шины. Усредненное стандартное отклонение s_t, дБ, для каждой шины является окончательным результатом измерений. По нему судят о степени однородности дорожного покрытия.

В протоколе испытаний указывают значение s_t вместе с общей длиной испытательного участка, нормальной скоростью и примененным способом обработки данных (A или B).

Примечание 1 — Если брать сегменты длиной менее рекомендуемых 20 м, то вариабельность данных будет в большей степени объясняться случайными изменениями звукового давления, а не изменениями свойств дорожного покрытия. С другой стороны, при выборе длины сегментов более 20 м есть риск пропустить изменение свойств покрытия. Выбор длины сегмента 20 м является также близким к используемому в SPB-методе.

Примечание 2 — Обычно приводят также иллюстративный материал в виде графика изменения вдоль $L_{CPX:t,v_{ref}}$ участка дороги для каждой образцовой шины или с усреднением по шинам (см. рисунок 2).

Приложение I
(справочное)

Сводка измеряемых параметров

Основные измеряемые параметры и допуски, установленные настоящим стандартом, приведены в таблице I.1. Требования к точности измерения этих параметров приведены в разделе 6.

Таблица I.1 — Сводка наиболее важных измеряемых параметров

Параметр	Значение	Допуск	Комментарии
Нормальные условия Образцовые шины Нормальная скорость Нормальная температура воздуха	 P1 и H1 50, 80 и 110 км/ч 20 °C	 — — 	 Могут использоваться другие значения при обосновании (безопасность, требования законодательства)
Скорость Средняя скорость Скорость на сегменте	 Нормальная скорость Нормальная скорость	 ±5 % ±15 %	
Диапазон частот	От 315 до 5000 Гц		
Шины Давление в шинах Нагрузка Глубина рисунка протектора Твердость резины	 200 кПа 3200 Н См. ISO/TS 11819-3 См. ISO/TS 11819-3	 ±10 кПа ±200 Н	
Микрофоны (см. рисунок 1) Число позиций Угол к направлению движения Высота над дорогой Расстояние от торца шины Расстояние от колесной оси (см. рисунок 1)	 Две обязательные (1,2): 45° (1); 135° (2) 0,10 м (1, 2) 0,20 м (1, 2) 0,20 м (1, 2)	 ±5° ±0,01 м ±0,01 м ±0,01 м	 Дополнительно (3, 4, 5, 6): 0° (4) ; 90° (3) ; 180° (5,6) 0,10 м (3); 0,20 м (4, 5); 0,50 м (6) По центру шины 0 м (3); 0,65 м (4, 5); 0,80 м (6)
Метеорологические условия Скорость ветра Температура воздуха	 Менее 5 м/с От 5 °C до 30 °C	 — —	 До 35 °C в климатической зоне со средней температурой воздуха более 30 °C

Приложение J
(справочное)

Результаты валидации метода

J.1 Общие положения

Оценка применимости CPX-метода носила ограниченный характер, поскольку не учитывался ряд факторов, которые вызывают систематическое смещение результатов, но не могли быть оценены в ходе проверки:

- при измерениях рассматривался только шум качения и не рассматривался шум от силовой установки транспортного средства;
- оценка влияния дорожного покрытия на шум качения легковых автомобилей ограничивалась применением только одного типа испытательных шин (шины P по ISO/TS 11819-3), хотя данная шина является представительной с точки зрения излучаемого шума для современного парка легковых автомобилей в широком диапазоне дорожных поверхностей;
- влияние дорожного покрытия на шум качения тяжелых транспортных средств имеет среднюю представительность, поскольку испытания не предполагали применения шин для этих транспортных средств. Вместе с тем одна из тестовых шин (шина H по ISO/TS 11819-3) была выбрана для приближенного описания акустических свойств дорожного покрытия при движении по нему тяжелых транспортных средств;
- испытания не предполагали представительного воздействия на шины поперечных и продольных сил с точки зрения обычных условий их применения;
- выбранные положения микрофонов не представительны с точки зрения дальнего поля излучения шума;
- условия распространения звука учитывались только частично.

Валидация метода выполнена только в отношении транспортных средств, движущихся в условиях трафика со скоростью 40 км/ч и выше. Было установлено, что в этом случае шум качения доминирует над шумом силовой установки. При других условиях доминирующим может быть шум силовой установки, и результаты, полученные CPX-методом, отражают только часть излученного транспортным средством шума. Результаты не могут быть также распространены на участки дороги с крутым уклоном и на поток автомобилей, в котором преобладают тяжелые транспортные средства, поскольку в указанных условиях повышается шум от силовой установки и возрастает продольная нагрузка на шины ведущей оси, которая может вызвать увеличение шума качения.

Примечание 1 — Под легковыми автомобилями понимаются транспортные средства категории 1, а под тяжелыми транспортными средствами — транспортные средства категории 2 по ISO 11819-1[1)].

Примечание 2 — В странах, не которые не относятся к Европе или Восточной Азии и в которых установлены менее жесткие стандарты шума транспортных средств, более значимым является шум силовых установок тяжелых транспортных средств, и представительность результатов CPX-метода низка в случае движения автомобилей с малой скоростью (менее 50 км/ч), а также со средней скоростью (от 50 до 70 км/ч), если доля тяжелых транспортных средств в потоке превышает 10 %.

J.2 Выбор испытательных шин

В методе, установленном настоящим стандартом, применяют две образцовые шины. Хотя эти шины выбраны из условия обеспечения представительного шума качения для современного парка транспортных средств, шум, создаваемый этими двумя шинами, не может считаться представительным в условиях реального трафика. Одна из образцовых шин была выбрана с тем, чтобы максимально точно, насколько возможно, представлять шум, порождаемый прохождением легких транспортных средств, преимущественно легковых автомобилей.

