

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
КАЗАХСТАНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению «Руководства системы взвешивания
транспортных средств в движении»**

Р РК 218- -2014

Издание официальное

Астана 2014

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПРЕДИСЛОВИЕ	4
2. КОНТЕКСТ, СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ И ЗАДАЧИ.....	5
3. ТЕРМИНОЛОГИЯ.....	6
4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	11
5. КРИТЕРИИ ДЛЯ ВЫБОРА УЧАСТКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ДВИЖЕНИИ.....	14
6. ТРЕБОВАНИЯ К ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ.....	20
7. ПРОВЕРКИ И КАЛИБРОВКА СИСТЕМЫ НА УЧАСТКЕ.....	22
8. ПОГРЕШНОСТИ КЛАССА ТОЧНОСТИ В ОТНОШЕНИИ ВЕСА.....	30
9. УТВЕРЖДЕНИЕ ТИПА (МОДЕЛИ) СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА ТС В ДВИЖЕНИИ.....	36
10. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ПРОВЕРКИ И ПРОВЕРКИ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	39
11. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕРКИ ТОЧНОСТИ.....	41
12. ПРИЛОЖЕНИЕ I. УПРОЩЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	49
13. ПРИЛОЖЕНИЕ II. МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ.....	63
14. ПРИЛОЖЕНИЕ III. СТАНДАРТНЫЙ ФОРМАТ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ СРЕДСТВА.....	66

1. ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий документ **предназначен** для пользователей и производителей систем для измерения веса ТС в движении. И пользователи, и производители могут ссылаться на данные **рекомендации**. В документе **приведены** системы для измерения веса ТС в движении в общем, но не конкретная продукция.

В настоящем документе объединены требования или общие статьи (пронумерованные жирным шрифтом) с некоторыми более информативными разъяснениями и примерами, в частности, в области статистики, в целях разъяснения или содействия во внедрении **рекомендаций**. В целях их различия информативные параграфы отмечены чертой на полях. Такие параграфы могут считаться частью “Руководства по измерению веса ТС в движении”.

Также были приняты во внимание статьи и примечания европейских производителей систем для измерения веса ТС в движении, и настоящие **рекомендации** используются для оценки систем измерения веса ТС в движении путем испытания, выполненного в соответствии с настоящими методическими рекомендациями (рекомендациями).

Данные рекомендации были разработаны таким образом, чтобы они в целом были независимы от технологии и продукции (например, от типа датчика или электроники рассматриваемой системы для измерения веса ТС в движении). Предполагается, что данные рекомендации будут меняться с течением времени, поэтому по мере необходимости могут вноситься редакционные изменения.

В приложении I приведены упрощенные требования по практическому использованию для общих пользователей. Представлены только основные статьи; приведены ссылки на подробные спецификации. Это следует прочитать перед ознакомлением с подробной спецификацией. Рекомендуется для практиков.

Научная информация, использованная в настоящей спецификации, представлена на основе COST 323 и США ((Руководство Национального института стандартов и технологии 44, 1995), (Р. Гилманн, 1992), (Лаборатория транспортных исследований, 1994)), а также на существующих европейских спецификациях (METT-LCPC, 1993) и (NWML, 1995)).

Ключевые слова

Подвижная нагрузка, состояние покрытия, нагрузка от транспортных средств, вес брутто, нагрузка на ось, вес ТС в движении, датчики для измерения массы ТС в движении, системы для измерения массы ТС в движении, калибровка, данные/приемка системы для измерения веса ТС в движении, данные о движении, спецификации измерения веса ТС в движении, стандарт массы ТС в движении.

2. КОНТЕКСТ, СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ И ЗАДАЧИ

В настоящем документе приведены общие и подробные рекомендации по выбору участка, установке, эксплуатации, калибровке и оценке, проводимым путем испытания систем для измерения массы ТС в движении. Главная задача настоящего документа заключается в охвате потребности в полной спецификации, включая следующие два аспекта: (1) утверждение модели и (2) приемка на месте и оценка.

2.1. Настоящая спецификация соответствует требованиям пользователя и должна способствовать установлению отношений между производителями или поставщиками и заказчиками. Требования к точности для разных применений основаны на Требованиях и потребностях измерения веса ТС в движении в Республике Казахстан.

2.2. Данная спецификация может упоминаться или использоваться для составления любых общих или специальных спецификаций, для любых конкурсов на размещение заказов, а также для анализа данных работы или приемочных испытаний систем для измерения массы ТС в движении. Данная спецификация применяется к стационарным и передвижным системам для измерения массы ТС в движении.

2.3. Данная спецификация главным образом относится к системам измерения веса ТС в движении на высокой скорости, т.е., системам, установленным на одной или нескольких полосах проезжей части дороги и эксплуатируемым автоматически при нормальных условиях дорожного движения. Однако она также может применяться к системам измерения веса ТС в движении на низкой скорости, т.е., системам, установленным в специальной зоне взвешивания за пределами полосы (полос) проезжей части дороги, на которые автомобили, подлежащие взвешиванию, направляются компетентным органом (например, полицией); данные системы также эксплуатируются автоматически при ограниченной скорости (максимально до 5 - 20 км/ч) и контролируемых условиях передвижения автомобилей.

2.4. Данная спецификация относится к полной оценке работы систем измерения веса ТС в движении и утверждению модели (типа), но не включает лабораторные испытания продукции или части эксплуатационных характеристик системы (например, только датчиков). Данная часть относится к задаче стандартов на продукцию.

2.5. Сфера применения настоящей спецификации охватывает все потребности в измерении массы ТС в движении, представленные в настоящих рекомендациях.

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

- **Класс точности:** класс измерительных инструментов (в конкретной среде), которые соответствуют критериям метрологических требований, которые предназначены для сохранения указанных пределов ошибки.
- **Точность измерений:** степень соответствия между измеряемым значением и (фактическим) значением, принятым в качестве исходного значения.
- **Ось:** ось состоит из двух или нескольких колес в сборе с центральными частями, пролегающими примерно на общей оси, расположенной перпендикулярно к заданному направлению движения автомобиля.
- **Нагрузка на группу осей:** общая нагрузка всех колес, входящих в группу осей
- **Ось группы:** одна ось автомобиля, принадлежащая группе осей.
- **Нагрузка на ось:** совокупность всех нагрузок на колесо оси автомобиля.
- **Весы для измерения нагрузки на ось:** устройство для измерения комбинированных нагрузок колес на ось, двоянную ось или строенную ось в одно и то же время.
- **Сгибающая пластина:** пластина, оборудованная датчиками деформаций и установленная под колесами или осями для измерения их статической или динамической силы шин.
- **Измерение веса ТС в движении на мосту:** измерение веса ТС в движении с использованием оснащенного приборами моста в качестве большого датчика; значения напряжения, измеряемые в некоторых элементах моста, применяются для определения с помощью программного обеспечения веса брутто и нагрузок на ось транспортных средств, пересекающих мост.
- **Калибровка:** регулировка до эталонного уровня значений любого измерительного устройства.
- **Емкостный мат или полоска:** плоский или ленточный датчик, используемый для измерения применяемой силы путем вариации в емкости (диэлектрическая постоянная) изолированных пластин.
- **Коэффициент калибровки:** числовой коэффициент, на который умножается необработанный результат измерения для компенсации системной ошибки.
- **Коэффициент вариации:** отношение стандартного отклонения к среднему значению.
- **Интервал достоверности:** интервал, в котором содержится фактическое значение параметра, представленного случайной величиной, с заданной вероятностью.
- **Уровень достоверности:** вероятность того, что в интервале содержится фактическое значение параметра, представленного случайной величиной.
- **Динамическая сила шины ТС:** компонент динамической силы, применяемой перпендикулярно к поверхности дороги шиной (шинами) колеса движущегося автомобиля. Помимо силы гравитации данная сила может включать динамический эффект воздействий, например, неровности дорожного покрытия, ускорение транспортного средства, овализированные шины, динамически несбалансированные колеса или шины, внутреннее давление в шине, подвеска автомобиля и аэродинамические свойства и ветер. В целях настоящей спецификации необходимо провести регулировку или калибровку системы для измерения массы ТС в движении для указания магнитуды вертикально направленной вниз измеряемой динамической силы шины автомобиля в единицах массы (килограммах, кг или мегаграммах, Мг). Указанная масса может быть переведена в единицы силы путем ее умножения на локальное значение ускорения свободного падения, если оно известно.

- **Ошибка:** разница между измеренным значением и фактическим значением или принятым эталонным значением (относительные и абсолютные ошибки).
- **Волоконно-оптический датчик:** ленточный датчик, включающий в себя оптическое волокно; сгибание волокна в результате применяемой силы (шинами на колесо или ось) модифицирует условия распространения световых волн; применяемая сила может быть получена в результате данной модификации.
- **Вес брутто:** сила, возникающая только в результате внешней силы гравитации, действующей вертикально сверху вниз на общую массу автомобиля, включая все подсоединенные компоненты; ее магнитуа представляет собой общую массу автомобиля, умноженную на локальное значение ускорения свободного падения.

Сила гравитации - следовательно, ускорение свободного падения – различается в разных точках поверхности Земли; таким образом, устройства для взвешивания при коммерческом или официальном применении правительственными органами для приведения в силу законов о дорожном движении или о дорогах общественного пользования, либо для сбора статистической информации обычно используются в одной местности и подвергаются регулировке или калибровке для обозначения массы в той местности. Указанная масса может быть переведена для взвешивания (в единицы силы) путем умножения на локальное значение ускорения свободного падения, если оно известно. В целях данной спецификации, а также в соответствии с общей практикой взвешивания система для измерения массы ТС в движении должна пройти регулировку или калибровку для обозначения магнитуды измеряемого веса и нагрузки в единицах массы (килограммах, кг или мегаграммах, Мг), а соответствующий вектор силы всегда будет направлен вниз по отношению к приблизительному центру Земли.

- **Группа осей:** группа осей на одном и том же автомобиле, определяемая общим количеством осей, входящих в группу (объединенных общей подвеской) и их соответствующими промежутками пространства. В Европе без стандартизированного определения группы осей, основанного на межосевом расстоянии, геометрический критерий определения группы осей по датчикам на дороге таков, что центральные части осей (колесной базы) расположены на расстоянии менее 2,2 м друг от друга.
- **Вес ТС в движении на высокой скорости:** взвешивание автомобилей в движении в дорожном потоке на скорости до 130 км/ч.
- **Ударная сила:** измеряемая сила, применяемая на дорожное покрытие шинами движущегося автомобиля (различные силы шин автомобиля могут измеряться в одно и то же время или в одном и том же месте). В целях данной спецификации необходимо провести регулировку или калибровку системы для измерения массы ТС в движении для указания магнитуды вертикально направленной вниз измеряемой динамической силы шины автомобиля в единицах массы (килограммах, кг или мегаграммах, Мг). Указанная масса может быть переведена в единицы силы путем умножения на локальное значение ускорения свободного падения, если оно известно.
- **Коэффициент воздействия:** отношение ударной силы к соответствующей нагрузке на колесо/ось или вес брутто стационарного автомобиля.
- **Датчик нагрузки:** устройство, производящее сигнал, пропорциональный налагаемой на него нагрузке.

- **Вес ТС в движении на низкой скорости:** взвешивание медленно движущегося транспортного средства, обычно в специальной зоне за пределами потока движения, на горизонтальном, прямом и ровном покрытии при контролируемых условиях, например, при постоянной и низкой скорости (например, 5 - 15 км/ч) в целях минимизации динамического воздействия.
- **Магнитная (или индуктивная) петля:** изолированный медножильный кабель, проложенный в покрытии или связанный с поверхностью покрытия, который используется для обнаружения присутствия транспортного средства.
- **Среднее арифметическое значение:** первый момент распределения (образца); сумма значений образца, разделенная на количество значений.
- **Резко отклоняющееся значение:** значения в серии однородных данных с меньшей вероятностью возникновения, чем это предполагается в соответствии с размером и распределением образца; предполагается, что резко отклоняющееся значение является ошибочным измерением и может быть устранено при определенных условиях.
- **Эксплуатационное испытание:** испытание для определения возможности оборудования выполнять свои указанные функции; если такое испытание проводится сразу после первоначальной установки или после важного ремонта, то оно называется приемочным испытанием на площадке
- **Пьезоэлектрический кабель:** коаксиальный кабель, содержащий пьезоэлектрическое вещество, которое преобразует прилагаемое напряжение или давление в электрический сигнал, который относится к амплитуде и направлению применяемого напряжения или давления. Пьезоэлектрический датчик представляет собой ленточный датчик, содержащий пьезоэлектрический кабель; он может быть представлен двумя видами: пьезокерамическими датчиками и пьезополимерными датчиками. Пьезокварцевый датчик представляет собой ленточный датчик, в котором применяются пьезоэлектрические кварцы.
- **Пьезорезистивный датчик:** датчик, который указывает амплитуду применяемой силы через вариацию в его электрическом сопротивлении.
- **Диапазон:** вся степень интервала, при которой измерение параметра является действительным для рассматриваемой системы.
- **Повторяемость результатов:** точность соответствия между результатами последовательных измерений одной и той же переменной, которые проводятся при одинаковых условиях (которые именуются как условия повторяемости), в соответствии с одной и той же процедурой, одним и тем же наблюдателем, с использованием того же самого прибора в одинаковых условиях, в одном и том же месте с повторением через короткий промежуток времени и равномерно в отношении окружающих условий.
- **Воспроизводимость результатов:** точность соответствия между результатами измерений одной и той же переменной, которые проводятся с использованием аналогичных приборов при различных условиях (которые именуются как условия воспроизводимости), например, разными наблюдателями, с использованием разных приборов, в разных местах и в разное время.
- **Разрешение:** наименьшее значение измеряемого параметра, которое измерительное устройство может различить в пределах диапазона измерения.

- **Датчик:** часть измерительного прибора или цепь, на которую непосредственно воздействует измеряемый параметр и которая производит соответствующий сигнал.
- **Одинарная ось:** ось, отделяемая расстоянием в 2,2 или более метров от ближайшей соседней оси транспортного средства.
- **Стандартное отклонение:** положительный квадратный корень вариации (характеризует распределение образца данных).
- **Ленточный датчик:** датчик, установленный через дорогу, со степенью, равной ширине полосы или половине ширины полосы, и с протяженностью по длине (в направлении движения) в несколько сантиметров, но меньше длины отпечатка шины. Таким образом, при использовании в качестве датчика веса сигнал интегрируется в течение времени, когда шина оказывает на него давление.
- **Сдвоенная ось:** группа из двух осей с колесной базой менее 2,2 м.
- **Погрешность:** ширина интервала достоверности (δ), в которой ошибка остается на указанном или требуемом уровне достоверности.
- **Строенная ось:** группа из трех осей с колесной базой менее 2,2 м.
- **Вариация:** центрированный второй момент распределения (образца), который характеризует распространение такого распределения.
- **Платформенные весы:** устройство для взвешивания, которое сразу измеряет полный вес неподвижного транспортного средства (в целом такое устройство утверждено для взвешивания в юридических целях и поэтому подходит для получения эталонных значений веса брутто).
- **Вес ТС в движении:** процесс оценки веса движущегося автомобиля и части такого веса, которая приходится на каждое из его колес или осей, путем измерения и анализа динамических сил от шин автомобиля.
- **Система (станция) для измерения массы ТС в движении:** комплект установленных датчиков и электронных приборов с программным обеспечением для измерения динамических сил от шин автомобиля и присутствия движущегося автомобиля в отношении времени, а также для обеспечения данных для расчета нагрузок на колесо и/или ось и веса брутто, а также иных параметров, например, скорости, межосевого расстояния, очертаний и т.д.
- **Нагрузка на колесо:** часть веса брутто, которую оказывает шина неподвижного колеса на устройство для взвешивания в момент взвешивания и которая выражается в единицах массы (килограммах, кг или мегаграммах, Мг), исключительно в результате силы гравитации, вертикально направленной сверху вниз и действующей на массу неподвижного автомобиля.