Установленный метод в основном ориентирован на испытания для шин легковых автомобилей. Между тем известно (см. [2], [3], [9]), что влияние дорожной поверхности на шум от потока легковых автомобилей плохо коррелировано с ее влиянием на шум от потока тяжелых транспортных средств, т. е. образцовые шины, представительные для легковых автомобилей, не в полной мере могут быть использованы для описания шума качения для тяжелых транспортных средств. Однако влияние дорожной поверхности на шум тяжелых транспортных средств примерно вполовину меньше, чем для легковых автомобилей. При малой доле тяжелых транспортных средств в общем потоке их влияние на оценку акустических свойств дорожного покрытия ограничено и в общем случае сводится к уменьшению зависимости шума, создаваемого потоком, от дорожного покрытия.

В установленном методе для описания шума качения от тяжелых транспортных средств используется другая образцовая шина (H1 по ISO/TS 118719-3). Хотя по своим размерам она больше подходит крупным легковым и легким грузовым автомобилям, опытным путем установлено (см. [2], [3], [9]), что благодаря специфическому рисунку протектора шум от взаимодействия данной шины с дорожной поверхностью схож с шумом качения для тяжелых транспортных средств.

[1)] В последней редакции ISO 11819-1 обозначение категорий изменено: легковым автомобилям соответствует категория P, тяжелым транспортным средствам — H.

В некоторых странах в зимнее время используют шипованные шины, которые иначе взаимодействуют с дорожным покрытием. Если в транспортном потоке преобладают автомобили с шипованными шинами, классификация дорожного покрытия должна быть другой. Влияние дорожного покрытия на шум от шипованных шин в должной степени не исследовано и в настоящем стандарте не рассматривается. В странах, где требуется оценка связи дорожного покрытия с шумом автомобилей с шипованными зимними шинами, следует разработать дополнительные процедуры к настоящему стандарту.

J.3 Сопоставление новых и старых или изношенных шин

В процессе эксплуатации состояние шин ухудшается вследствие механического износа и химического старения резины, что влияет не только на их долговечность и безопасность, но также на шум, излучаемый ими при контакте с дорогой, и на сопротивление качению. Исследования показали, что влияние старения и износа в незначительной степени отражается на шуме качения для шин с малой и средней глубиной рисунка протектора, но существенно для шин с «грубым» рисунком (с износом шум увеличивается) и с гладкой поверхностью (с износом шум уменьшается) (см. [6]).

Таким образом, классификация дорожного покрытия по его акустическим свойствам будет зависеть от того, выполнена она для новых или изношенных шин. Чтобы отразить реальные условия транспортного потока, желательно было бы использовать как новые, так и старые шины, однако в настоящее время данных для определения представительных шин в изношенном состоянии недостаточно. Этот фактор также следует рассматривать как ограничение в процедуре валидации метода.

J.4 Положение микрофона

Выбор количества измерительных микрофонов и мест их размещения всегда представляет собой компромисс. Места обязательной установки микрофонов, указанные в настоящем стандарте, близки к оптимальным в случае двух микрофонов согласно [10]. Если вместо двух использовать четыре микрофона (по два с каждой стороны шины — см. рисунок 1 и таблицу 2), то неопределенность измерений данным методом могла бы быть на 30 % меньше неопределенности измерения SPB-методом на расстоянии 7,5 от транспортного потока, однако метод стал бы более сложным в реализации.

Поскольку метод, установленный настоящим стандартом, использует измерения в ближнем звуковом поле, он не в полной степени отражает эффект ослабления звука при движении транспортного средства по пористой дорожной поверхности. Обычно для такой поверхности оценка, полученная CPX-методом, будет завышенной по сравнению с оценкой SPB-метода (см. приложение D).

J.5 Стабильность результатов измерений

Несмотря на ограничения, указанные в J.1 — J.4, метод продемонстрировал возможность его применения для решения разных задач (см. приложение D).

То, что в методе используются образцовые шины, обеспечивает стабильность метода во времени и хорошую воспроизводимость результатов в случае правильного хранения шин и их своевременного обновления (см. ISO/TS 11819-3). Следует ожидать, что результаты, полученные в разные годы и разными лабораториями, будут сопоставимы.

В то же время эта стабильность возможна только в случае строгого выполнения требований к испытательным шинам и метеорологических условиям. В отсутствие строгого контроля этих факторов CPX-метод становится практически бесполезным.

Другой важный аспект стабильности результатов во времени связан с возможным изменением парка машин, что не может быть учтено в рамках метода. Данный факт может рассматриваться и как достоинство, и как недостаток. Если основное внимание уделяется представительности шума в условиях реального трафика, то необходимо рассматривать, как со временем изменяются конструкция и свойство применяемых шин в части их взаимодействия с дорожным покрытием.

Приложение К
(рекомендуемое)

Неопределенность измерения

К.1 Общие положения

На результаты измерений методом, установленным настоящим стандартом, оказывают влияние несколько факторов (источников неопределенности). Данное влияние может проявлять себя случайным неконтролируемым образом, либо оно постоянно, но неизвестно.

Согласно ISO/IEC Guide 98-3 влияние разных факторов на результат измерений оценивают по вкладу их стандартных неопределенностей в суммарную стандартную неопределенность измеряемой величины, на основе которой по заданной вероятности охвата и соответствующему коэффициенту охвата k можно рассчитать расширенную неопределенность.

К.2 Математическая модель

Общая модель расчета CPX-уровня определена формулой (13).

К.3 Источники неопределенности

К.3.1 $\delta 1$: данная величина характеризует отклонения от условий записи звука при движении транспортного средства с нормальной скоростью (не учтенные поправкой на скорость) по заданной траектории на сегменте заданной длины.

К.3.2 $\delta 2$: данная величина характеризует ограниченную точность применяемых средств измерений уровня звукового давления, температуры воздуха и скорости транспортного средства.

К.3.3 $\delta 3$: данная величина описывает отклонения, связанные с факторами окружающей среды. Нормальные условия измерений предполагают температуру окружающего воздуха 20 °С и сухое дорожное покрытие, свободное от загрязнений. Метод измерений, установленный настоящим стандартом, предполагает внесение поправки на температуру, но сама эта поправка также зависит от вида дорожного покрытия.

К.3.4 $\delta 4$: данная величина связана с влиянием постороннего акустического шума, который ограничен требованием к отношению сигнал/шум, однако соблюдение данного требования не всегда гарантировано, поскольку опирается на иные критерии (например, при исключении сегмента дороги из записи CPX-уровня). Влияние данного источника неопределенности возрастает, если испытательное средство не содержит элементов защиты от внешнего шума (кожухов).

К.3.5 $\delta 5$: данная величина связана с нежелательными отражениями звука от конструкции транспортного средства и ограждений, а также с шумом качения и с шумом от силовой установки буксировочного транспортного средства (в случае его применения).

К.3.6 $\delta 6$: данная величина связана с изменение свойств образцовых шин со временем, в том числе вследствие их износа, а также со случайным разбросом этих свойств от шины к шине.

Примечание — Перечисленные влияющие величины (см. также таблицу К.1) отражают современные представления о влиянии разных факторов на точность измерений CPX-метода. Дальнейшие исследования могут потребовать изменения числа, состава и оценок влияющих величин.

В К.4 приведен пример оценки неопределенности при измерениях на заданном участке дороги в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

К.4 Оценка неопределенностей

Влияющие величины, соответствующие разным источникам неопределенности, и их количественные оценки представлены в таблице К.1. В отношении интерпретации распределений вероятностей — см. ISO/IEC Guide 98-3. Применение термина «кожух» — в соответствии с разделом 9 в отношении защиты от нежелательного шума.

Таблица К.1 — Типичные значения, приписываемые стандартным неопределенностям влияющих величин

Влияющий фактор (величина)	Наилучшая оценка	Вид распределения	Коэффициент чувствительности	Стандартное отклонение, дБ
$\delta 1$ Отклонение от условий измерений (скорость, траектория колеса)	0	Нормальное	1	0,2
$\delta 2$ Средства измерений (калибратор, шумомер, спидометр)	0	Нормальное	1	0,3

Окончание таблицы К.1

Влияющий фактор (величина)	Наилучшая оценка	Вид распределения	Коэффициент чувствительности	Стандартное отклонение, дБ
δ3 Окружающая среда (после внесения поправки на температуру)	0	Нормальное	1	0,3
δ4 Фоновый шум от внешних источников	0	Асимметричное	1	0,1 (с кожухом) 0,2 (без кожуха)
δ5 Фоновый шум/отражения от элементов испытательного транспортного средства, расположение микрофонов	0	Нормальное или асимметричное	1	0,2 (с кожухом) 0,1 (без кожуха)
Суммарная стандартная неопределенность				0,5 (с кожухом) 0,5 (без кожуха)

Расширенные неопределенности, соответствующие данным таблицы К.1, приведены в таблице К.2.

Таблица К.2 — Типичные значения расширенной неопределенности при измерениях CPX-уровня

Вероятность охвата, %	Расширенная неопределенность, дБ
80	0,7
95	1,0

В случае применения образцовой шины по ISO/TS 11819-3 вклад источника неопределенности δ6 оценивают в соответствии с указанным документом. В случае применения шины, не описанной в ISO/TS 11819-3, этот вклад оценивает пользователь.

Примечание 1 — Приведенные оценки основаны преимущественно на результатах исследований, отраженных в [11], в которых измерения были выполнены с применением двухколесного прицепа для шин обоих колес с последующим усреднением.

Примечание 2 — Двумя доминирующими источниками неопределенности являются средства измерений уровня звукового давления и скорости, а также условия окружающей среды, в основном ветер. В расчете неопределенности предполагалось, что влияние температуры на результат измерений известно.

Примечание 3 — В таблицах К.1 и К.2 не учтен вклад от источника неопределенности δ6, связанного со случайным разбросом по образцовым шинам (см. ISO/TS 11819-3).

К.5 Оценка неопределенности на основе ISO 5725-2

К.5.1 Используют ISO 5725-2 для оценки повторяемости (разброса внутри одной лаборатории) результатов измерений.

К.5.2 Используют ISO 5725-2 для оценки воспроизводимости (разброса между лабораториями) результатов измерений.

К.6 Оценка неопределенности ориентировочного метода по приложению G

Результаты, приведенные в [8], дают следующие оценки для ориентировочного метода, описанного в приложении G:

- предел повторяемости r = 1 дБ;
- предел воспроизводимости R = 2 дБ.

Примечание — Приведенные оценки получены в [8] для измерений только для одной траектории движении колеса и с учетом вклада разброса по испытательным шинам (который не рассмотрен в К.4). Усреднение по двум траекториям позволило бы несколько снизить полученные оценки.