Единицы

Силы должны выражаться в Н (ньютонах) и кН (килоньютонах), а масса – в кг и Мг (для больших значений). 1 Мг = 1000 кг (или метрической тонне). Применение тонны в научных целях уменьшается.

Так как данная спецификация главным образом предназначена для практического использования, будут применяться только единицы массы - кг или тонны (1 т = 1 Мг).

Касательно сил отношение к соответствующей массе составляет 9,81 Н/кг.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1. Пункты настоящего документа должны применяться для указания и проверки работы и точности любой системы для измерения массы ТС в движении в конкретной среде. В настоящем документе содержатся определения и критерии приемки.

4.2. Системы для измерения массы ТС в движении подразделяются на шесть классов точности, каждый из которых соответствует диапазону применений или требований. Дополнительные классы указаны для системы, которые не соответствуют основным классам.

4.3. Точность главным образом относится к весу и статическим нагрузкам, т.е., в целях взвешивания, и редко к фактическим ударным силам шин, которые воздействуют от колес/осей на дорожное покрытие и на датчики для измерения массы ТС в движении, например, в целях технических исследований дорожного покрытия и транспортных средств. Различие должно быть четко указано в письменной форме для каждого отдельного случая. В первом варианте рекомендуется указать, каким образом получены статические нагрузки и вес и особенно вопрос, относящийся к статическим нагрузкам на ось. Во втором варианте необходимо указать средства для получения эталонных значений ударных сил.

По практическим соображениям, а также в соответствии с наиболее частыми требованиями может быть принята ссылка на статические нагрузки/вес, если не будет указано другое эталонное значение.

Точность системы для измерения массы ТС в движении при соответствующих условиях ее использования, например, под нагрузкой от шин движущегося автомобиля, может быть определена только статистическим путем, с помощью интервала достоверности соответствующей ошибки единицы (ось, группа осей или вес брутто), который определяется следующим образом: $(W_d - W_s)/W_s$, где W_d - это ударная сила или динамическая нагрузка, измеряемая системой для измерения массы ТС в движении, а W_s - это соответствующая статическая нагрузка/вес (или любое иное указанное эталонное значение) той же единицы. Такой интервал достоверности, центрированный по статической нагрузке/весу, отмечен следующим образом: $[-\delta; +\delta]$, где δ - это погрешность на уровень достоверности π (например, 90 или 95%).

Даже для систем, поддерживающих традиционное определение точности, взвешивание статически не представляет фактические условия использования системы для измерения массы ТС в движении.

4.4. Основные требования и применения системы для измерения массы ТС в движении могут классифицироваться в отношении к статистической точности, как указано далее, с увеличением уровня точности:

1. **Статистика:** Экономические и технические исследования грузового транспорта, общая оценка дорожного движения на дорогах и мостах, сбор статистических данных и т.д.
 δ до 20 - 30% (класс D+(20), или D (25))
2. **Инфраструктура и предварительный выбор:** подробный анализ дорожного движения, проектирование и техническое обслуживание дорог и мостов, точная классификация транспортных средств, предварительный выбор для контроля

соблюдения и т.д.

δ до 10 - 15 - 20% (класс В (10), или С (15))

3. **Юридические цели:** Контроль исполнения и применения в промышленности, но только в том случае, если законодательство допускает использование системы для измерения массы ТС в движении в таких целях.

δ до 5 - 10% (класс А (5), или В+ (7))

Данные значения приведены только в качестве индикативных; каждый пользователь может определить свои собственные требования для конкретного применения. Более того, требования зависят от окружающих условий и состояния дороги. В главе 8 указаны значения, которые применяются к каждому показателю (общий вес, ось и т.д.).

Любой уровень точности не только относится к работе используемой системы для измерения массы ТС в движении (например, датчиков и электронной станции с программным обеспечением), но также к процедуре и периодичности калибровки, к качеству и гладкости дорожного покрытия и поведению автомобиля.

Достоверность π на уровне точности δ (ширина интервала достоверности) системы для измерения массы ТС в движении во многом зависит от условий измерения, что означает, главным образом, условия повторяемости или воспроизводимости результатов измеряемого образца, условия повторяемости или воспроизводимости окружающей среды, а также от размера и содержания образца (типов транспортных средств).

4.5. Выбор класса точности в отношении применения

Различные потребности обуславливают различные требования к точности в отношении веса. Применяются следующие требования, если заказчик не укажет иное:

Класс А (5): юридические цели, например, контроль соблюдения законных пределов веса, и другие специальные потребности; предоставление эталонных значений веса для проверок в процессе эксплуатации, если классы В(10), С(15), D+(20) или D(25) требуются для всех транспортных средств дорожного потока (при условии невозможности статического взвешивания такого большого количества);

Класс В+ (7): контроль соблюдения законных пределов веса в конкретных случаях, если требования класса А не могут быть выполнены, а также по специальному соглашению юридических властей; эффективный предварительный выбор перегруженных осей или транспортных средств; предоставление эталонных значений для проверок в процессе эксплуатации, если классы С(15), D+(20) или D(25) требуются для всех транспортных средств дорожного потока (при условии невозможности статического взвешивания такого большого количества);

Класс В (10): Контроль соблюдения законных пределов веса в конкретных случаях, если требования класса А и В+ не могут быть выполнены, а также точное знание веса по осям или группам осей, а также веса брутто для:

- проектирования, технического обслуживания или оценки инфраструктуры (дорожного покрытия и мостов), например, для оценки агрессивности, расчета усталостного повреждения и срока службы,
- предварительного выбора перегруженных осей или транспортных средств,

- идентификации транспортного средства на основании нагрузок.

Классы С (15) или D+(20): Подробные статистические исследования, определение гистограммы нагрузки с шириной класса в одну или несколько тонн, а также точная классификация транспортных средств по нагрузкам; исследования инфраструктуры и оценка усталостности.

Класс D (25): Показания веса, необходимые для статистических целей, экономических и технических исследований, стандартная классификация транспортных средства в соответствии с широкими классами веса (например, по 5 т.).

Дополнительные классы E(30), E(35) и т.д., определены для систем для измерения массы ТС в движении, которые не соответствуют требованиям класса D(25). Данные классы указаны в главе 8 для оценки точности приблизительных систем или систем, установленных на участках с некачественным измерением массы ТС в движении. Однако такие классы могут быть пригодными для предоставления показаний относительно состава дорожного движения, а также распределения и периодичности нагрузок.

5. КРИТЕРИИ ДЛЯ ВЫБОРА УЧАСТКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ДВИЖЕНИИ

Характеристики участка для измерения массы ТС в движении некоторым образом влияют на поведение автомобиля в движении и могут привести к существенным расхождениям между ударными силами оси и соответствующими статическими нагрузками. Таким образом, указанные критерии в отношении геометрии дорог и характеристик дорожного покрытия приведены в целях сокращения таких расхождений, а также для обеспечения того, что они будут находиться в некоторых пределах в соответствии с требуемыми уровнями точности.

Точность системы для измерения массы ТС в движении на мостах также очень зависит от выбора участков для взвешивания, в частности, от типа поверхностной части дорожного полотна и ровности подхода.

Однако данные критерии и, самое главное, критерии, относящиеся к профилю дорожного покрытия, главным образом приведены как индикативные, так как обязательным фактором является только работа указанной системы для измерения массы ТС в движении (например, точность и долговременность). Если некоторые системы по своим основным или естественным свойствам могут допускать более слабые критерии и соответствовать требованиям к точности и долговременности, что должно быть подтверждено путем испытания, то они могут быть установлены на других участках помимо тех, что указаны далее в настоящем документе.

5.1. Геометрия дороги

5.1.1. Настоятельно рекомендуется, чтобы участок дороги в промежутке между 50 м в верхнем направлении и 25 м в нижнем направлении соответствовал следующим геометрическим характеристикам:

- продольный уклон $< 1\%$ (участок класса I) или $< 2\%$ (участок других классов), в зависимости от класса участка (см. пункт 5.2.2) и по возможности постоянно;
- поперечный уклон $< 3^{00}$;
- радиус изгиба > 1000 м (однако прямая дорога будет предпочтительнее).

5.1.2. Системы для измерения массы ТС в движении не следует устанавливать рядом с какой-либо зоной ускорения или замедления (т.е., рядом со светофором, станцией оплаты дорожной или мостовой пошлины) в целях взвешивания транспортных средств,двигающихся на постоянной скорости. Также желательно избегать зоны, в которых водители переключают передачи, например, на съездах и т.д.

5.1.3. Также желательно избегать зоны, в которых меняется количество полос дороги, так как это может привести к смене полосы автомобилем на участке.

5.2. Характеристики дорожного покрытия

Характеристики дорожного покрытия напрямую влияют на сигнал, регистрируемый датчиком системы для измерения массы ТС в движении, в результате:

- взаимодействия дорожного покрытия/транспортного средства, которое приводит к динамическим ударным силам,
- того, что в большинстве случаев дорога является опорой для датчика и, тем

самым, составляет часть устройства для измерения.

Таким образом, не только продольная ровность, но и повреждения (например, образование колеи, деформации и т.д.) ограничивают точность измерений в то время, как образование трещин может сократить долговременность датчика измерения массы ТС в движении или повлиять на его реагирование. Отклонение и поперечная ровность также могут повлиять на надежность и долговременность датчиков.

5.2.1. К применению предлагаются три класса участков для измерения массы ТС в движении, более или менее относящиеся к трем категориям применения, указанным в главе 4. Критерии образования колеи, отклонения и ровности приведены в Таблице 1.

Таблица 1: Классификация и критерии участков для измерения массы ТС в движении

			Классы участков для измерения массы ТС в движении		
			I Отличный	II Хороший	III Приемлемый
Образование колеи (3 м - ширина)		Глубина колеи, макс. (мм)	< 4	< 7	< 10
Отклонение (квазистатическое) (13 т - ось)	Полужесткие покрытия	Среднее отклонение (10^{-2} мм)	< 15	< 20	< 30
		Левая/правая разница (10^{-2} мм)	" 3	" 5	" 10
	Все битумные покрытия	Среднее отклонение (10^{-2} мм)	< 20	< 35	< 50
		Левая/правая разница (10^{-2} мм)	± 4	± 8	± 12
	Нежесткое покрытие	Среднее отклонение (10^{-2} мм)	< 30	< 50	< 75
		Левая/правая разница (10^{-2} мм)	" 7	" 10	" 15
Отклонение (динамическое) (5 т - нагрузка)	Полужесткие покрытия	Отклонение (10^{-2} мм)	< 10	< 15	< 20
		Левая/правая разница (10^{-2} мм)	" 2	" 4	" 7
	Все битумные покрытия	Среднее отклонение (10^{-2} мм)	< 15	< 25	< 35
		Левая/правая разница (10^{-2} мм)	± 3	± 6	± 9
	Нежесткое покрытие	Среднее отклонение (10^{-2} мм)	< 20	< 35	< 55
		Левая/правая разница (10^{-2} мм)	" 5	" 7	" 10
Ровность	Индекс IRI	Индекс (м/км)	0 - 1.3	1.3 - 2.6	2.6-4
	APL ¹	Классификация- (МДВ, СДВ, БДВ)	9- 10	7-8	5-6

Значения образования колеи и отклонения приведены для температуры, ниже и

¹ APL – это устройство, разработанное во Франции и используемое в разных странах для измерения продольного профиля; оно состоит из двух одноколесных трейлеров, работающих на скорости 72 км/ч, которые буксируются автомобилем.

равной 20°C, и подходящих дренажных условий.

*классификация определяет количественно логарифм энергии, распределяемой в одном из следующих диапазонов длины волн: **МДВ** = малая длина волны (0,7-2,8 м), **СДВ** = средняя длина волны (2,8-11,3 м), **БДВ** = большая длина волны (11,3-45,2 м). Масштаб составляет от 10 (минимальная энергия, отличная ровность) до 1 (максимальная энергия, плохое качество покрытия).

Комментарии относительно отклонения:

- (i) Критерии отклонения не применяются к бетонным покрытиям (для таких покрытий значения должны быть намного меньше, чем предлагаемые пределы...). Тем не менее, для покрытия из бетонных плит упругий прогиб плиты должен быть ограничен до 0,05 мм для участков класса I и до 0,10 мм для участков классов II и III.
- (ii) Для зернистых покрытий (покрытия, зернистый слой которых обеспечивает структурную прочность покрытия) значения отклонения будут намного выше. В отношении данного типа покрытия необходимо соблюдать осторожность при выборе метода крепления и материалов.
- (iii) Квази-статическое отклонение измеряется с помощью дефлектографа (на длинном шасси) с нагрузкой на ось в 13 т и на скорости 2 – 3,5 км/ч; для других нагрузок можно провести линейную корректировку. Измерение проводится следующим образом: пути правого и левого колес измеряются через каждые 4,2 м; берется наибольшее из двух значений, затем рассчитывается среднее значение вдоль 200-м участка (датчик для измерения массы ТС в движении находится в середине). Разница между значениями левого и правого колес не должна превышать значения, приведенные в Таблице 1, на любом расстоянии менее 4,2 м от датчика для измерения массы ТС в движении.
- (iv) Пределы динамического отклонения основаны на измерениях ударного дефлектометра с использованием прибора Dynatest 8000 при испытательной нагрузке в 5 т и исходной температуре в 20°C. Для других нагрузок можно провести линейную корректировку. Рекомендуется провести, как минимум, три измерения по каждому пути колес на рассматриваемом участке и применить ту же самую процедуру, указанную в пункте (iii), для расчета среднего значения отклонения.

Наконец, напоминаем, что отклонение влияет на долговременность датчиков, в то время, как левая/правая разница может ограничивать точность измерений.

Комментарии относительно ровности:

Измеряемая ровность в отношении классификации при 200-м интервалах является достаточной для скрининга участков;

Однако необходимо рассмотреть более тщательно точную область установки в пределах 200 м с тем, чтобы избежать одну точку с плохой ровностью:

- для участков класса I и II с помощью точно масштабной операции,
- для участков класса III с помощью 3-м ширины.

5.2.2. Покрытия также должны соответствовать следующим критериям:

- отсутствие твердых включений в основании или под верхним слоем (плит, служебных туннелей и т.д.);
- толщина боридных слоев должна быть больше 10 см;
- хорошее механическое связывание между слоями, в частности, битумного бетона на зернистых материалах, стабилизированных гидравлическими вяжущими веществами. Датчики должны устанавливаться в однородных слоях но не в месте стыка;
- поверхность в зоне установки датчика должна быть без повреждения;
- покрытие всей полосы движения должно быть однородным без каких-либо стыков черного щебня по длине датчика.

5.2.3. Рекомендуемые значения точности для класса участка/системы для измерения веса ТС в движении приведены в Таблице 2.

Таблица 2: Выбор участка для измерения веса ТС в движении в соответствии с требуемой точностью

Точность	участок I (отличный)	участок II (хороший)	участок III (приемлемый)
Класс А (5)	+	-	-
Класс В+ (7)	+	-	-
Класс В(10)	+	+	-
Класс С (15)	(+)	+	+
Класс D+ (20)	(+)	(+)	+
Класс D (25)	(+)	(+)	+

обозначения: ‘-’ означает недостаточный, ‘+’ означает достаточный, ‘(+)’ означает достаточный, но не обязательный

Комментарий: В данной таблице не приведено строгое соотношение между классами точности и участком испытания: для некоторых типов систем для измерения веса ТС в движении – в зависимости от типа датчика и принципа измерения – могут потребоваться более высокие или низкие классы участка для соответствия одному и тому же уровню точности. Например, большие весы или датчики с большим основанием (т.е. длина которых больше отпечатка шины в направлении потока движения) менее чувствительны к ровности покрытия по сравнению с датчиками с узким основанием. Более того, системы для измерения веса ТС в движении с многочисленными датчиками могут быть установлены в покрытиях с худшим качеством ровности, если подходящий алгоритм выполняет расчеты для уменьшения динамического воздействия.

5.3. Особые требования к мостам

5.3.1. Основные рекомендуемые критерии для выбора мостов обобщены в Таблице 3.