Приложение L
(рекомендуемое)

Контрольное дорожное покрытие

L.1 Общие положения

При представлении результатов измерений для данного дорожного покрытия важно иметь возможность сопоставить их с теми, что получены на другом покрытии, рассматриваемом как контрольное. Настоящее приложение содержит рекомендации по выбору контрольных покрытий с целью возможной унификации процедуры сравнения.

В качестве контрольного покрытия принято рассматривать некоторое воображаемое (виртуальное) покрытие с заданными характеристиками. Концепция виртуального дорожного покрытия была предложена в проекте [13], в котором представлена прогностическая модель эмиссии и иммиссии шума, создаваемого при движении дорожных и рельсовых транспортных средств. В данном проекте в качестве контрольного было предложено покрытие из плотного асфальтобетона с щебеночно-мастичным верхним слоем с размерами элементов макрошероховатости не более 11 мм и возрастом не менее одного года. Причиной выбора такого покрытия в качестве контрольного было то, что оно общеприменимо, и дороги с таким покрытием могут быть без труда обнаружены в странах Европы. Были предложены также поправки на случай элементов макрошероховатости с другими значениями верхней границы диапазона (от 10 до 16 мм) и на возраст покрытия. Применение поправок позволяет использовать в качестве контрольного некоторое реальное дорожное покрытие, характеристики которого несколько отличаются от установленных для контрольного покрытия. Подробно процедура применения поправок приведена в [14].

Данный подход был впоследствии развит в других проектах и работах (см. [15]).

В отношении вариантов контрольных покрытий применяют положения L.2 — L.4.

L.2 Виртуальное контрольное покрытие

В настоящем стандарте в качестве контрольного дорожного покрытия рассматривается воображаемое «усредненное» покрытие из плотного асфальтобетона с щебеночно-мастичным верхним слоем с размерами элементов макрошероховатости не более 11 мм и возрастом не менее одного года. Вместе с тем это покрытие не должно быть сильно изношенным, т. е. в нем должны отсутствовать бугры, выбоины, трещины и другие механические дефекты. Результаты сопоставления с измерениями на контрольном покрытии в значительной степени зависят от близости характеристик реального покрытия, рассматриваемого в качестве контрольного, к их номинальным значениям. Процедура сопоставления включает в себя следующие шаги:

a) при планировании измерений убеждаются в том, что по крайней мере одно из покрытий, для которых будут проведены измерения, по своей конструкции и состоянию близко к виртуальному контрольному покрытию [изготовлено из плотного асфальтобетона или имеет щебеночно-мастичную поверхность, максимальный размер зерен в материале покрытия находится в интервале от 10 до 16 мм (предпочтительно равен 11 мм), в хорошем состоянии, но не новое]. Такое покрытие рассматривают как реальное контрольное покрытие;

b) применяют процедуру коррекции согласно [14] для определения номинальной разности приведенных уровней звука (поправки ΔL_{ref}) для реального [определенного в перечислении a)] и виртуального контрольных покрытий;

c) вносят полученную поправку в результат измерений для реального контрольного покрытия и используют скорректированное значение в качестве приведенного уровня звука для виртуального контрольного покрытия;

d) сравнивают CPX-уровни для данного дорожного покрытия и виртуального контрольного покрытия и полученную разность, в децибелах, рассматривают как показатель ослабления шума данным покрытием.

L.3 Нормализованное контрольное покрытие

Нормализованное контрольное дорожное покрытие — условное покрытие, для которого для каждой образцовой шины CPX-уровни L_{CPX} определены по соглашению заинтересованных сторон. Для этого можно, например, выполнить усреднение по большому числу измерений CPX-уровней с приведением к нормальной температуре 20 °C по выборке из большого числа асфальтобетонных покрытий. Тогда контрольное покрытие будет «средним» по всем покрытиям, для которых были проведены испытания. При этом нормализованное контрольное покрытие будет сильно зависеть от стабильности образцовых шин и точности внесенных поправок на температуру.

L.4 Произвольно выбранное контрольное покрытие

Контрольным покрытием можно считать произвольное покрытие по выбору организации, проводящей измерения. В данном случае измерения полезны лишь с точки зрения сравнения выбранных конкретных дорожных покрытий между собой.

L.5 Заключение

Виртуальное контрольное покрытие, определенное согласно L.2, обладает тем достоинством, что оно согласуется с разными методами прогнозирования шума, стандартизованными в разных странах на разных уровнях (см. [12], [14]). Применение концепции виртуального контрольного покрытия позволяет единым образом оценивать эффективность дорожных покрытий (с точки зрения ослабления транспортного шума) разными лабораториями по всему миру.

Приложение М
(рекомендуемое)

Определение показателя CPX

Показатель CPX рассчитывают с целью оценки совокупного влияния дорожного покрытия на транспортный шум для смешанного потока транспортных средств по формуле:

$$L_{CPX:I,v_{ref}} = 0{,}50L_{CPX:P,v_{ref}} + 0{,}50L_{CPX:H,v_{ref}},$$

где $L_{CPX:I,v_{ref}}$ — показатель CPX, дБ, для смешанного потока транспортных средств с нормальной скоростью v_{ref};

$L_{CPX:P,v_{ref}}$ — CPX-уровень, дБ, для легковых автомобилей в потоке с нормальной скоростью v_{ref}, определенный с применением образцовой шины P по ISO/TS 11819-3;

$L_{CPX:H,v_{ref}}$ — CPX-уровень, дБ, для тяжелых транспортных средств в потоке с нормальной скоростью v_{ref}, определенный с применением образцовой шины H по ISO/TS 11819-3.

Представление показателя CPX не является обязательным, но его полезно знать для сравнения акустических свойств разных дорожных покрытий.

Примечание 1 — Весовые коэффициенты 0,5 при расчете $L_{CPX:I,v_{ref}}$ были выбраны, чтобы представить смешанный поток транспортных средств с равным вкладом в шум качения от тяжелых транспортных средств и легковых автомобилей. Это приблизительно соответствует случаю движения по обычному шоссе со скоростью 80 км/ч для потока, состоящего из 80 % легковых автомобилей и 20 % тяжелых транспортных средств или по скоростному шоссе со скоростью 115 км/ч для потока, состоящего из 75 % легковых автомобилей и 25 % тяжелых транспортных средств (см. [12]).

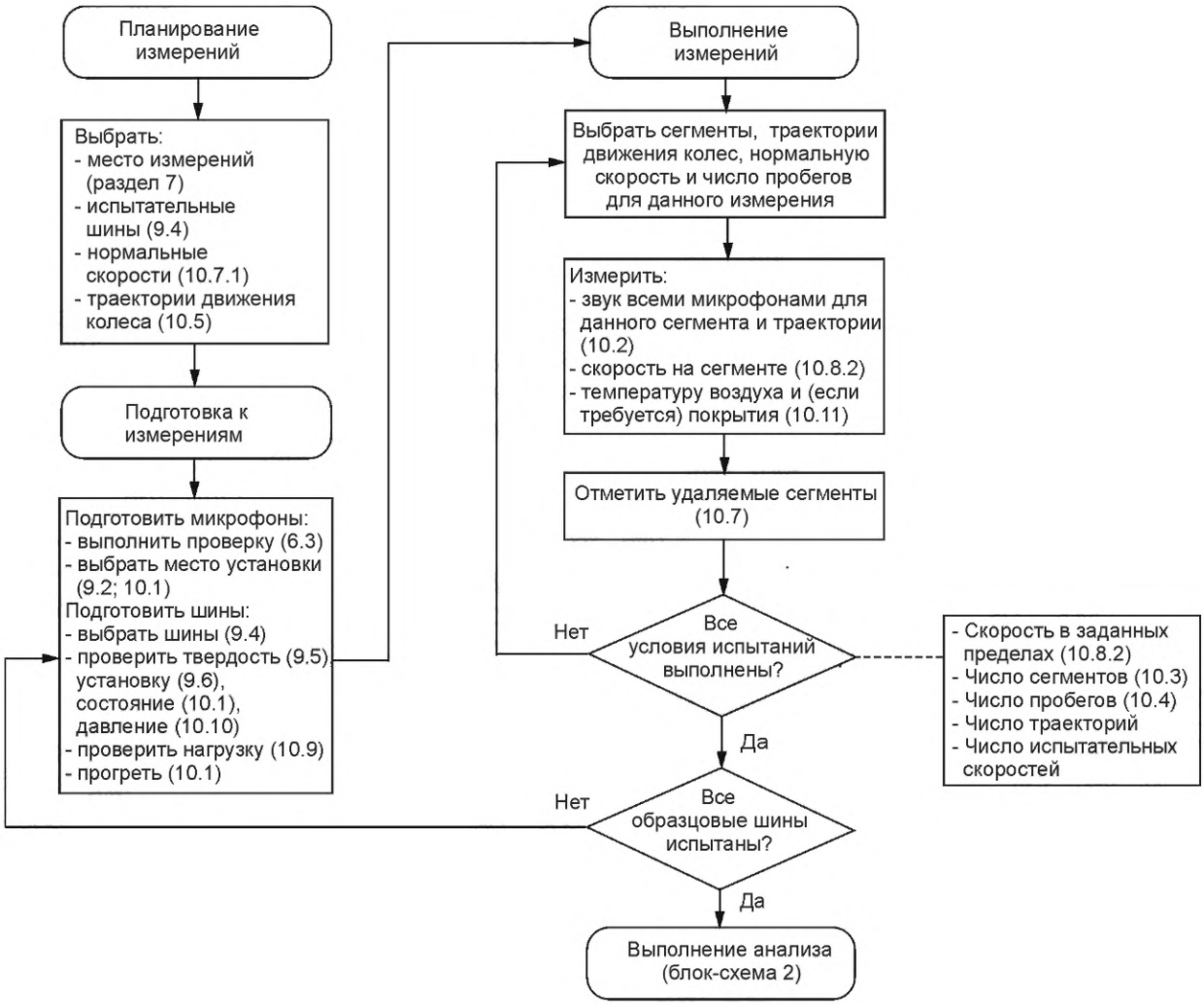
Примечание 2 — Показатель CPX часто используют для сравнения данного дорожного покрытия с контрольным дорожным покрытием по приложению L. Показатель CPX численно не равен показателю SPBI, определяемому согласно ISO 11819-1.