Точность результатов измерения веса ТС в движении на мосту строго относится к количеству грузовиков (осей), которые проезжают через те части моста, которые воздействуют на конструкцию в то же самое время (один грузовик в конкретный момент времени дает наилучшие результаты). Таким образом, длина конструкции и плотность движения должны оцениваться вместе (чем выше плотность движения, тем короче оптимальная длина конструкции).

Если в алгоритме оценки веса используется инфлюентная линия, то инфлюентная линия, основанная на фактических показаниях напряжения, может повысить точность расчетов. Это особенно важно, когда непрерывный мост оснащается приборами. При данном типе конструкции также важно принимать в учет все пролеты моста, которые значительно влияют на поведение пролета, оснащенного приборами (при измерении напряжения верхней части конструкции).

Таблица 3: Критерии для выбора моста

Критерии	Оптимальные	Приемлемые
Тип моста	Стальные балки, предварительно напряжённая бетонная балка, железобетонная балка, кулверт, стальные ортотропные опорные плиты ⁽¹⁾	Бетонная плита
Расстояние между опорами ^{(2) (3)} (м)	5 - 15	8-35
Плотность движения	Свободное движение – без заторов (пробок)	
Ровность покрытия до моста и на мосту	класс I или II (Таблица 1)	класс III (Таблица 1)
Уклон (°)	≤ 10	≤ 25 $\leq 45(*)$

⁽¹⁾ Предполагаются как оптимальные; исследовательская работа находится в процессе

⁽²⁾ данный критерий применяется к длине части моста, которая влияет на приборы

⁽³⁾ кроме кулвертов

^(*) после проверки данных калибровки

5.3.2. Для обеспечения точной информации о скорости транспортных средств, которая является важным параметром в алгоритме оценки веса, необходимо очень тщательно измерить положение датчиков оси.

5.3.3. Необходимо избегать торможения или ускорения транспортных средств на конструкции по причине пересечений дорог рядом с участком или по любым другим причинам, так как непостоянная скорость при движении через конструкцию значительно уменьшает точность рассчитанных значений веса.

5.3.4. Датчики оси должны предоставлять достоверную информацию в любых погодных условиях. При использовании съемных датчиков оси необходимо обратить особое внимание на их крепление на поверхности покрытия.

5.3.5. Кульверты должны быть однопролетными, сборного типа и без трещин. Бетонная труба коробчатого сечения с крышкой со свободной опорой является оптимальной, однако приемлемой является также отлитая коробка, либо стальная или бетонная труба. Идеальный пролет составляет 1,2 – 2,7 м, однако пролеты от 2,7 до 4,8 м также являются приемлемыми. Идеальная толщина покрытия через кульверт составляет от 0,5 до 1,0 м, однако толщина в диапазоне от 0,2 до 2,0 м также является приемлемой.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Данные требования главным образом относятся к климатическим условиям, но также к условиям дорожного движения и сооружений, необходимых для установки и эксплуатации систем для измерения веса ТС в движении.

6.1. Датчики

6.1.1. Климатические условия

6.1.1.1. Датчик должен работать надлежащим образом при температуре окружающей среды в диапазоне от -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

Для датчиков, опорой для которых является дорожное покрытие (например, для ленточных датчиков), числовые характеристики покрытия могут иметь существенное влияние на реагирование датчика; особенно это относится к покрытиям из битумного материала. Числовые характеристики битумного покрытия изменяются в зависимости от магнитуды температуры. Некоторые индикативные значения приведены в Таблице

Таблица 4: Вариация числовых характеристик покрытия (битумный материал) с температурой

Температура	-15°C	0°C	15°C	30°C
Коэффициент изменения числовых характеристик покрытия	10	8	5	1

Данное явление может оказать влияние на точность системы для измерения веса ТС в движении и на долговременность датчиков. Данный факт необходимо принять во внимание.

6.1.1.2. Попадание соли и воды: датчики должны быть нечувствительными к воздействию воды и соли (в зонах, в которых могут возникнуть снегопады и/или образование льда). При плохом дренаже покрытия после дождей могут увеличиться отклонения.

6.1.2. Условия дорожного движения и механическое сопротивление

6.1.2.1. Датчики должны остаться целыми в случае, если по ним проедут цистерны (до 60 т) и другие гусеничные транспортные средства или автомобили со спущенными шинами. В зонах с холодным климатом датчики также должны оставаться целыми под шипованными шинами и снегоуборочными устройствами. Данное требование может быть изменено для переносных систем, используемых временно в течение коротких периодов.

6.1.2.2. В более общем смысле, датчики всегда должны оставаться зафиксированными в покрытии или на дороге под потоком тяжелых транспортных средств до тех пор, пока они не будут сняты или до момента замены покрытия в целях безопасности. Данное требование, в частности, относится к переносным датчикам для измерения веса ТС в движении и к датчикам, прикрепляемым к поверхности дорожного покрытия.

6.2. Электроника

6.2.1. Электронные устройства и компоненты должны работать при температуре в диапазоне от -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Необходимо отметить, что верхний предел значения может быть достигнут при температуре окружающей среды от 30 до 35°C при отсутствии охлаждающего устройства.

6.2.2. Необходимо поддерживать относительную влажность в диапазоне от 0 до 90% (без образования конденсата).

6.2.3. Электронные устройства должны быть защищены от удара молнии, а также от любого внешнего электрического или магнитного поля. Данное требование также может применяться к некоторым типам датчиков.

6.2.4. Не рекомендуется установка систем под высоковольтными линиями или рядом с радиопередающими линиями или железнодорожными путями.

6.3. Сооружения и другие объекты

6.3.1. Рекомендуется наличие некоторых дополнительных сооружений на участке измерения веса ТС в движении, например:

- источник электроэнергии для установки датчика и эксплуатации системы для измерения веса ТС в движении (альтернативное решение, широко применяемое в солнечных районах, заключается в использовании солнечных элементов),
- линия связи (например, телефонные или другие линии) для соединения со станцией для измерения веса ТС в движении в случае удаленного мониторинга, а также для сбора данных,
- шкаф со стороны дороги для защиты станции для измерения веса ТС в движении от дождей, снегопада, солнечных лучей, вандализма и т.д.

6.3.2. В целях калибровки и испытания рекомендуется выделить зону для статического взвешивания или платформенные весы рядом с участком измерения веса ТС в движении. Участок должен обеспечивать разумное время пробега для калибровки или испытания автомобиля для завершения полного цикла на участке измерения веса ТС в движении.

6.3.3. Для проведения технического обслуживания и проверок рекомендуется выделить парковочную зону рядом с системой.

6.3.4. Важно избегать любые переходы (аэродинамическое воздействие) или подъезды к мосту (плохая ровность).

6.3.5. Не рекомендуется установка датчиков дороги на мосту или на какой-либо конструкции, которая подвергается динамическому воздействию.

7. ПРОВЕРКИ И КАЛИБРОВКА СИСТЕМЫ НА УЧАСТКЕ

7.1. Общие рекомендации

7.1.1. После установки и общей проверки необходимо выполнить первоначальную калибровку до начала эксплуатационного использования любой системы для измерения веса ТС в движении. Точность данных измерения веса ТС в движении во многом зависит от процедуры калибровки системы.

7.1.2. До проведения калибровки на участке рекомендуется проверить ожидаемые рабочие характеристики сенсоров и электроники путем взятия образцов. Методы проверки были разработаны в некоторых странах, либо предлагаются поставщиками в зависимости от технологии датчиков. Некоторые указания приведены в Приложении II.

7.1.3. Выбор метода калибровки зависит от цели и применения системы для измерения веса ТС в движении. Соответствующим образом выбираются и эталонные значения, используемые для калибровки.

Важно отметить, что система для измерения веса ТС в движении измеряет мгновенные ударные силы и оценивает только вес. Отклонения данных измерения веса ТС в движении от значений веса могут рассматриваться как ошибки измерений и как отклонения, возникающие в результате динамического воздействия.

7.1.3.1. Если данные измерения веса ТС в движении используются для оценки веса и статической нагрузки (наиболее распространенные случаи), то необходимо минимизировать разницу средних значений между данными измерения веса ТС в движении и значениями веса. Таким образом, эталонные значения должны представлять собой либо общий вес транспортного средства, либо статическую нагрузку на ось (или оба значения). Точность указанных эталонных значений должна согласовываться с предполагаемой точностью системы измерения веса ТС в движении, подлежащей калибровке, в соответствии с общими метрологическими требованиями (см. также пункт 8.3).

7.1.3.2. Если данные измерения веса ТС в движении используются для представления данных о мгновенных ударных силах, то эталонные значения должны представлять собой “достоверное” значение ударных сил, возникающих от колес или осей при их контакте с датчиками измерения веса ТС в движении.

Такие “достоверные значения ударных сил” в целом не так легко точно измерить с обеспечением точной синхронизации с системой измерения веса ТС в движении; однако были разработаны некоторые методики с применением ударных или нагнетающих устройств (см. 7.2.2), либо с использованием транспортных средств, оснащенных измерительными приборами (см. 7.2.4).

7.1.4. Температура (окружающая температура или температура покрытия) должна регистрироваться в течение всей процедуры калибровки. Необходимо проверить чувствительность системы к изменением температуры.

Предполагается, что калибровка будет завершена в течение короткого периода времени, например, за один или два последовательных дня, кроме автоматической калибровки (см. 7.2.5).

7.1.5. Рекомендуется регулярно проверять точность рабочей системы измерения веса ТС в движении, например, один или два раза в год (калибровка в процессе эксплуатации или проверка калибровки). В отношении новой установленной системы измерения веса ТС в движении рекомендуется выполнить несколько проверок в течение первых двух или трех месяцев использования. Проверки калибровки могут выполняться с использованием тех же методов, которые применяются для первоначальной калибровки

(см. 7.2 и ПРИЛОЖЕНИЕ II), но при использовании меньших эталонных значений или меньшего количества испытательных транспортных средств и пробегов.

7.2. Методы калибровки

Широко применяются различные методы калибровки, которые зависят от типа датчика, применения и требований пользователя, а также от времени и имеющихся средств.

7.2.1. Статическая калибровка

7.2.1.1. Калибровка данного вида может применяться только для систем измерения веса ТС в движении, которые также предусматривают статические измерения. Необходимо отметить, что статическая калибровка только исключит отклонение системы, но не будет принимать во внимание окружающие условия дорожного покрытия и взаимодействие между дорожным покрытием и транспортным средством, и, тем самым, не будет в целом соответствовать задачам пунктов 7.1.3.1 и 7.1.3.2.

Датчики, которые могут быть подвергнуты статической калибровке, включают в себя: датчики напряжения и весы с датчиками нагрузки, пьезокварцевые измерительные наконечники, емкостные ленты или волоконно-оптические датчики, но не включают пьезокерамические или пьезополимерные кабели. Даже для ленточных датчиков (пьезокварцевых, емкостных лент и волоконно-оптических датчиков) статическая калибровка выполняется затруднительно из-за небольшой площади датчика (что вызывает затруднение в применении массы в несколько тонн), а условия нагрузки отличаются от условия при потоке движения, так как интеграция сигнала не может быть выполнена во время статического испытания.

Данный метод калибровки особенно удобен, если вес необходимо оценить с использованием систем измерения веса ТС в движении на низкой скорости на участках с отличным качеством дорожного покрытия.

7.2.1.2. Как и при использовании весов для статического взвешивания, данный метод заключается в размещении калибровочных масс различной интенсивности на весах (датчиках) и в соотношении измерений системы к таким массам. Необходимо использовать, как минимум, три массы, равномерно распределенные в диапазоне нагрузок, подлежащих измерению; для каждой массы взвешивание необходимо повторить три раза. Для ленточных датчиков требуется использование специальной пластины для того, чтобы вся калибровочная масса приходилась только на один датчик; данная задача может вызвать затруднение из-за минимальных размеров калибровочной массы, которые намного превышают размеры датчика.

7.2.1.3. В отношении больших весов допускается использование предварительно взвешенного грузовика с точным значением веса, оси которого последовательно помещаются на весы, однако это не рекомендуется из-за слабого и некачественного определения статической нагрузки на ось. Альтернативный метод может заключаться в установке эталонных переносных статических весов между шинами и весами для измерения веса ТС в движении. В таком случае требуется использование, как минимум, трех осей со статической нагрузкой, равномерно распределенной в диапазоне нагрузок, подлежащих измерению, при этом для каждой оси взвешивание необходимо повторить три раза.

7.2.1.4. Для мостов (при измерении веса ТС в движении по мосту) рекомендуется

использование, как минимум, одного грузовика с жестким кузовом с сдвоенной или строенной осью, который был предварительно взвешен с получением точного значения веса, с пустым и полным кузовом. Точность можно повысить путем использования двух или более калибровочных грузовиков с различным распределением веса между осями.

7.2.2. Применение ударных устройств и устройств по изменению давления

Принцип данного метода калибровки заключается в применении к датчику нескольких повторяющихся ударов или колебаний давления. Это может быть выполнено с помощью прибора DYNAPLAQUE, ударного дефлектометра, прибора Piezodyn или любых других аналогичных устройств.

Преимущество данного метода заключается в том, что он практически не зависит от профиля покрытия, характеристик калибровочного транспортного средства, а также от скорости и нагрузки (см. 7.2.3). Однако проведенные испытания показали, что большинство используемых устройств дают результаты, распределенные по датчику для измерения веса ТС в движении, не только из-за возможной неоднородности самого датчика, но также из-за условий ударного воздействия вокруг датчика. Более того, условия ударного воздействия очень отличаются в зависимости от отпечатков шины и силы, применяемой мгновенной вертикальной силой. Для данного метода также требуется закрытие полосы движения во время калибровки, что может вызвать затруднение на перегруженных автомагистралях или дорогах.

Данный метод предназначен, главным образом, для калибровки в отношении ударных сил, но не веса. Данный метод может представлять интерес, если система измерения веса ТС в движении используется для измерения ударной силы (7.1.3.2).

7.2.3. Применение предварительно взвешенных грузовиков для калибровки

7.2.3.1. Применение данного метода рекомендуется при использовании системы для оценки веса (7.1.3.1).

Данный метод наиболее широко применяется из-за своей относительной простоты и прямолинейности, а также благодаря тому, что он подходит для всех видов систем измерения веса ТС в движении. Данный метод, в частности, уменьшает повторяющееся динамическое воздействие дорожного покрытия (отклонение), но является чувствительным к характеристикам калибровочного (испытательного) транспортного средства, например, к типу и параметрам подвески, сухому трению и т.д.

7.2.3.2. Главный принцип заключается в повторяющемся прохождении нескольких испытательных (калибровочных) предварительно взвешенных транспортных средств через систему измерения веса ТС в движении. В целом предполагается, что калибровка должна быть выполнена за один или два последовательных дня при однородной температуре и однородных климатических условиях (условие повторяемости окружающих условий (I) см. в пункте 11.1.4)). В соответствии с планом испытания мы можем выделить следующие условия:

(r1) *условия полной повторяемости*: если только одно транспортное средство проходит несколько раз на одной и той же скорости, с одинаковой нагрузкой и в одном и том же поперечном положении;

(r2) *условия увеличенной повторяемости*: если только одно транспортное средство проходит несколько раз на разных скоростях (в соответствии с условиями полосы движения), с различной нагрузкой (например, полностью

загруженный грузовик, наполовину загруженный и пустой грузовик) и с небольшими изменениями в поперечном положении (в соответствии с реальными условиями полос движения);

(R1) *условия ограниченной воспроизводимости*: если используется небольшая группа транспортных средств (обычно от 2 до 10), характерных для всего состава дорожного движения, ожидаемого на участке (по силуэтам и значениям веса брутто), каждое из которых проходит несколько раз на разных скоростях, с различной нагрузкой и с небольшими изменениями в поперечном положении;

(R2) *условия полной воспроизводимости*: если большая группа транспортных средств (например, от нескольких десятков до нескольких сотен), отобранных из потока движения и характерных для такого потока, проходит через систему измерения веса ТС в движении и подвергается статическому взвешиванию до или после прохождения через систему.

7.2.3.3. Надлежащая первоначальная калибровка (после установки или модификации системы измерения веса ТС в движении) должна быть выполнена в условиях (R1) с участием, как минимум, трех или четырех транспортных средств в зависимости от потока движения, в отношении которого проводится взвешивание:

- один двухосевой кузовной фургон, полностью нагруженный (примерно 3,5 т ± 1 т);
- один двухосевой, трехосевой или четырехосевой кузовной грузовик, нагруженный весом от 10 до 25 т, что соответствует его максимальной допустимой нагрузке;
- один трактор с полуприцепом, опорой для которого является сдвоенная или строенная ось (строенная ось является предпочтительной), нагруженный весом более 30 т.
- один грузовик с прицепом (2+2, 3+2, 2+3, 3+3 оси), полностью нагруженный.

По возможности, два последних транспортных средства должны использоваться с полной нагрузкой и нагрузкой наполовину. Сдвоенные или строенные оси следует оснастить воздушной подвеской. Однако при использовании механической подвески на большинстве транспортных средств на участке необходимо проявить осторожность при измерении эталонных значений статической нагрузки на оси (см. 8.3).

Также рекомендуется применение одного из стандартных планов испытания, описание которых приведено в Приложении I, так как они были разработаны для оптимизации количества пробегов и транспортных средств относительно уровня достоверности. Более того, это позволит использовать графики, приведенные в Приложении I, для облегчения проведения первоначальной проверки после калибровки.

Условия должны быть указаны до проведения калибровки, а результаты (в отношении класса точности) должны быть проанализированы в соответствии с такими условиями (см. 11.) относительно применяемого уровня достоверности.

Чем выше условия (от (r1) до (R2)), тем характернее будет калибровочный образец фактических условий дорожного движения, однако при этом процедура становится продолжительнее и более дорогостоящей! Тем не менее, данная процедура калибровки может выполняться без остановки дорожного движения ((r1) - (R1)).

7.2.3.4. Калибровка может выполняться в условиях (r2) по согласованию между заказчиком (пользователем) и поставщиком. За исключением измерения веса ТС в движении по мосту, выбранное калибровочное транспортное средство должно быть наиболее часто встречающегося типа, в отношении которого проводится взвешивание, при применении трех вариантов нагрузки: пустое, нагруженное наполовину и полностью нагруженное.

7.2.3.5. Рекомендуется выполнить, как минимум, 10 основных пробегов, т.е. 10 пробегов с успешными измерениями для одного грузовика (или нагрузки на грузовик) для обеспечения действительности метода, однако чем выше количество, тем ниже будет статистическая погрешность. Количество пробегов будет определено в соответствии с требованиями заказчика.

7.2.3.6. Пробеги, указанные в пункте 7.2.3.5, необходимо разбить для каждого транспортного средства (варианта нагрузки) на 2 или 3 уровня скорости, которые характерны для диапазона скоростей на участке измерения веса ТС в движении, например, для магистрали со свободным движением может использоваться уровень скорости 70 и 95 км/ч, а на других участках будет предпочтительней уровень в 50, 70 и 90 км/ч (однако используемые скорости должны оставаться в законно установленных пределах). Рекомендуемое простое правило заключается в том, что в качестве уровней скорости необходимо принять значения средней скорости V_m , $0,8V_m$ и $1,2V_m$ и затем распределить количество пробегов в соответствии со следующими пропорциями: 60%, 20% и 20%.

7.2.3.7. Первоначальная калибровка с использованием только одного грузовика и с одним вариантом нагрузки **не рекомендуется** и может применяться только в случае отсутствия возможности провести другую калибровку или в случае необходимости взвешивания только одного типа грузовика при полном согласовании с заказчиком (пользователем). В этом случае необходимо выполнить 10 основных пробегов на трех уровнях скорости, после чего проводится анализ данных только по одному образцу (при соблюдении правил и условий (r1)). При этом проверка калибровки может проводиться в условиях (r1) или (r2).

7.2.3.8. Операция по статическому взвешиванию должна выполняться с осторожностью, см. пункт 8.3:

7.2.3.9. После сбора данных калибровка может выполняться с применением различных методов. Наиболее распространенные методы калибровки кратко описаны в Приложении III. Наиболее подходящий метод выбирается в зависимости от характеристик программного обеспечения станции для измерения веса ТС в движении, а также в соответствии с требованиями пользователя. В любом случае, используемый метод должен быть подробно описан или указан в отчете о калибровке.

7.2.4. Применение грузовиков для калибровки, оснащенных измерительными приборами

7.2.4.1. Данный метод представляет особый интерес, если система используется для измерения мгновенных ударных сил на ось (7.1.3.2) вместо статической нагрузки, либо для калибровки многочисленных рядов датчиков.

В этом случае, метод, описание которого приведено в пункте 7.2.3 (и в Приложении III), представляет некоторое отклонение путем частичного исключения рассматриваемого динамического воздействия. Данный случай относится к некоторым исследовательским целям, например, данный метод используется при исследовании пространственной повторяемости и изучении взаимодействия дорожного покрытия/транспортного средства и повреждений дорожного покрытия. Для систем с

большим количеством датчиков пространственная повторяемость применяется для повышения точности алгоритма оценки статической нагрузки.

Преимущество данного метода заключается в проведении “достоверной” калибровки по параметру, фактически измеренному с помощью системы измерения веса ТС в движении, т.е. по ударной силе оси или колеса. Недостаток метода заключается в его стоимости и в трудностях при получении и эксплуатации таких грузовиков, оснащенных измерительными приборами, для чего требуется присутствие специализированных техников. В действительности имеется очень мало таких грузовиков, оснащенных измерительными приборами, а сведения и документация в отношении таких грузовиков являются недостаточными.

Качество калибровки во многом зависит от точности измерительных приборов грузовика, которые постоянно измеряют воздействие ударной силы каждого колеса на дорожное покрытие по мере движения транспортного средства. Однако такие измерения являются косвенными, основанными на записях об ускорении и напряжении, и впоследствии для них требуется проведение многочисленных расчетов.

7.2.4.2. Необходимо очень точно синхронизировать измерения, проводимые на борту грузовика, с измерениями, полученными датчиком системы при прохождении колеса или оси через датчик.

7.2.4.3. Транспортное средство с установленными измерительными приборами также должно пройти тщательную калибровку под динамической нагрузкой, и собственная погрешность должна согласовываться с общепринятыми метрологическими правилами в зависимости от предполагаемой точности системы измерения веса ТС в движении (например, погрешности измерений, проводимых на борту грузовика, должны находиться в пределах от 1/5 до 1/3 от погрешностей системы измерения веса ТС в движении).

7.2.4.4. Процедура калибровки заключается в сопоставлении записей измерения веса ТС в движении со значениями ударной силы, измеренными на борту грузовика для одного и того же колеса или оси. Как указано в Приложении III, может быть рассчитан только один средний коэффициент калибровки или различные коэффициенты в зависимости от класса оси (или от типа грузовика при наличии нескольких оснащенных измерительными приборами грузовиков разных типов!). Необходимо использовать формулы, приведенные в Приложении III, заменяя статические нагрузки эталонными значениями ударной силы, полученными на грузовиках, оснащенных измерительными приборами. При применении данного метода значения нагрузки на ось и силы используются вместо значений веса брутто.

7.2.4.5. Процедура калибровки (план испытания) должны составляться с применением, как минимум, трех вариантов нагрузки (полная нагрузка, нагрузка наполовину и отсутствие нагрузки) и двух или трех уровней скорости на один вариант нагрузки; для каждого варианта нагрузки и уровня скорости необходимо выполнить три основных пробега.

7.2.5. Процедуры и программное обеспечение для автоматической калибровки

Этот метод, разработанный во Франции в начале 1980-х, имеет огромное преимущество, т.к. обеспечивает долговременную автоматическую калибровку системы для измерения массы ТС в движении, установленной на загруженных дорогах, и, таким образом, корректирует любое изменение или ошибку, связанные с датчиком, электроникой или изменениями покрытия или в связи с внешними воздействиями, такими, как изменения температуры. Однако выяснилось, что процедура требует

предварительного знания схемы движения и может быть хуже, чем ничего в определенных обстоятельствах.

7.2.5.1. Принцип данной процедуры состоит в подгонке некоторых статистических данных, записанных и рассчитанных системой для измерения массы ТС в движении, к определенным целевым показателям, в зависимости от характерного для данного участка дорожного движения.

В большинстве стран и дорожных сетей есть "характерные ТС", которые имеют ось (и) и/или вес брутто с низким коэффициентом вариации и довольно постоянным средним значением (целевым значением). В таком случае, движение среднего количества из определенного числа таких осевых нагрузок или веса брутто становится почти постоянным для довольно большого объема выборки, и может быть подогнано под целевое значение. Это дает новый коэффициент калибровки после прохождения необходимого числа характерных ТС.

Тем не менее, необходимо отметить, что такая процедура вводит статистическую ошибку в связи с объемом выборки рассматриваемых "характерных ТС". Таким образом, временной интервал между двумя калибровками (расчет нового коэффициента калибровки) должен представлять собой компромисс между снижением в статистической вариации (путем увеличения объема выборки) и задержкой повторной калибровки. Если необходимо устранить температурное воздействие, рекомендуется установить такой интервал в диапазоне от 1 до нескольких часов. Если необходимо устранить только часть долгосрочных изменений, такой временной интервал может быть больше (например, от 1 дня до нескольких недель)

7.2.5.2. Процедура автоматической калибровки требует хороших предварительных знаний структуры характерного для данного участка трафика и статистики в отношении осей и нагрузок ТС. Ее эффективность в значительной степени зависит от знаний, а также от интенсивности движения - чем больше транспортный поток, тем выше эффективность автоматической калибровки. Таким образом, данную процедуру необходимо использовать с осторожностью на дорогах второстепенного значения с низкой загруженностью.

7.2.5.3. Также необходимо отметить, что система автоматической калибровки активна для одной полосы движения. Поэтому, при наличии более одной оборудованной полосы движение по каждой полосе должно рассматриваться отдельно.

7.2.5.4. Частота автоматической калибровки (или расчет нового коэффициента калибровки) может быть адаптирована к собственной частоте (частотам) отклонений, подлежащих устранению, и к транспортному потоку (характерных ТС).

7.2.5.5. Для автоматической калибровки системы для измерения массы ТС в движении и получения стабилизированных результатов требуется определенное время (т.е., от 1 до 5 дней, в зависимости от транспортного потока и его состава). Пользователь должен проверить это, или поставщик дает гарантию перед началом эксплуатации системы.

7.2.5.6. Рекомендуется постоянно проверять автоматическую калибровку путем контроля коэффициентов калибровки во избежание серьезных ошибок, которые могут возникнуть по различным причинам, например, временное отсутствие характерных ТС, какие-либо непредвиденные изменения в целевых показателях, и т.п. Таким образом, коэффициенты калибровки должны записываться системой для измерения массы ТС в движении в постоянные файлы, используя данную процедуру, и могут быть легко получены по дате и времени (в случае записи подробных данных; в противном случае,

должны предоставляться некоторые статистические данные по этим коэффициентам). Также необходимо проводить периодические проверки калибровки (т.е., один или два раза в год), используя грузовики, взвешенные до и после, или с помощью тестов когерентности по статистическим данным, предоставленным системой.

7.2.5.7. Рекомендуется записывать температуру для проверки взаимосвязи между значениями температуры и фактором калибровки, а также для оценки статистической ошибки.

Наконец, необходимо отметить, несмотря на то, что этот вид калибровки является легким и низкочастотным при внедрении после выполнения определенных предварительных исследований и после разработки соответствующего программного обеспечения, он может привести к некоторым неконтролируемым ошибкам и отклонениям.

8. ПОГРЕШНОСТИ КЛАССА ТОЧНОСТИ В ОТНОШЕНИИ ВЕСА

8.1. Общие положения

8.1.1. Система для измерения веса ТС в движении должна проверяться после четко определенной процедуры или программы испытания, после чего может классифицироваться по одному или нескольким классам точности в зависимости от результатов испытания. Данные классы точности определяются в отношении оценки веса; однако в некоторых особых случаях может быть принят другой стандарт, например, независимо измеряемая ударная сила.

8.1.2. Принцип, принятый для данной классификации, заключается в установлении погрешности δ , т.е. ширины интервала достоверности для отдельного измерения веса СТ в движении, а также для заданного уровня достоверности π . Требование для данного уровня зависит от условий калибровки или испытания, если они выполняются с помощью предварительно взвешенных транспортных средств в движении (как указано в разделе 7.2.3). Для статической калибровки с калибруемыми массами или предварительно взвешенными транспортными средствами данный уровень достоверности должен составлять 100%.

8.1.3. При статистическом подходе, принятом для большинства существующих систем для измерения веса ТС в движении, при любом отдельном измерении (оси, группы осей или веса брутто) вероятность π должна быть выше требуемого значения π_0 , находящегося в пределах интервала $[Ws(1-\delta); Ws(1+\delta)]$, центрированного по статической нагрузке, где Ws - это соответствующая статическая нагрузка. Это также означает, что статистически часть π большого образца данных измерения веса ТС в движении должна находиться в пределах предыдущего интервала, либо риск заказчика при отдельном измерении ниже, чем $(1 - \pi_0)$ при некоторых заданных условиях.

Используемый принцип заключается в том, что погрешность δ зависит только от класса точности и от рассматриваемого объекта, которым может являться:

- нагрузка на ось (одинарная ось),
- нагрузка на ось (ось группы),
- нагрузка на группу осей,
- вес брутто,

и дополнительно:

- скорость транспортного средства
- межосевое расстояние
- классификация транспортного средства (часть транспортного средства заданного типа, по силуэту или нагрузке)

Один критерий учитывается для каждого из указанных объектов.

Уровень достоверности π любого образца данных зависит только от условий испытания ((r1) - (R2)), от окружающих условий испытания ((I) - (III) (см. 11.1.4)) и от размера образца (количества пробегов и испытательных транспортных средств) и должен быть выше заданного значения π_0 , которое также зависит от условий испытания

и размера образца.

План испытания может зависеть от типа системы для измерения веса ТС в движении, требуемого класса точности и применения.

В данной спецификации рассматриваются только отдельные измерения при том, что практически невозможно оценить точность системы для измерения веса ТС в движении с использованием только суммарных данных. Если некоторые системы для измерения веса ТС в движении предоставляют только статистику во время эксплуатационного периода использования, то для калибровки и испытаний точности необходимо предоставить подробные данные.

8.2. Погрешности класса точности

8.2.1. Погрешности в отношении нагрузки от одинарной оси, группы осей, оси, входящей в группу, и от веса брутто отличаются, так как динамическое воздействие, возникающее в результате взаимодействия дорожного покрытия/транспортного средства, влияет на измерения веса ТС в движении. Указанные погрешности приведены в Таблице 5. В Таблице 6 приведены погрешности для дополнительных классов E(xx), которые необходимы в некоторых случаях. Дополнительные классы могут быть получены путем интерполяции или экстраполяции с использованием кривых, показанных на Рисунке 1.

8.2.2. Требования к точности для осей группы не применяются к системам измерения веса ТС в движении на мосту, большинство из которых не предоставляют такие сведения. Требования к точности для одинарных осей также не применяются к таким системам, некоторые из которых не предоставляют такие достоверные сведения, но только если это четко указано поставщиком системы.