Приложение N
(справочное)

Краткое описание процедур измерений и обработки данных

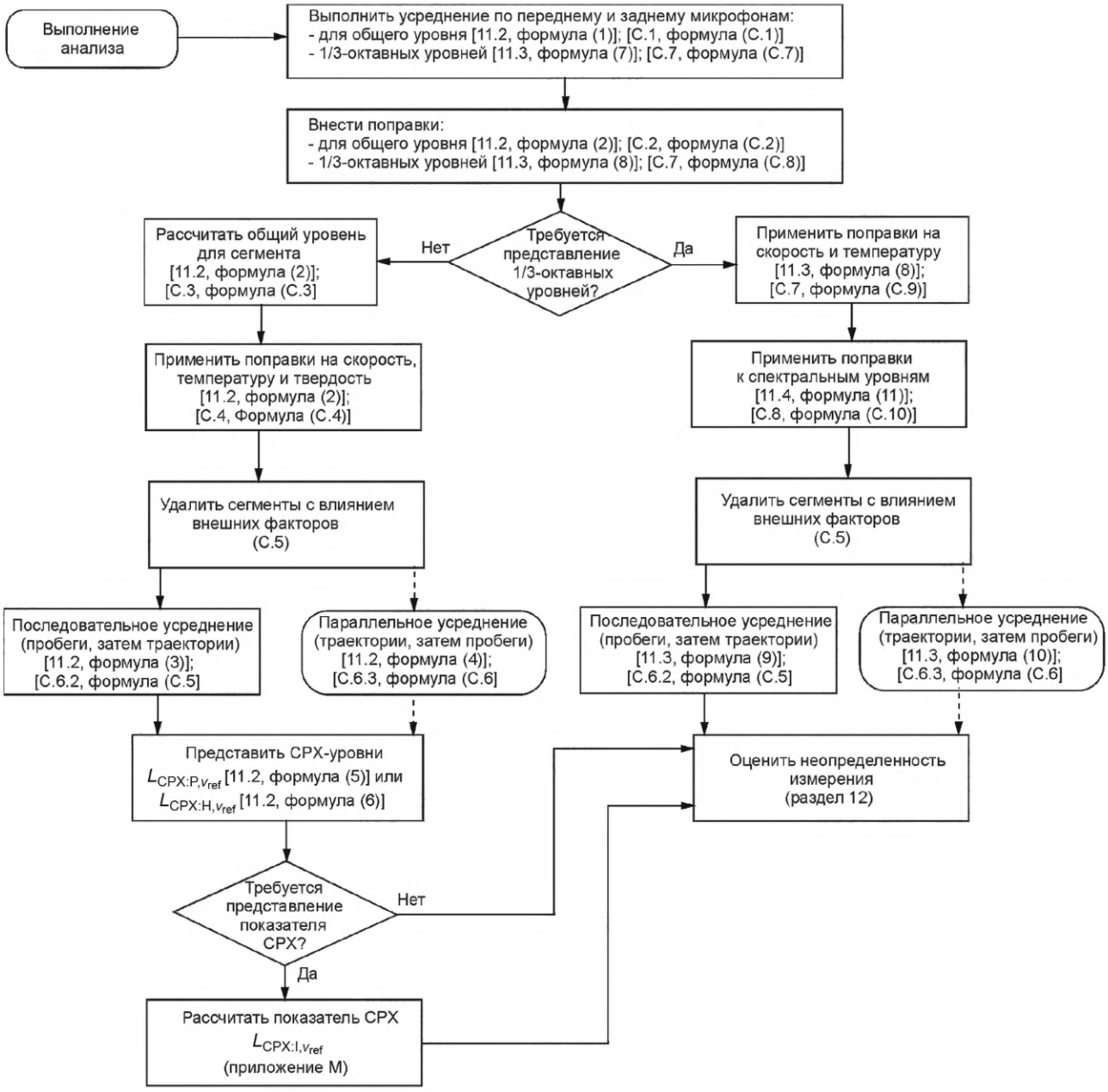
На рисунках N.1 и N.2 представлены блок-схемы процедур измерений и обработки данных соответственно. Измерения, показанные на рисунке N.1, являются наиболее общими согласно настоящему стандарту, что не исключает возможность других измерений. Порядок процедур усреднения, показанный на рисунке N.2, не является обязательным. Усреднения в другом порядке дадут приблизительно тех же самые результаты.

Рисунок N.2 вместе с формулами (1) — (11) или (С.1) — (С.11) может быть использован в качестве модели для автоматизированной системы компьютерной обработки данных.



Примечание — Цифрами указаны соответствующие структурные элементы стандарта.

Рисунок N.1 — Блок-схема 1 (процедуры измерений)



Примечание — Цифрами указаны соответствующие структурные элементы стандарта.

Рисунок N.2 — Блок-схема 2 (процедуры обработки данных)

Приложение О
(справочное)

Пример протокола испытаний

В пример протокола испытаний, приведенного в настоящем приложении, включено по возможности максимальное количество информации, которая должна быть зарегистрирована и представлена в соответствии с настоящим стандартом. Для конкретных задач часть информации может быть избыточной и ее приводить не следует.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТРАНСПОРТНЫЙ ШУМ CPX-МЕТОДОМ

Общая информация

1. Дата и время измерений: 2009-11-18. Начало 09:00; окончание 11:25

2. Организация/лицо, ответственное за проведение измерений: Технический университет Гданьска (Дж. Эйсмонт), Шведский институт исследований дорог и транспорта (У. Сандберг)

3. Цель измерений: Общие исследования

Тип оборудования

4a. Испытательное транспортное средство: Одноколесный прицеп легкового автомобиля (TUG Trailer, Mark III)

4b. Испытательные шины: Образцовые шины P1 и H1

4c. Шумомер: (в пример данные не включены)

4d. Акустический калибратор: (в пример данные не включены)

4e. Спидометр: (в пример данные не включены)

4f. Метеорологические приборы: (в пример данные не включены)

4g. Микрофоны: В положениях 1 и 2

4h. Свидетельство о соответствии испытательного транспортного средства: Ссылка на TRL отчет № XXX