Таблица 5: Погрешности классов точности (δ в %)

Критерии (тип измерений)	Область применения	Классы точности: ширина интервала достоверности δ (%)						
		A (5)	B+(7)	B(10)	C (15)	D+(20)	D (25)	E
1. Вес брутто	Вес брутто > 3,5 т	5	7	10	15	20	25	> 25
Нагрузка на ось :	Нагрузка на ось > 1т							
2. Группа осей		7	10	13	18	23	28	> 28
3. Одинарная ось		8	11	15	20	25	30	> 30
4. Ось группы		10	14	20	25	30	35	> 35
Скорость	V > 30 км/ч ⁽¹⁾	2	3	4	6	8	10	> 10
Межосевое расстояние		2	3	4	6	8	10	> 10
Общий поток		1	1	1	3	4	5	> 5

⁽¹⁾ Данное условие применяется только к датчикам/системам, которые не работают статически или на очень низкой скорости

Таблица 6: Погрешности точности классов E

Критерий (тип измерения)	Классы точности E					и т.д.
	Ширина интервала достоверности					
	E(30)	E(35)	E(40)	E(45)	E(50)	
1. Вес брутто	30	35	40	45	50	
2. Группа осей	33	39	44	49	55	
3. Одинарная ось	36	42	48	54	60	
4. Ось группы	41	47	53	59	65	

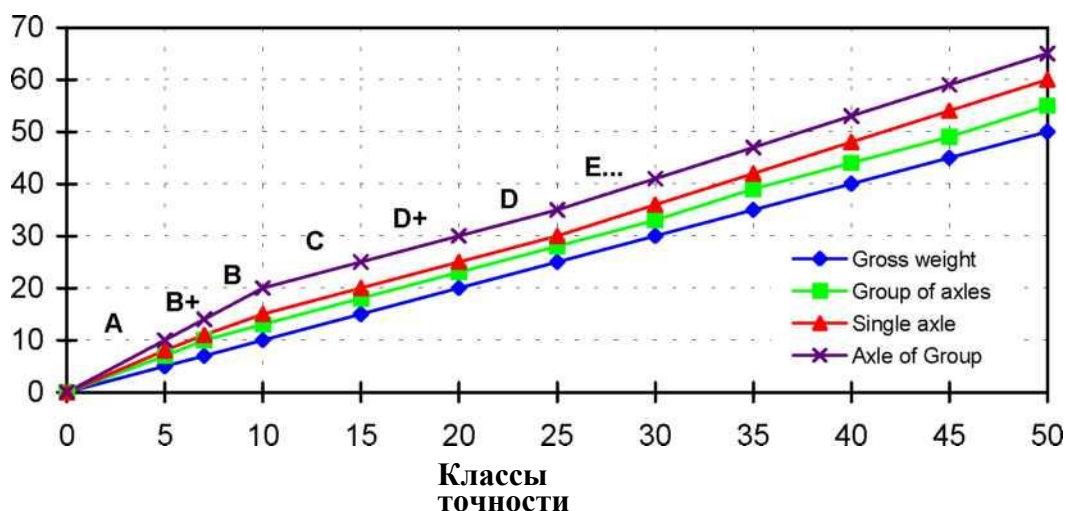


Рисунок 1: Графическое представление погрешностей классов точности

8.2.3. Экстраполяция и интерполяция погрешности

8.2.3.1. Если требуются несколько классов помимо E(50), то погрешности для каждого критерия могут быть экстраполированы путем:

Группы осей (GA): $\delta = 1.0467 \delta_c + 2.1556$ For $\delta_c \geq 50$

Одинарных осей (SA): $\delta = 1.1333 \delta_c + 2.6667$ For $\delta_c \geq 50$

Осей группы (AoG): $\delta = 1.1333 \delta_c + 7.6667$ For $\delta_c \geq 50$

где δ_c является погрешностью для веса брутто, а класс точности именуется как E(δ_c). Данные значения должны увеличиваться с шагом в 5%. Значения δ , полученные с помощью вышеприведенной формулы, округляются в сторону увеличения/уменьшения до ближайшего целого числа.

8.2.3.2. При использовании интерполированных классов от 0 до 50 (между цифрами, заданными в строке для веса брутто в Таблице 5 и Таблице 6) погрешности для каждого критерия могут быть интерполированы путем:

Группы осей (GA):	$\delta = \delta_c / 0.7$	для $\delta_c < 7$
	$\delta = \delta_c + 3$	для $7 < \delta_c < 30$
	$\delta = 1.2 \delta_c - 3$	для $30 < \delta_c < 35$
	$\delta = \delta_c + 4$	для $35 < \delta_c < 50$
Одинарных осей (SA):	$\delta = 5c (8\delta - \delta_c) / 50$	для $\delta_c < 10$
	$\delta = \delta_c + 5$	для $10 < \delta_c < 25$
	$\delta = 1.2 \delta_c$	для $25 < \delta_c < 50$
Осей группы (AoG):	$\delta = 2 \delta_c$	для $\delta_c < 10$
	$\delta = \delta_c + 10$	для $10 < \delta_c < 25$
	$\delta = 1.2 \delta_c + 5$	для $25 < \delta_c < 50$

8.2.4. Критерии в отношении скорости, межосевого расстояния и подсчета являются **необязательными** в данной спецификации, так как они представляют собой нормативные документы, которые относятся к большему количеству устройств помимо систем для измерения веса ТС в движении. Погрешности, приведенные для данных критериев, являются разумными принятыми значениями для систем для измерения веса ТС в движении. Однако необходимо отметить, что многие ленточные датчики систем для измерения веса ТС в движении применяют скорость для расчета нагрузки и, тем самым, любая неточность значения скорости будет влиять некоторым образом на точность взвешивания.

8.2.5. Для любой другой системы для измерения веса ТС в движении все критерии, упомянутые в Таблице 5 должны проверяться по мере предоставления системой соответствующих данных. Только в том случае, если производитель или поставщик заявят перед испытанием о том, что какие-то из представленных данных являются недостоверными (причем это должно быть указано в письменной форме), и с согласия пользователя (заказчика) некоторые критерии могут быть исключены. Если статический эталон (см. 8.3) не является полностью достоверным для оси группы, оборудованной стальной подвеской, что случается достаточно часто, такие оси не будут учитываться отдельно для анализа, а в учет будет принята вся группа.

8.2.6. Класс точности, принятый для какой-либо системы для измерения веса ТС в движении, представляет собой наилучший класс, при котором удовлетворяются все критерии, либо соответствующие критерии, если некоторые из них исключены в соответствии с разделами 8.2.2 или 8.2.3. Тем не менее, рекомендуется представить отчет после каждого испытания о результатах отдельно по каждому критерию для информирования пользователя о достоверности каждого вида данных.

8.2.7. В отношении особых требований пользователя систему для измерения веса ТС в движении также можно классифицировать по различным классам для каждого критерия, но в этом случае необходимо всегда указывать класс точности с указанием наименования проверяемого критерия. Без такого упоминания может быть указан только класс, определенный в пункте 8.2.4.

8.3. Статически измеренные эталонные значения веса брутто и нагрузок на ось

Если эталонные значения, используемые для калибровки или измерения точности, являются значениями веса и статической нагрузки, то необходимо применять следующие правила и статьи.

8.3.1. Операции по статическому взвешиванию должны выполняться от оси к оси, либо по группе осей, либо на платформенных весах для взвешивания сразу всего транспортного средства. По возможности, настоятельно рекомендуется взвешивать вес брутто на утвержденных платформенных весах для получения достоверного значения веса W_s .

Статическая нагрузка на ось должна измеряться весами для осей или колес, утвержденных для юридического или коммерческого применения, которые установлены в желобках и выровнены с поверхностью дороги, либо установлены на поверхности дороги. Поверхность дороги в зоне для взвешивания должна быть ровной и горизонтальной. В последнем случае рекомендуется следующее:

- использование количества весов, равного количеству колес/осей, подлежащих взвешиванию для одного транспортного средства, или
- использование рампы или какого-либо устройства для выравнивания всех колес/осей.

Разница в уровне между осями одной группы не должна превышать 2 мм. Разница в уровне между одинарными осями или группами осей не должна образовывать наклон, превышающий 0,5% (т.е. 1,5 см для 3-м расстояния).

8.3.2. Во время статического взвешивания колес или осей необходимо полностью отпустить тормоза транспортных средств.

8.3.3. Так как операция по взвешиванию колес или осей с использованием весов для колес/осей не бывает полностью повторяемой (вследствие условий торможения и внутренних сил сухого трения подвески транспортного средства), помимо всего прочего для калибровки, а также при использовании механических подвесок настоящим рекомендуется повторить n раз статическое взвешивание от оси к оси, и затем получить эталонное значение статической нагрузки на ось W_{s_i} с помощью формулы:

$$W_{s_i} = \frac{W_s}{\sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^n W_{s_{i,j}}} \sum_{j=1}^n W_{s_{i,j}}$$

где i – это класс оси, q – количество осей в транспортном средстве, W_s – эталонное значение веса брутто, измеренное на платформенных весах, а $W_{s_{ij}}$ – измеренное значение нагрузки на ось i во время взвешивания j .

Рекомендуется, чтобы значение n было равно 10, однако может быть принято любое значение. Далее для $n=1$ рекомендуется использовать данную формулу для получения эталонного значения статической нагрузки на ось, если значение веса брутто было получено с помощью платформенных весов.

При достаточно большом значении n (например, $n \geq 8 - 10$) рекомендуется исключить взвешивание, при котором могут быть получены резко отклоняющиеся значения, выявленные при любом статистическом испытании.

8.3.4. Результаты взвешивания грузовика во время операции ко контролю соблюдения значений полицией могут представлять отклонение. Поэтому рекомендуется использовать грузовики (например, арендованные), специально предоставленные для испытания на один или два дня подряд.

9. УТВЕРЖДЕНИЕ ТИПА (МОДЕЛИ) СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА ТС В ДВИЖЕНИИ

Утверждение типа (модели) – это полная стандартизированная процедура, которая должна применяться один раз для любой новой изготовленной измерительной системы перед ее выпуском на рынок в целях обеспечения наличия отметки о качестве и некоторых целевых рабочих характеристиках при известных условиях использования. В данной главе рассматривается только оценка точности системы для измерения веса ТС в движении на участке путем испытания в качестве части процедуры утверждения типа, которая должна быть разработана в будущем. Применяется тот же самый подход и те же самые инструменты, которые используются для первоначального утверждения или утверждения в процессе эксплуатации и для приемочных испытаний (см. главу 10 и 11). Однако полное описание характеристик участка и плана испытаний приведено в настоящей главе, а также приведено описание в главе 11 для принятия пользователем решения.

Перед выпуском на рынок с отметкой о качестве и с указанными характеристиками качества любая система для измерения веса ТС в движении должна пройти процедуру испытания, описание которой приведено в настоящей главе. Испытание должно быть организовано официальной согласованной организацией, которая принимает на себя ответственность, в целях обеспечения нейтральности и достоверности заключений. Результаты испытания должны быть опубликованы в официальном отчете. В Приложении IV приведены некоторые указания относительно формата и представления результатов.

9.1. Сфера применения

Испытание на утверждение типа предназначено для оценки характеристик точности системы для измерения веса ТС в движении при полных заданных условиях и в течение короткого периода времени. Таким образом, испытание не предоставляет какие-либо данные о долговременности или общего направления системы и ее частей, которые полностью зависят от окружающих условий и условий дорожного движения.

Условия участка выбираются как условия, характерные для участка самого лучшего качества для измерения веса ТС в движении и не отражают во многом воздействие участка. Таким образом, фактические рабочие характеристики могут сильно отличаться (быть ниже) от характеристик, оцениваемых в процессе утверждения типа.

9.2. Выбор участка для испытания

9.2.1. Проведение испытания на утверждение типа может быть организовано на полностью защищенном участке (за пределами потока движения) или на существующей дороге в потоке движения. Если система для измерения веса ТС в движении оснащена процедурой автоматической калибровки, то применяется только второй случай.

9.2.2. В соответствии с главой 5 участок должен относиться к классу I (отличный). Более того, радиус кривизны должен быть больше 2500м, при этом настоятельно рекомендуется проводить испытание на прямой дороге. Все характеристики участка, перечисленные в главе 5, должны быть отражены в отчете об испытании.

9.3. Установка и предварительная калибровка системы

9.3.1. Установка системы должна осуществляться производителем или поставщиком до

проведения испытания в соответствии с рекомендуемыми общепринятыми процедурами.

9.3.2. Предварительная калибровка системы должна проводиться за один день до испытания или, если это невозможно, в день испытания. Для данной операции используются два испытательных грузовика, которые выбираются по согласованию с производителем или поставщиком из числа транспортных средств, перечисленных в пункте 7.2.3.3. Применяется одна нагрузка на грузовик на выбор по согласованию с производителем или поставщиком. Каждый грузовик должен совершить 8 проездов через систему для измерения веса СТ в движении:

- 4 проезда при V_m ,
- 2 проезда при $1,2V_m$
- 2 проезда при $0,8V_m$.

Для системы измерения веса СТ в движении на высокой скорости значение V_m будет принято равным 75 км/ч. Для системы измерения веса СТ в движении на низкой скорости для значения V_m рекомендуется принять значение рабочей скорости.

9.3.3. После проведения измерений, указанных в пункте 9.4.2, данные об эталонных значениях статической нагрузки на ось и весе брутто будут предоставлены производителю или поставщику, которые смогут провести корректировку системы, программного обеспечения и т.д.

9.3.4. Система, оснащенная процедурой автоматической калибровки и подлежащая испытанию в фактическом потоке движения, должна быть установлена за некоторое время до испытания в соответствии с пунктом 7.2.5.5. По окончании указанного периода будет проведена проверка калибровки в соответствии с пунктами 9.4.2 и 9.4.3, после чего производитель или поставщик смогут провести корректировку целевых значений алгоритма автоматической калибровки. В случае необходимости будет предоставлен еще один отрезок времени для стабилизации калибровки системы в потоке движения.

9.4. План испытания

9.4.1. Испытание будет проводиться с применением стандартного плана испытаний №3 (см. Приложение I), при использовании четырех испытательных грузовиков с общим количеством пробегов - 110. Испытание может быть проведено в течение одного или двух дней подряд. Климатические условия должны быть точно отражены в отчете об испытании (диапазон изменения температуры, погодные условия, осадки и т.д.). Также необходимо отметить в отчете любое событие, которое может повлиять на результаты испытания.

9.4.2. В дополнение к 110 пробегам, указанным в пункте 9.4.1, два испытательных транспортных средства должны совершить 6 дополнительных пробегов в отклоняющихся условиях для проверки возможности системы выявлять такую ситуацию и, в конечном итоге, отмечать неправильные измерения с помощью кода нарушения. Такие пробеги будут выполнены следующим образом:

- 2-осевым грузовиком с жестким кузовом: 3 дополнительных пробега, один из которых выполняется с половиной транспортного средства (левой или правой), выходящей за пределы датчика, второй пробег выполняется при прохождении первой оси через датчик и при прохождении второй оси за пределами или параллельно за пределами датчика, и третий пробег выполняется при торможении грузовика во время прохождения через датчик (вариация скорости от 90 до 60 км/ч или от 12 до 5 км/ч для системы измерения веса ТС в движении на низкой скорости).

- Полуприцепом со строенной осью: 3 дополнительных пробега, один из которых выполняется с половиной транспортного средства (левой или правой), выходящей за пределы датчика, второй пробег выполняется при прохождении трактора через датчик и при прохождении полуприцепа (строенной оси) наполовину за пределами датчика, и третий пробег выполняется при торможении грузовика во время прохождения через датчик (вариация скорости от 90 до 60 км/ч или от 12 до 5 км/ч для системы измерения веса ТС в движении на низкой скорости).

9.4.3. Во время испытания производитель или поставщик не будут обладать доступом к системе. После завершения испытательных измерений файлы с исходными результатами, содержащие подробные данные по каждому транспортному средству будут переданы организатору испытания и производителю или поставщику для проведения ими своих собственных проверок.

9.5. Эталонные значения статической нагрузки и веса

Для проведения предварительной калибровки (см. 9.3) и испытания (см. 9.4) испытательные транспортные средства будут взвешены на утвержденных платформенных весах и на весах для взвешивания колес/осей. При этом будут применяться правила раздела 8.3 при значении $n \geq 6$ (см. 8.3.3). Необходимо проверить, чтобы стандартные отклонения от значений статической нагрузки на ось были меньше 1/3 от значений, измеренных во время движения.

9.6. Анализ испытания и отчет

9.6.1. Рассмотрению подлежат все зарегистрированные данные кроме тех, что отмечены системой кодом о нарушении. В отчете необходимо указать результаты подробного анализа и данные о пробегах в отклоняющихся условиях.

9.6.2. Анализ данных будет проведен относительно проверки в процессе эксплуатации (см. 10.2) в соответствии с пунктами 11.4.1, 11.4.2, 11.4.3.1, 11.4.4, 11.4.5, 11.4.6 и 11.4.7. Испытательные условия будут следующие: (I) (повторяемость окружающих условий, см. 11.1.4) и (R1) (ограниченная воспроизводимость, см. 7.2.3.2). Результаты будут представлены в отчете в соответствии с форматом, приведенным в Приложении IV.

9.6.3. Второй анализ будет проведен в отношении первоначальной проверки (см. 10.1) путем исключения разности средних значений веса брутто для всех пробегов, путем применения программным обеспечением постоянного мультипликативного показателя ко всем зарегистрированным нагрузкам на ось. Показатель N, указанный в пункте 10.1.3, будет использоваться для оценки классов по каждому критерию.

9.6.4. В отчете об испытании будут представлены оба анализа (9.6.2 и 9.6.3). В случае существенных расхождений между результатами двух анализов, по мере возможности, необходимо предоставить некоторые пояснения относительно влияния разности средних значений.

10. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ПРОВЕРКИ И ПРОВЕРКИ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Проверка системы для измерения веса СТ в движении выполняется:

- в форме первоначальной проверки (раздел 10.1),
или
- в форме проверки в процессе эксплуатации (раздел 10.2).

10.1. Первоначальная проверка

10.1.1. После установки или проведения некоторых модификаций (датчиков, аппаратного или программного обеспечения), ремонта или замены частей проводится (повторная) калибровка системы в соответствии с одной из процедур, приведенных в главе 7 и в Приложении III, а также в соответствии со спецификациями производителя.

В большинстве случаев (если не применяется процедура автоматической калибровки) процедура калибровки обеспечивает данные, которые могут использоваться для оценки точности. В таком случае для калибровки и оценки точности используется тот же самый образец. Данная процедура именуется первоначальной проверкой.

10.1.2. Если калибровка системы для измерения веса ТС в движении осуществляется с использованием статических масс для калибровки (см. 7.2.1) или с помощью полностью контролируемого откалиброванного ударного устройства (см. 7.2.2), тогда все результаты (относительные ошибки) должны находиться в пределах интервала $[-\delta/2; \delta/2]$ применимого класса точности и рассматриваемого критерия (например, одинарной оси, группы осей или веса брутто).

Данный раздел применяется только к сгибающим пластинам с датчиком напряжения или к весам с датчиками нагрузки, а также к платформенным весам, которые могут измерять статические нагрузки. В отдельных случаях данный раздел может применяться к некоторым ленточным датчикам, а также к датчикам, откалиброванным с использованием ударных устройств.

10.1.3. Если калибровка системы для измерения веса ТС в движении осуществляется при повторяемых пробегах предварительно взвешенных транспортных средств или транспортных средств, оснащенных измерительными приборами, то принимаются во внимание интервалы достоверности, приведенные в Таблице 5 (и в Таблице 6, если необходимо), при этом погрешность δ уменьшается на мультипликативный показатель k , где $k=0,8$.

Требуемый уровень достоверности для данного интервала $[-k \cdot \delta; k\delta]$ указан в главе 11.

10.2. Проверка в процессе эксплуатации

10.2.1. Проверка в процессе эксплуатации может проводиться в любое время жизненного цикла системы для измерения веса ТС в движении. Такая проверка должна проводиться периодически, а также при изменении условий (условий дорожного движения, окружающей среды и т.д.), либо в случае каких-либо сомнений относительно точности данных.

При данной проверке данные, используемые для оценки точности, не должны использоваться для калибровки или повторной калибровки системы.

10.2.2. Если проверка системы для измерения веса ТС в движении осуществляется с использованием статических масс для калибровки или с помощью полностью контролируемого откалиброванного ударного устройства, то все результаты (относительные ошибки) должны находиться в пределах интервала погрешности $[-\delta; \delta]$ применимого класса точности и рассматриваемого критерия (например, одинарной оси, группы осей или веса брутто) в зависимости от измерительной шкалы или расширения датчика.

10.2.3. Если проверка системы для измерения веса ТС в движении осуществляется при повторяемых пробегах предварительно взвешенных транспортных средств или транспортных средств, оснащенных измерительными приборами, то применяются интервалы достоверности, приведенные в Таблице 5 (и в Таблице 6, если необходимо).

Требуемый уровень достоверности для данного интервала $[-\delta; \delta]$ указан в главе 10.

Такое испытание, проведенное под движущимися транспортными средствами в обычных условиях дорожного движения, зачастую бывает более реалистичным по сравнению с проверками, указанными в пункте 10.2.2.

11. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕРКИ ТОЧНОСТИ

11.1. Общие правила

11.1.1. Для оценки точности системы для измерения веса ТС в движении требуется испытание. В данном разделе рассматриваются испытания, проводимые с использованием повторяющихся пробегов предварительно взвешенных транспортных средств (испытательных транспортных средств) и/или с использованием разовых пробегов предварительно или впоследствии взвешенных транспортных средств, отобранных из потока движения.

11.1.2. Чем обширнее средства плана испытания, тем продолжительнее период испытания, тем выше количество типов транспортных средств и проездов и, в конечном итоге, тем выше уровень достоверности в заключении. Это означает, что риск для заказчика (т.е. риск приемки системы более высокого класса, чем на самом деле) уменьшается по мере того, как испытание становится более обширным. В данном анализе риск для поставщика, связанный со статистической оценкой разности средних значений, установлен на уровне 5%.

11.1.3. В данной процедуре риск для заказчика регулируется вероятностью отдельной ошибки (в отношении значений статической нагрузки или веса), выходящей за пределы указанного интервала достоверности (погрешности). Верхний предел данного риска установлен указанными значениями $(1 - \pi_0)$, где π_0 – это минимальный требуемый уровень достоверности. Заказчик может выбирать данный риск $(1 - \pi_0)$ или уровень достоверности π_0 , (см. раздел 11.3).

Чем ниже данный риск, тем продолжительнее и обширнее (и дороже) испытание. В таком случае заказчик должен адаптировать его под свои требования, принимая во внимание спецификации производителя и результаты других обширных и подробных испытаний.

Необходимо отметить, что данный риск оценивается только в условиях приемочного испытания; это означает, что чем сильнее условия испытания отличаются от реальных условий дорожного движения, тем ниже уровень достоверности и тем выше риск для заказчика.

11.1.4. В зависимости от задач, средств и требований заказчика, испытание может проводиться в течение различных периодов; это определяет другой тип повторяемости или воспроизводимости, который называется “повторяемость или воспроизводимость окружающих условий”:

- *(I) повторяемость окружающих условий:* временной период испытания ограничен парой часов в течение одного дня или распределяется на несколько последовательных дней так, чтобы температура, климатические и окружающие условия не менялись существенно во время измерений;
- *(II) ограниченная воспроизводимость окружающих условий:* временной период испытания распределяется на всю неделю или несколько дней в течение месяца так, чтобы температура, климатические и окружающие условия изменялись во время измерений, при этом сезонное воздействие не принимается во внимание;
- *(III) полная воспроизводимость окружающих условий:* временной период испытания распределяется на весь год или больше, либо, по меньшей мере, на несколько дней в течение всего года так, чтобы температура, климатические и окружающие условия изменялись во время измерений с наступлением всех сезонных условий на участке.

11.1.5. В течение периода испытаний повторная калибровка, манипуляции, адаптация программного обеспечения или замена частей на системе для измерения веса ТС в движении проводиться не должны. Только в случае долгосрочного испытания (III) или

исключительно в случае (II), при нарушении работы какой-либо части системы (датчика или электроники) поставщик системы может быть уполномочен на проведение ремонта или замены повреждённых частей под контролем организатора испытания. Необходимо представить подробный отчет о неисправности, ее причинах и выполненном ремонте.

11.1.6. В зависимости от количества испытуемых транспортных средств (11.1.7), нагрузки и скорости, и, наконец, от использования предварительно или впоследствии взвешенных транспортных средств, отобранных из потока движения и проходящих через систему только один раз, испытание может проводиться при следующих условиях (см. раздел 7.2.3.2):

- (r1) полная повторяемость
- (r2) увеличенная повторяемость
- (R1) ограниченная воспроизводимость
- (R2) полная воспроизводимость

11.1.7. Испытательные транспортные средства – это такие транспортные средства, которые предварительно взвешиваются на утвержденных платформенных весах и выполняют повторяющиеся пробеги через систему (см. 8.3).

11.2. Планы испытаний

11.2.1. Определение плана испытаний заключается в выборе образца транспортных средств и их количества, а также условий пробега. Такие транспортные средства могут быть:

- испытательными транспортными средствами (11.1.7), предоставленным организатором (заранее взвешенные или оснащенные инструментами транспортные средства),
- и/или транспортными средствами, отобранными из потока движения, которые взвешиваются заранее или впоследствии; в последнем случае учитывается только один пробег на транспортное средство.

При использовании транспортных средств обоих видов данные каждой группы при анализе не объединяются.

11.2.2. Если значения веса принимаются в качестве эталонных значений, то должны применяться указания, приведенные в пункте 7.2.3. Если в качестве эталонных значений принимаются значения ударной силы, то должны применяться указания, приведенные в пункте 7.2.4.

11.2.3. Рекомендуется выполнять проверки испытания в условиях >(R1) или (R2). Такие проверки могут выполняться в условиях (r2), но при, как минимум, 3 случаях нагрузки, распределенной равномерно в пределах диапазона оси/веса брутто, подлежащих взвешиванию, и при 10 пробегах на один случай нагрузки. Не рекомендуется выполнять испытания в условиях (r1), если только пользователь (заказчик) не дал специальное разрешение на такое испытание. Также применяются требования разделов 7.2.3.5 - 7.2.3.7.

11.2.4. В случаях (II) и (III) образцы транспортных средств, используемых каждый день или в течение нескольких дней подряд, должны быть схожими (по составу и нагрузкам) и, по мере возможности, характерными для потока движения.

11.2.5. Окружающие условия (особенно температура) должны регистрироваться в течение всех периодов измерения.

В зависимости от типа датчика вариации температуры могут вызвать отклонение из-за чувствительности датчика, либо могут повлиять косвенно из-за изменений

числовых характеристик или поведения покрытия.

11.2.6. Задача данной спецификации заключается в предоставлении заказчику или пользователю универсальности в целях обеспечения возможности выбора самого адаптированного плана испытания в соответствии с требованиями и средствами заказчика или пользователя. Процедура анализа данных, описанная в разделе 11.3, может применяться с любым планом испытания, после чего рассчитывается уровень достоверности результатов. Заказчик также может выбрать подходящий уровень достоверности (или самый высокий приемлемый риск) и составить наиболее подходящий план испытаний, соответствующий всем требованиям.

Для общих проверок в Приложении I приведены некоторые стандартные упрощенные планы испытаний.

11.3. Уровни достоверности

11.3.1. Если испытание системы для измерения массы ТС в движении проводится в соответствии с принципами пункта 11.2, то уровень достоверности π для получения отдельной ошибки в пределах интервалов достоверности, указанных в Таблице 5 или Таблице 6 (в пределах погрешностей), может оцениваться на основании результатов испытания и статистики. Далее предполагается, что отдельные ошибки будут произвольными, независимыми друг от друга и нормально распределенными.

На расчет средней ошибки влияет статистическая неопределённость, которая зависит от размера образца n (неопределённость устраняется бесконечного размера образца!). Данная неопределённость принимается в учет при указанных значениях следующих таблиц и в формулах раздела 11.4 при условии нормального распределения образцов (данный факт может быть проверен путем испытания, если необходимо).

11.3.2. В зависимости от условий воспроизводимости или повторяемости ($r1$) - ($R2$) плана испытаний, а также от условий воспроизводимости или повторяемости окружающих условий (I) - (III), минимальные значения π_0 требуемого уровня достоверности для интервалов достоверности, указанных в Таблице 5 и Таблице 6, приведены в Таблице 7, Таблице 8 и Таблице 9, а также на Рисунке 2. Значение π_0 увеличивается с размером n образца испытательных данных. Данные значения также рассчитываются с помощью формулы в компьютере (лист Excel) см. ПРИЛОЖЕНИЕ III.

Таблица 7: Минимальные уровни достоверности π центрированных интервалов достоверности (в %) - случай испытания при “повторяемости окружающих условий” (I)

Условия испытаний/размер образца (n)	10	20	30	60	120	∞
Полная повторяемость ($r1$)	95	97.2	97.9	98.4	98.7	99.2
Увеличенная повторяемость ($r2$)	90	94.1	95.3	96.4	97.1	98.2
Ограниченная воспроизводимость ($R1$)	85	90.8	92.5	94.2	95.2	97.0
Полная воспроизводимость ($R2$)	80	87.4	89.6	91.8	93.1	95.4

Для размера образца n , не указанного в таблице, значения могут быть вставлены из Рисунка 2 или с помощью линейной интерполяции, либо рассчитываться в листе Excel, представленном в Приложении IV

Таблица 8: Минимальные уровни достоверности π центрированных интервалов достоверности (в %) - случай испытания при “ограниченной воспроизводимости окружающих условий” (II)

Условия испытаний/размер образца (n)	10	20	30	60	120	∞
Полная повторяемость (r1)	93.3	96.2	97.0	97.8	98.2	98.9
Увеличенная повторяемость (r2)	87.5	92.5	93.9	95.3	96.1	97.5
Ограниченная воспроизводимость (R1)	81.9	88.7	90.7	92.7	93.9	96.0
Полная воспроизводимость (R2)	76.6	84.9	87.4	90.0	91.5	94.3

Для размера образца n, не указанного в таблице, значения могут быть вставлены из Рисунка 2 или с помощью линейной интерполяции, либо рассчитываться в листе Excel, представленном в Приложении IV.

Таблица 9: Минимальные уровни достоверности π центрированных интервалов достоверности (в %) – случай испытания при “ограниченной воспроизводимости окружающих условий” (II)

Условия испытаний/размер образца (n)	10	20	30	60	120	∞
Полная повторяемость (r1)	91.4	95.0	96.0	97.0	97.6	98.5
Увеличенная повторяемость (r2)	84.7	90.7	92.4	94.1	95.1	96.8
Ограниченная воспроизводимость (R1)	78.6	86.4	88.7	91.1	92.5	95.0
Полная воспроизводимость (R2)	73.0	82.3	85.1	88.1	89.8	93.1

Для размера образца n, не указанного в таблице, значения могут быть вставлены из Рисунка 2 или с помощью линейной интерполяции, либо рассчитываться в листе Excel, представленном в Приложении IV.

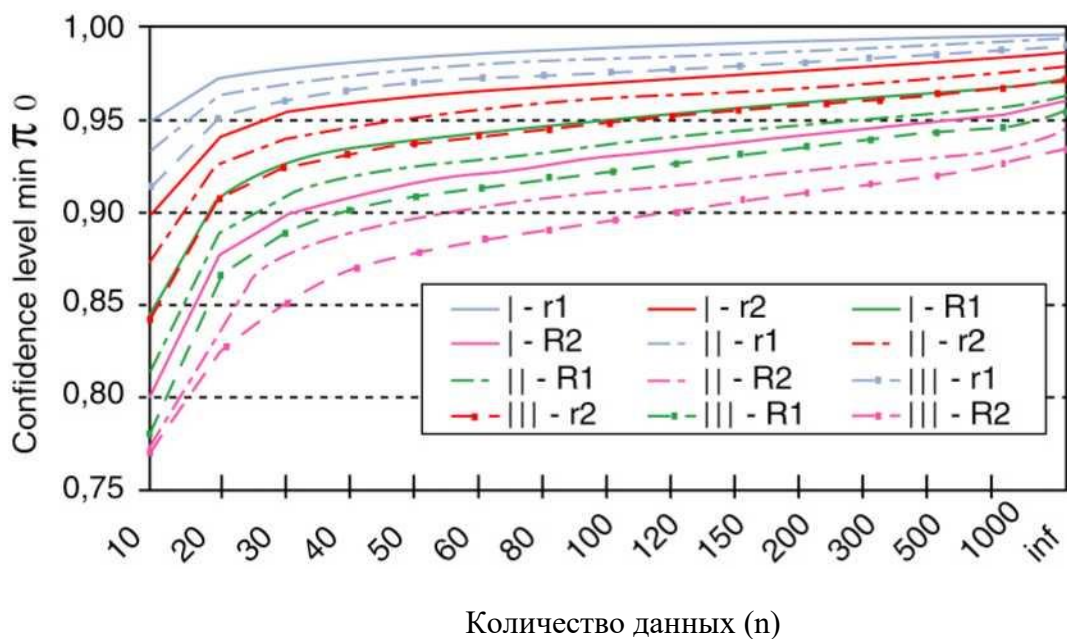


Рисунок 2: Графическое представление минимального уровня достоверности с количеством данных

11.3.3 Рекомендуется, чтобы в соответствии с выбором плана уровень достоверности превышал или был равен 90 % в условиях воспроизводимости (R1) и (R2), и превышал или был равен 95 % в условиях повторяемости (r1) и (r2), однако в особых случаях уровень достоверности может быть меньше.