Место проведения испытаний

5a. Местоположение: Шоссе RV34 на расстоянии 27,5 км к югу от круговой транспортной развязки Капарп-Линкепинг, Швеция

5b. Установленное ограничение скорости: 90 км/ч

5c. Продольный градиент дороги: 1:100 (1 %)

5d. Поперечный уклон дороги: 2 %

5e. План местности: См. рисунок X1 (в примере не показан, но предполагается включенным в протокол)

5f. Общая длина испытательного участка: 300 м

5g. Начало участка: (спутниковые данные)

5h. Конец участка: (спутниковые данные)

5i. Поперечное положение траектории измерений: Полоса 1, траектория движения левого колеса

Тип и конструкция испытуемого дорожного покрытия (при наличии данных)

6a. Тип обработки поверхности: Одиночная поверхностная обработка

6b. Толщина поверхностного слоя: Нет данных (толщина слоя щебня: приблизительно 16 мм)

6c. Фракция щебня: 16 мм

6d. Остаточная пористость: Не измерялась

6e. Коэффициент звукопоглощения по ISO 13472-1: Не измерялся

6f. Представительная фотография поверхности: См. рисунок X2 (не включен в пример)

6g. Глубина впадин профиля по ISO 13473-1: 1,52 мм

6h. Данные о подрядчике: Отсутствуют

Состояние дорожного покрытия и внешние факторы (при наличии данных)

7a. Возраст и состояние покрытия: 4 года, значительная колея по траектории движения

7b. Специальная обработка поверхности: Отсутствует

7c. Замечания к однородности поверхности: Нет

7d. Число дней со времени последних осадков: 2 дня (поверхность не пористая)

7e. Средние температуры воздуха и дорожной поверхности по участку измерений: 22 °C (воздух) и 28 °C (поверхность дороги)

7f. Примененный температурный коэффициент: −0,1 для обеих шин

Испытательная шина и другие условия испытаний

8a. Тип шины, идентификационный номер и дата изготовления: Шина P1, код XXXXXX, изготовлена: 27-я неделя 2011 г. Шина H1, код ZZZZZZ, изготовлена: 2-я неделя 2011 г.

8b. Твердость резины (данные не более чем трехмесячной давности): 64 для P1, 66 для H1

8c. Число пробегов для определения L_{CPX}: 2

8d. Нормальная скорость: 80 км/ч

8e. Измеренная средняя скорость по участку: См. журнал измерений

Результаты измерений акустических характеристик

***9a. L_{CPX} (для нормальной скорости 80 км/ч)*:**

L_{CPX} для шины *P1* = $L_{CPX:P1,80}$ **=** 91,2 дБ

L_{CPX} для шины *H1* = $L_{CPX:H1,80}$ **=** 93,1 дБ

***9b.* $L_{CPX:I,80}$ (для нормальной скорости 80 км/ч) =** 92,2 дБ

9c. Акустическая изменчивость s_t: 0,8 дБ для шины P1; 1,1 дБ для шины H1

9d. Расширенная неопределенность для L_{CPX} (вероятность охвата 95 %): 1,0 дБ для обеих шин

Другое

10. Коэффициент поправки на скорость: 30

11. Специальные меры для обеспечения соответствия ISO 11819-2: Не применялись

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 5725-2	IDT	ГОСТ ISO 5725-2—2003 «Точность (правильность и прецизионность) результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений»[1)]
ISO 11819-1	IDT	ГОСТ ISO 11819-1—2025 «Акустика. Оценка влияния дорожного покрытия на транспортный шум. Часть 1. Статистический метод с выборкой из транспортного потока»
ISO/TS 11819-3	IDT	ГОСТ ISO/TS 11819-3—2025 «Акустика. Оценка влияния дорожного покрытия на транспортный шум. Часть 3. Образцовые шины»
ISO/TS 13471-1	—	*
IEC 60942:2017	—	*,[2)]
IEC 61260-1	—	*,[3)]
IEC 61672-1	—	*,[4)]
ISO/IEC Guide 98-3	IDT	ГОСТ 34100.3—2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 5725-2—2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений».

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60942—2025 «Калибраторы акустические. Технические требования и требования к испытаниям».

[3)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 70024.1—2022 «Государственная система обеспечения единства измерений. Фильтры полосовые октавные и на долю октавы. Часть 1. Технические требования», неэквивалентный указанному международному стандарту.

[4)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53188.1—2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Шумомеры. Часть 1. Технические требования», неэквивалентный указанному международному стандарту.

Библиография

[1] Conter M. et al. Proposal for a draft European standard on the characterisation of the acoustic properties of road surfaces. ROSANNE Deliverable 2.4, 2016 (gost.e-ecolog.ru)

[2] M+P; TÜV Automotive (2000-I). International CPX validation test ISO/TC43/SC1/WG33 1998—2000. By M+P Raadgevende ingenieurs bv ('s Hertogenbosch, Netherlands) and TÜV Automotive GmbH (Herzogenrath, Germany). Compilation of Final Report and data files, on CDROM May 2000

[3] M+P; TÜV Automotive (2000-II). International CPX validation test ISO/TC43/SC1/WG33 1998-2000 — Summary report. By M+P Raadgevende ingenieurs bv ('s Hertogenbosch, Netherlands) and TÜV Automotive GmbH (Herzogenrath, Germany). M+P/TÜV report ISO.95.1.1, May 2000

[4] Sandberg U., Ejsmont J.A. Keeping reference tyres and other tyres stable with respect to noise emission. Proc. Euro-Noise, Edinburgh, 2009