11.3.4 Для некоторых применений, особенно в юридических целях (например, при обеспечении соблюдения норм), может потребоваться более высокий уровень достоверности, например, 99% или 99,5%. Даже если такие значения превышают максимальное значение, указанное в Таблице 7, Таблице 8 и Таблице 9, они могут быть получены для достаточно большой погрешности δ по рассматриваемому критерию (т.е. с применением более низкого класса точности): для рассматриваемой системы (точности) чем выше погрешность, тем выше уровень достоверности. Эффективный уровень достоверности рассчитывается (см. 11.4.6).

11.4. Анализ результатов испытаний

По окончании сбора данных их подробный анализ будет осуществлен по следующему плану:

11.4.1. Отчет о неполадках и неисправностях системы, включая статистику о времени работы, промежутке времени между поломками и т.д.

11.4.2. Статистика о количестве транспортных средств, зарегистрированных в системе для измерения массы ТС в движении должным образом (если есть данные о теоретическом количестве проехавших транспортных средств, по крайней мере, по количеству транспортных средств в контрольной выборке). Анализ ошибок, автоматически обнаруженных системой (с указанием кода ошибки), и пропущенных ошибок.

На этом этапе количество пропущенных транспортных средств (не включая транспортные средства, зарегистрированные с кодом ошибки), выраженное в процентах, должно быть ниже показателей, указанных в последней строке Таблицы 5.

Выраженное в процентах количество транспортных средств, зарегистрированных с кодом ошибки, может быть выше (без указания верхнего предела), но только в том, что касается условий движения: транспортное средство частично прошло мимо весов, затормозило или увеличило скорость, выходя за обозначенные системой границы, и т.п.

11.4.3. Резко отклоняющиеся значения: вопрос с резко отклоняющимися статистическими значениями (не обнаруженными системой в процессе регистрации) необходимо очень тщательно изучить. Можно рассмотреть два варианта, а затем применить один из них или оба в соответствии с требованиями испытания.

11.4.3.1. Учет резко отклоняющихся значений: если целью испытания является предоставление информации о фактической работе системы заказчику, обычно использующему данные в момент регистрации, без последующего статистического анализа, тогда все зарегистрированные данные, кроме данных с кодом ошибки, включаются в описанный ниже анализ.

11.4.3.2. Исключение резко отклоняющихся значений: если целью испытания является предоставление информации о теоретической работе системы заказчику, который впоследствии может провести какие-то статистические проверки зарегистрированных данных, тогда статистические проверки резко отклоняющихся значений должны применяться к однородной совокупности (не забудьте о необходимости указания «нормальных параметров», требующихся для подобных проверок; в этом случае «нормальные параметры» также необходимо проверить при помощи испытания). Резко отклоняющиеся значения, обнаруженные в ходе этих проверок, расцениваются и учитываются как пропущенные данные после исключения (возврат к п. 11.4.2). Оставшиеся данные используются только для описанного ниже анализа. Итоговый отчет по испытаниям должен содержать четкое описание этой части анализа.

11.4.4. В случае изучения достаточно крупной контрольной выборки рекомендуется проверять нормальность результатов, только если ожидается, что дисперсию генеральной совокупности создадут отдельные случайные ошибки. Так и происходит в большинстве случаев, и ненормальность часто отражает какие-то нарушения. К тому же, это допущение делается для расчета уровня доверительной вероятности.

11.4.5. Для каждого параметра разных подгрупп, например, осей, групп осей, осей группы и веса брутто, рассчитываются относительные ошибки измерения касательно веса и статической нагрузки (или иных принятых опорных значений), как:

$$x_i = \frac{(Wd_i - Ws_i)}{Ws_i}$$

где Wd_i и Ws_i – это соответственно показатель, измеренный в движении, и опорное (статическое) значение того же показателя.

Затем рассчитываются выборочное среднее значение m и стандартное отклонение относительных ошибок измерения s в каждой выборке подгрупп.

Примечания:

1. Если применяемый метод калибровки не дает индивидуальных коэффициентов по типу грузового автомобиля или категории оси (как в методах от 1.a до 1.d Приложения III), изучаемые выборки должны содержать все результаты веса брутто или

результаты нагрузки на одинарную ось, ось группы или группу осей вместе. К примеру, необходимо рассматривать вместе все одинарные оси всех категорий, а не передние оси или задние/ведущие оси по отдельности.

Если разные коэффициенты калибровки определяются разными типами транспортных средств или категориями (или типами) осей, тогда рассматриваемые выборки должны разграничивать каждую подгруппу.

2. В случае проведения испытания в условиях (г1), данные, собранные на всех уровнях скорости, должны быть объединены и проанализированы в одной выборке, даже если невозможно достичь полной повторяемости результатов.

11.4.6. Расчет уровня достоверности

Уровень достоверности π можно оценить теоретическим методом (11.4.6.1), используя статистический метод выборки испытания или, в некоторых случаях, при помощи доли выборки (11.4.6.2). Оба метода представлены ниже.

11.4.6.1. Расчет теоретического уровня достоверности

Нижний предел π вероятности отдельного значения относительной ошибки измерения, выбранный случайным образом из нормально распределенной выборки размера n с выборочным средним арифметическим значением m и стандартным отклонением s , сосредоточенный в помещенном в центре интервале достоверности $[-\delta; \delta]$, дается на уровне достоверности $(1-\alpha)$ по формуле (Б. Джейкоб, 1997):

$$\pi = \Phi(u_1) - \Phi(u_2), \text{ где } u_1 = (\delta - m)/s - t_{v, 1-\alpha/2}/n^{1/2} \text{ и } u_2 = (-\delta - m)/s + t_{v, 1-\alpha/2}/n^{1/2} \quad (2)$$

где Φ – это интегральная функция распределения переменной Стюдента, а $t_{v, 1-\alpha/2}$ – это переменная Стюдента, в которой $v = n-1$ степеней свободы, α принимается равной 0,05.

Примечание: Если n больше 60, то интегральная функция распределения Φ может быть приблизительно равной интегральной функции распределения стандартизированной переменной, распределенной по нормальному закону. Но на практике такое приближительное равенство имеет не очень высокое значение и должно использоваться, только когда функция распределения Стюдента недоступна.

Затем рассчитывается уровень достоверности π для каждой выборки (и критерия).

11.4.6.2. Оценка π при помощи доли выборки π'

Если размер выборки n не больше $10/(1-\pi_0)$, где π_0 – это минимально необходимый уровень достоверности в соответствии с Таблицами 7, 8 и 9 (согласно плану испытаний), то π можно оценить статистически по доле π' данных выборки, находящихся в пределах интервала достоверности $[-\delta; +\delta]$.

Эту оценку можно впоследствии использовать при $n > 5/(1-\pi_0)$, но статистическая погрешность увеличивается по мере уменьшения n .

Долю выборки можно использовать только при наличии соглашения с пользователем или заказчиком и если нет возможности рассчитать значение π .

11.4.7. Испытания при приемке

На этом этапе существует два способа оценить уровень точности системы для измерения массы ТС в движении. Это происходит следующим образом:

11.4.7.1. Для каждой подгруппы (выборки), соответствующей критерию Таблицы 5, и для предлагаемого (требуемого) класса точности, определяемого показателем δ ,

испытание при приемке таково:

- если π (или π' в случае 11.4.6.2) $\geq \pi_0$, система принимается по классу δ ;
- если π (или π' в случае 11.4.6.2) $< \pi_0$, систему нельзя принять по предлагаемому классу точности, и испытания по приемке повторяют с более низким классом точности (с более высоким δ). Если используется теоретическое значение π , его необходимо пересчитать по уравнению. Но π' не зависит от δ .

11.4.7.2. Альтернативный вариант расчета, с уравнением, (самого низкого) показателя δ_{min} из δ дает $\pi = \pi_0$. Затем нужно проверить, чтобы значение δ_{min} было ниже значения, указанного в Таблицах 5 или 6 для предлагаемого класса точности и критерия.

Если используется доля выборки π' (11.4.6.2), выбирается самое маленькое значение δ_{min} из δ , которое гарантирует, что находящийся в центре интервал достоверности содержит долю выборки $\pi = \pi_0$, и проводится та же проверка, как указано выше.

При таком подходе можно классифицировать систему по любому классу точности, определяемому по самому низкому принимаемому значению δ (δ_{min}).

11.4.7.3. Еще один способ выражения класса точности по одному критерию при уже рассчитанном значении δ_{min} состоит в расчете связанного с ним значения δ_c по формуле из пп. 8.2.3.1 или 8.2.3.2. Тогда класс точности можно выразить этим значением δ_c (округленным до ближайшего целого числа в сторону увеличения) или ближайшим стандартным классом в сторону увеличения от A(5) до E(50) и т.д.

11.4.8. По требованию заказчика или производителя можно провести дополнительный анализ данных испытаний, как то анализ воздействия факторов окружающей среды, анализ влияния условий движения и т.д.

11.4.9. В Приложении I настоящей спецификации приводится упрощенная процедура, основанная на использовании диаграммы испытаний при приемке. Эту упрощенную процедуру очень легко выполнить, но она соответствует только стандартизованным единым планам испытаний.

12. ПРИЛОЖЕНИЕ I. УПРОЩЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

I-1 Критерии для выбора места установки системы для измерения массы ТС в движении

Выбор места установки системы для измерения массы ТС в движении имеет огромное влияние на точность, надежность и срок службы любой такой системы. Таким образом, места установки классифицируются в соответствии с геометрией дороги и характеристиками дорожного покрытия. В Таблице 10 указан рекомендуемый выбор места установки в зависимости от требуемого уровня точности. Диапазоны классов точности приведены в разделе I-6.

Таблица 10. Выбор места установки системы для измерения массы ТС в движении в зависимости от требуемого уровня точности

Точность	Место I (отличное)	Место II (хорошее)	Место III (приемлемое)
Класс А (5)	+	-	-
Класс В+ (7)	+	-	-
Класс В (10)	+	+	-
Класс С (15)	(+)	+	+
Класс D+ (20)	(+)	(+)	+
Класс D (25)	(+)	(+)	+

Условные обозначения: '-' значит «недостаточно», '+' значит «достаточно», '(+)' значит «достаточно, но не необходимо»

Комментарий. Эта таблица не показывает четкой связи между классами точности и местом установки системы: некоторые типы систем для измерения массы ТС в движении, в зависимости от типа датчика и принципа измерения, могут потребовать места с более высоким или более низким классом для достижения необходимого класса точности. Например, большие весы или широко расставленные датчики (т.е. дальше, чем отпечаток шины в направлении потока движения) менее чувствительны к ровности дорожного покрытия, чем близко расположенные датчики. Более того, многодатчиковую систему для измерения массы ТС в движении можно установить на менее ровном дорожном покрытии, если соответствующий алгоритм проводит расчеты для уменьшения динамического воздействия.

Требования для платформенных систем для измерения массы ТС в движении приведены в главе 4.3.

I-1.1 Геометрия дороги

I-1.1.1. Настоятельно рекомендуется, чтобы участок дороги, начинающийся за 50 м до места нахождения системы для измерения массы ТС в движении и заканчивающийся через 25 м после нее, соответствовал следующим геометрическим характеристикам:

- продольный уклон < 1% (место класса I) или < 2% (места других классов), в зависимости от класса места 5.2.2) и, насколько возможно, не изменяется;
- поперечный уклон < 3%;
- радиус кривизны > 1000 м (но более предпочтительна прямая дорога).

I-1.1.2. Системы для измерения массы ТС в движении необходимо устанавливать вдали от

участков ускорения или сброса скорости (т.е. участков рядом со светофором, постом сбора платы за пользование дорогой и т.д.) для того, чтобы обеспечить движение транспортных средств с постоянной скоростью. Также лучше всего избегать мест, где водители переключают передачи, таких как съезды и т.п.

I-1.1.3. Также следует избегать участков дороги, на которых меняется количество полос, так как это может привести к переходу транспортного средства с полосы на полосу в месте установки системы.

I-1.2 Характеристики дорожного покрытия

I-1.2.1. Дорожное покрытие должно соответствовать следующим критериям:

- отсутствие объектов, затрудняющих проезд транспортных средств, в основании дороги или под слоем износа дорожного покрытия (бетонные ограничители транспортных средств по высоте, каналы для подземных коммуникаций и т.п.);
- толщина промежуточного слоя дороги более 10 см;
- хорошее механическое сцепление между слоями дорожного покрытия, в особенности асфальтобетона с зернистым грунтом, стабилизированное гидравлическими вяжущими веществами. Датчики должны устанавливаться в толще однородного слоя, а не на стыке слоев дороги;
- на участке установки датчиков дорожное покрытие должно быть защищено от износа;
- однородное дорожное покрытие в пределах одной полосы, исключающее присутствие каких-либо стыков щебнистых материалов в месте расположения датчика.

I-1.2.2. Критерии, указанные в Таблице 11, должны соблюдаться на участке дороги, начинающемся за 200 м до места нахождения системы для измерения массы ТС в движении и заканчивающемся через 50 м после нее.

Таблица 11. Классификация и критерии для мест установки систем для измерения массы ТС в движении

			Классы мест для установки системы для измерения массы ТС в движении		
			I Отлично	II Хорошо	III Приемлемо
Образование колеи (3 м - полоса)		Глубина колеи макс. (мм)	≤ 4	≤ 7	≤ 10
Прогиб (квазистатический) (13 т - ось)	Полужесткое покрытие	Средний прогиб (10^{-2} мм) Разница слева/справа (10^{-2} мм)	≤ 15 ± 3	≤ 20 ± 5	≤ 30 ± 10
	Все битумные покрытия	Средний прогиб (10^{-2} мм) Разница слева/справа (10^{-2} мм)	≤ 20 ± 4	≤ 35 ± 8	≤ 50 ± 12
	Нежесткое покрытие	Средний прогиб (10^{-2} мм) Разница слева/справа (10^{-2} мм)	≤ 30 ± 7	≤ 50 ± 10	≤ 75 ± 15
Прогиб (динамический) (5 т - нагрузка)	Полужесткое покрытие	Прогиб (10^{-2} мм) Разница слева/справа (10^{-2} мм)	≤ 10 ± 2	≤ 15 ± 4	≤ 20 ± 7
	Все битумные покрытия	Средний прогиб (10^{-2} мм) Разница слева/справа (10^{-2} мм)	≤ 15 ± 3	≤ 25 ± 6	≤ 35 ± 9
	Нежесткое покрытие	Средний прогиб (10^{-2} мм) Разница слева/справа (10^{-2} мм)	≤ 20 ± 5	≤ 35 ± 7	≤ 55 ± 10
Ровность покрытия	Международный индекс ровности (IRI) APL ⁽¹⁾	Индекс (м/км)	0 – 1,3	1,3 - 2,6	2,6 - 4
		Рейтинг* (SW, MW, LW)	9 - 10	7 - 8	5 - 6

Показатели образования колеи и прогиба даны для температуры ниже или равной 20°C при хороших дренажных условиях.

⁽¹⁾ APL – это прибор, разработанный во Франции и использующийся в разных странах. Он измеряет продольный профиль дороги. Он состоит из двух одноколесных прицепов, работающих на скорости 72 км/ч, приводимых в движение легковым автомобилем.

* Рейтинг количественно выражает логарифм энергии, рассеянной в одном из диапазонов волн разной длины: *SW* = короткие волны (0,7-2,8 м), *MW* = средние волны (2,8-11,3 м), *LW* = длинные волны (11,3-45,2 м). Шкала находится в пределах от 10 (самая низкая энергия, отличная ровность покрытия) до 1 (самая высокая энергия, наихудшие показатели ровности покрытия).

Комментарии относительно прогиба и ровности покрытия приведены в подробной спецификации, раздел 5.2.1.

I-2 Требования к условиям окружающей среды

I-2.1. Для стандартной проверки, достаточной в обычных условиях, рекомендуется сравнить условия использования, предоставленные и гарантируемые производителем, и подробные спецификации по климатическим условиям, условиям дорожного движения и механической прочности, указанным в основном документе, разделы 6.1 и 6.2.

I-2.2. Рекомендуется оборудовать место установки системы для измерения массы ТС в движении источниками электропитания и средствами связи; стоимость устройства энергоснабжения может быть высокой. Недалеко от места установки предпочтительно должна находиться площадка для статического взвешивания или платформенные весы. Также место установки должно быть устроено таким образом, чтобы полный круг объезда территории системы калибровочным или испытательным транспортным средством занимали разумное время.

I-2.3. Из соображений безопасности рекомендуется оставить достаточно пространства и обеспечить удобный доступ для установки специальной будки на придорожной полосе. Будка должна защищать систему для измерения массы ТС в движении от климатических воздействий и вандализма.

I-2.4. Не рекомендуется устанавливать систему для измерения массы ТС в движении под высоковольтными линиями электропередачи.

I-2.5. Важно избегать любых переездов (аэродинамическое воздействие) или подъездов к мостам (низкая ровность дорожного покрытия). Также не рекомендуется устанавливать датчики на мостах или подобных сооружениях во избежание динамического воздействия.

I-3 Проверка системы на месте и калибровка

Необходимо разграничить три следующих варианта:

I-3.1 Одна и та же компания поставляет датчики, электронные приборы и осуществляет монтаж

В этом случае не требуется специальных проверок, достаточно общей гарантии поставщика.

I-3.2 Производитель поставляет датчики и электронные приборы, монтаж осуществляет другая компания

В этом случае перед монтажом необходимо провести быстрое испытание для приемки датчиков и электронных приборов. Такое испытание может провести заказчик или монтажная компания согласно правилам, оговоренным в договоре, и в соответствии с рекомендациями, приведенными в разделах II.2 и II.3 Приложения II основного документа.

I-3.3 Поставку датчиков, электронных приборов и монтаж осуществляют разные компании

В первую очередь заказчик должен проверить совместимость датчиков и электронных приборов или попросить об этом производителя электронных приборов или монтажную компанию. Затем необходимо выполнить все в соответствии с правилами, указанными в разделе I-3.2.

В любом случае необходимо следовать спецификациям производителя или руководству по установке датчиков. В кратком виде они изложены в основном документе, глава 7.

I-4 Калибровка системы на месте

I-4.1. После установки систему для измерения массы ТС в движении необходимо откалибровать (первая калибровка).

I-4.2. Необходимо следовать методике, рекомендованной производителем. Следует проверить ее соответствие одной из подробно изложенных методик, имеющихся в основном документе, глава 8.

Если производитель или поставщик не указывают такую методику или если новая система или комбинированная система поставляется сразу несколькими компаниями (I-3.3), необходимо использовать одну из методик калибровки, указанных в подробной спецификации, раздел 7.2.

I-4.3. Перед приемкой для оценки точности установленной системы необходимо провести ее первую поверку. Процедура поверки описана в главах 10 и 11.

I-4.4. Периодическая калибровка и проверка поведения системы должны проводиться не реже 1 раза в год (2-й уровень), предпочтительно каждый месяц (по возможности) (1-й уровень).

Проверка 1-го уровня

Простую и экономически выгодную калибровку и проверку поведения системы можно провести путем:

- анализа коэффициентов автоматической самокалибровки (если эта процедура внедрена) и/или
- сравнения схем движения транспорта (например, вес брутто и гистограммы нагрузки на ось или статистика) с опорными схемами или данными, собранными системой сразу после калибровки.

В случае обнаружения несоответствий или очевидно неверных результатов необходимо провести полную проверку точности и, в конечном итоге, пеперекалибровку (см. главы 10 и 11).

Проверка 2-го уровня

Рекомендуется периодически (например, один раз в год) проводить эксплуатационные испытания в соответствии с правилами, указанными в главах 10 и 11. При обнаружении серьезных ошибок, необходимо провести пеперекалибровку.

I-5 Допуск по классу точности с учетом веса

I-5.1 Допуск по классу точности

Для отдельных параметров было определено несколько классов точности (см. Таблицу 10). Рассматривалось четыре основных критерия (нужно учитывать все или некоторые из них, в зависимости от системы). Три класса определены по интервалам достоверности относительных ошибок измерения с учетом статической нагрузки или веса (или в отдельных случаях с учетом специально установленной опорной величины).

Некоторые указания относительно требований заказчика и классов, рекомендованных для каждого типа ситуаций, приведены в подробной спецификации, глава 4.

Определения дополнительных классов от E(30) до E(50) даны в подробной спецификации, глава 8, для систем, которые не выполняют требования класса D(25).

Таблица 12. Классы точности (интервал достоверности, δ , в %)

Критерии (тип измерения)	Область использования	Класс точности: ширина интервала достоверности δ (%)						
		A(5)	B+(7)	B(10)	C(15)	D+(20)	D(25)	E
1. Вес брутто	Вес брутто > 3,5 т	5	7	10	15	20	25	> 25
Нагрузка на ось:	Нагрузка на ось > 1 т							
2. группа осей		7	10	13	18	23	28	> 28
3. одинарная ось		8	11	15	20	25	30	> 30
4. ось группы		10	14	20	25	30	35	> 35
Скорость	$V > 30$ км/ч ⁽¹⁾	2	3	4	6	10	10	> 10
Межосное расстояние		2	3	4	6	10	10	> 10
Поток движения		1	1	1	3	5	5	> 5

⁽¹⁾ Для датчиков, которые не работают в статическом режиме или на очень низкой скорости.

В этой спецификации критерии скорости, межосевого расстояния и количества осей не являются обязательными. Классом точности для любой системы для измерения массы ТС в движении считается лучший из классов, удовлетворяющий всем критериям или некоторым из них (если какие-то критерии исключены).

Уровень достоверности, требующийся в пределах обозначенных интервалов достоверности, зависит от условий испытания (продолжительность испытательного периода, повторяемость и воспроизводимость результатов испытания и количество измерений). Уровни достоверности указаны в главах I-7 и I-8.

I-5.2 Опорные вес брутто и статическая нагрузка на ось

I-5.2.1. Статическое взвешивание можно проводить по каждой оси отдельно или по группам осей при помощи весов поколесного/поосного взвешивания, одобренных для принудительного или коммерческого использования, или на платформенных весах для взвешивания всего транспортного средства сразу. Для получения надежных опорных данных настоятельно рекомендуется измерять вес брутто на одобренных для применения платформенных весах. В этом случае необходимо воспользоваться методикой, описанной в подробной спецификации (см. 8.3.3) для установления опорной статической нагрузки на ось.

I-5.2.2. Поверхность дороги на площадке взвешивания должна быть ровной и горизонтальной. В последнем случае рекомендуется:

- использовать количество весов, равных количеству колес/осей, взвешиваемых в одном транспортном средстве, или
- использовать подъездную рампу или другое приспособление для размещения всех колес/осей на одном уровне.

Разница уровней между осями одной группы не должна превышать 2 мм. Разница уровней между одинарными осями или группами осей не должна вызывать уклон более чем на 0,5% (т.е., 1,5 см для межосного расстояния 3 м).

I-5.2.3. Во время статического взвешивания колес или осей тормоза транспортного средства должны быть полностью отпущены.

В результате принудительного взвешивания грузового автомобиля, проводимого полицией, может закрасться ошибка. Поэтому рекомендуется использовать грузовые автомобили (например, взятые в аренду), специально выделенные для испытания на один-два дня подряд.

I-6 Утверждение типа (модели)

I-6.1. Испытание для утверждения типа (модели) необходимо организовать один раз для маркировки новой на рынке модели системы для измерения массы ТС в движении.

I-6.2. Испытание должно проходить в месте установки класса I (отлично) с радиусом кривизны более 2500 м, однако настоятельно рекомендуется проводить его на прямой дороге.

I-6.3. После монтажа системы производителем или продавцом необходимо провести предварительную калибровку при помощи двух испытательных грузовых автомобилей (выбранных согласно разделу 7.2.3.3 подробной спецификации), с одной нагрузкой на один грузовой автомобиль, по следующему плану (8 проездов через систему):

- 4 проезда со скоростью V_m ,
- 2 проезда со скоростью $1,2 V_m$
- 2 проезда со скоростью $0,8 V_m$.

Для высокоскоростной системы для измерения массы ТС в движении используется V_m , равная 75 км/ч. Для низкоскоростной системы для измерения массы ТС в движении V_m будет равна рекомендуемой рабочей скорости.

Опорные значения нагрузки на оси и веса брутто необходимо предоставить производителю или продавцу для корректирования калибровки системы.

I-6.4. После предварительной калибровки проводятся испытания согласно стандартному плану испытаний №3 (I-8.2). В дополнение к 110 проездам через систему, указанным в разделе I-8.2, два испытательных транспортных средства должны сделать 6 дополнительных нестандартных проездов для того, чтобы проверить способность системы обнаруживать подобные ситуации и, в конечном итоге, маркировать неверные измерения кодом ошибки. Эти проезды должны проходить следующим образом:

- 2-осный грузовой автомобиль без прицепа: 3 дополнительных проезда: один проезд, во время которого половина транспортного средства (левая или правая) выходит за пределы датчика (датчиков); второй проезд, во время которого первая ось проходит по датчику (датчикам), а вторая ось проходит за пределами датчика (датчиков) или проходит частично за пределами датчика; третий проезд, во время которого грузовой автомобиль тормозит во время пересечения датчика (датчиков) (скорость варьируется от 90 км/ч до 60 км/ч, или от 12 до 5 км/ч для низкоскоростных систем для измерения массы ТС в движении).
- 5-осный полуприцеп (со строенной осью): 3 дополнительных проезда: один проезд, во время которого половина транспортного средства (левая или правая) выходит за пределы датчика (датчиков); второй проезд, во время которого тягач проходит по датчику (датчикам), а полуприцеп (со строенной осью) проезжает наполовину за пределами датчика (датчиков); третий проезд, во время которого грузовой автомобиль тормозит во время пересечения датчика (датчиков) (скорость варьируется от 90 км/ч до 60 км/ч, или от 12 до 5 км/ч для низкоскоростных систем для измерения массы ТС в движении).

I-6.5. Во время проведения испытания производитель или продавец не должны иметь доступ к системе.

I-6.6. Опорные показатели веса и статических нагрузок должны быть проанализированы по правилам, указанным в разделе 9.6 подробной спецификации.

I-6.7. Рассматриваться должны все зарегистрированные данные, за исключением помеченных

системой кодом нарушения. Анализ этих данных должен проводиться по правилам поверки в процессе эксплуатации (см. I-7.2) согласно пунктам раздела I-8.3. Условия испытания должны соответствовать (I) (повторяемость условий окружающей среды) и (R1) (ограниченная воспроизводимость результатов). Результаты анализа будут представлены в отчете в формате, указанном в Приложении IV.

Второй анализ необходимо провести по правилам первой поверки (см. I-7.1), исключив средние арифметические ошибки веса брутто по всем проездам и применив с помощью программного обеспечения постоянный мультипликативный коэффициент ко всем зарегистрированным нагрузкам на ось. Затем для оценки классов точности по каждому критерию нужно использовать упоминающийся в разделе I-7.1.3 фактор, равный 0,8. В отчете по испытанию нужно отразить оба анализа.

I-7 Первая поверка и поверка в ходе эксплуатации системы для измерения массы ТС в движении

I-7.1 Первая поверка

I-7.1.1. После установки и калибровки системы для измерения массы ТС в движении или во время перекалибровки можно провести испытание для оценки точности системы. Для этого будут использоваться **те же данные**, что и для (пере)калибровки. Это испытание называется первая поверка.

I-7.1.2. Если система для измерения массы ТС в движении калибруется при помощи статических калибровочных масс, то все результаты должны находиться в пределах интервала $[-\delta/2; \delta/2]$ соответствующего класса точности и критерия (одинарная ось, группа осей или вес брутто согласно длине измерительной шкалы).

I-7.1.3. Если система для измерения массы ТС в движении калибруется при помощи повторяющихся проездов через систему предварительно взвешенных транспортных средств или транспортных средств, оснащенных измерительными приборами, то интервалы достоверности, указанные в Таблице 12, корректируются при помощи уменьшения ширины, такого как $[-0,8\delta; 0,8\delta]$, для каждого класса точности и критерия соответственно. Требуемый уровень достоверности этого интервала указан в главе I-8.

I-7.2 Поверка в ходе эксплуатации

I-7.2.1. Поверку в ходе эксплуатации можно провести в любое время в течение периода эксплуатации системы для измерения массы ТС в движении. В этом случае выборку данных, используемую для оценки точности, нельзя использовать для какой-либо калибровки или перекалибровки системы.

I-7.2.2. Если система для измерения массы ТС в движении проверяется при помощи статических калибровочных масс, то все результаты должны находиться в пределах интервала $[-\delta; \delta]$ соответствующего класса точности и критерия (одинарная ось, группа осей или вес брутто согласно длине измерительной шкалы).

I-7.2.3. Если система для измерения массы ТС в движении проверяется при помощи повторяющихся проездов через систему предварительно взвешенных транспортных средств или транспортных средств, оснащенных измерительными приборами, или при помощи разовых проездов транспортных средств из транспортного потока, взвешенных до или после проезда, то интервалы достоверности, указанные в Таблице 12, используются для каждого класса точности и критерия соответственно. Требуемый уровень достоверности этого интервала указан в главе I-8.

I-8 Методика проверки точности системы измерения массы ТС в движении

I-8.1 Общие правила

I-8.1.1. Для оценки точности системы для измерения массы ТС в движении нужно провести испытание. В этой главе описываются испытания, для которых используются повторяющиеся проезды через систему предварительно взвешенных транспортных средств. Использование разовых проездов транспортных средств из транспортного потока, взвешенных до или после

проезда, рассматривается в основном документе, глава 11.

I-8.1.2. Чем более объемным будет испытание (большая продолжительность периода испытания, большее количество типов транспортных средств и числа проездов через систему), тем более высоким будет достоверность заключения. Это значит, что риск заказчика (т.е. риск приемки системы по более высокому классу, чем на самом деле) уменьшается по мере увеличения объема испытания и соответствующего роста стоимости проведения этого испытания. В этом анализе риск поставщика, связанный со статистической оценкой средней погрешности измерения, составляет 5%.

I-8.1.3. В данной спецификации риск заказчика определяется возможностью частной ошибки (в отношении статической нагрузки или веса), лежащей вне пределов оговоренного интервала достоверности. Верхняя граница этого риска зафиксирована установленными значениями ($1-\pi_0$), где π_0 – это требуемый уровень достоверности.

В данном приложении этот риск ($1-\pi_0$) установлен на уровне 5% или 10% в одном случае (см. I-8.5).

Этот риск оценивается только в условиях испытания при приемке (см. I-8.5). Это значит, что чем больше условия испытания отличаются от условий дорожного движения, тем ниже фактическая достоверность и тем выше риск заказчика.

I-8.1.4. В зависимости от продолжительности периода испытания его можно провести в условиях (см. определения в основном документе, раздел 11.1.5):

- (I) повторяемости условий окружающей среды
- (II) ограниченной воспроизводимости условий окружающей среды (не рассматривается в этом приложении)
- (III) полной воспроизводимости условий окружающей среды (не рассматривается в этом приложении)

I-8.1.5. Во время периода испытания нельзя проводить ни перерекалибровку, ни замену комплектующих (см. подробности в основном документе, раздел 11.1.5