[5] Hung W.T., Lam Y.K., Leung C.K.R., Ng C.F. Which is a better metric — road or air temperature — in assessing temperature effects on tyre/road noise? Proc. of Acoustics, Hong Kong, 2012

[6] Sandberg U., Glaeser K.P., Ejsmont J.A., Schwalbe G. The influence of tyre wear and ageing on tyre/road noise emission and rolling resistance. Report C.D6 of the SILENCE project, 2009. Available at (viewed 2016-04-06): gost.e-ecolog.ru org/index.php?m=32&mode=download&id_file=6134

[7] Phillips S.M., Abbott P.G. Factors affecting statistical pass-by measurements. Proc. Inter-Noise 2001, The Hague, 2001, pp. 2031—6

[8] Anfosso-Lédée F., Pichaud Y. Acoustic monitoring of a road network: investigation of the ageing effect of thin layer asphalt. 6th Symp. Pavement Surface Characteristics SURF2008, PIARC, Portoroz, 2008

[9] Sandberg U. Noise emission influence of road surfaces, as measured with the statistical pass-by and close-proximity methods, using different vehicle classes and different tyres. Proc. of the Tyre/road Noise Seminar, 1997, Gdansk. VTI Konferens 8A, Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Linköping, Sweden

[10] Ronneberger D., Preuss C. Optimum positions of microphones in trailers. Proc. of the International Tire/road Noise Conference, 1990, Gothenburg. STU Information No. 794—1990, Stockholm: Swedish National Board for Industrial and Technical Development. Available from the Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Linköping, Sweden

[11] de Roo F., Telman J., van Blokland G., van Leeuwen H., Reubsaet J., van Vliet W.-J. Uncertainty of close proximity (CPX) tyre road noise measurements — Round robin test results. Paper No. 281, Proceedings of NAG-DAGA 2009, Rotterdam

[12] Nord 2000 (2006): Acoustic Source Modelling of Nordic Road Vehicles. By Hans Jonasson, SP Swedish National Testing and Research Institute, SP Report 2006:12, Borås, Sweden. ISBN 91-85303-96-8 ISSN 0284-5172

[13] Jonasson H. et al. Source modelling of road vehicles. Deliverable 9 of the Harmonoise project, HARMONOISE Technical Report HAR11TR-020614-SP09v8, SP, Boras, Sweden (gost.e-ecolog.ru)

[14] Sandberg U. The concept of virtual reference pavement for noise prediction and comparison purposes. Proc. of Inter-Noise, Honolulu, 2006

[15] Anon. COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2015/996 of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods according to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union, L 168/1, 1.7.2015

[16] Anfosso-Lédée F., Kragh J. Wind noise influence on close-proximity tyre/road noise measurements with uncovered systems. Inter-Noise. 2013 September, 2013 pp. 15—18 [Innsbruck]

[17] Bühlmann E., van Blokland G.J. Temperature effects on tyre/road-noise — A review of empirical research. Proc of Forum Acusticum, 7—12 September 2014, Krakow

[18] ECE. Uniform provisions concerning the approval of tyres with regard to rolling sound emissions and/or to adhesion on wet surfaces and/or to rolling resistance. Regulation 117, E/ECE/324/Rev.2/Add.116/Rev.3−E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.116/Rev.3, 24 February 2014, United Nations, ECE, Geneva

[19] Lam Y.K., Leung R.C.K., Hung W.T. Impact of Microphone Vibration on Tyre/road Noise Measurement with Close-Proximity (CPX) Method. Proceedings of the 5th Cross-strait Many Cities Symposium on Acoustics, 23—24 November, 2012, Hong Kong, pp. 143—7

[20] ISO 3911 Wheels and rims for pneumatic tyres — Vocabulary, designation and marking (Колеса и ободья для пневматических шин. Словарь, обозначения и маркировка)

[21] ISO 10844 Acoustics — Specification of test tracks for measuring noise emitted by road vehicles and their tyres (Акустика. Требования к испытательным трекам для измерения шума, излучаемого дорожными транспортными средствами и их шинами)[1)]

[22] ISO 13472-1 Acoustics — Measurement of sound absorption properties of road surfaces in situ — Part 1: Extended surface method (Акустика. Измерение звукопоглощающих свойств дорожных покрытий на месте. Часть 1. Метод для протяженного участка поверхности)

[23] ISO 13473-1 Characterization of pavement texture by use of surface profiles — Part 1: Determination of mean profile depth (Определение текстуры дорожного покрытия через характеристики профиля поверхности. Часть 1. Определение средней глубины профиля)

[24] ISO 80000-2 Quantities and units — Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology (Величины и единицы измерений. Часть 2. Математические знаки и символы, используемые в естественных и технических науках)

[25] XP S31-145-1 Acoustique — Caractérisation in situ des performances acoustiques des revêtements de chaussées — Mesures du bruit de contact pneumatique/chaussée en continu — Partie 1: Mesure d'expertise (Акустика. Измерение акустических свойств дорожных покрытий на месте. Непрерывные измерения шума в месте контакта шины с дорогой. Часть 1. Экспертные оценки)

[1)] Рекомендуется применять гармонизированный стандарт ГОСТ ISO 10844 «Акустика. Требования к испытательным трекам для измерения шума, излучаемого дорожными транспортными средствами и их шинами».

УДК 625.8:534.6:006.354 МКС 17.140.30 IDT

Ключевые слова: транспортный шум, дорожное покрытие, акустические свойства, измерения, метод с образцовыми шинами

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазерева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 26.12.2025. Подписано в печать 11.02.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 6,28.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru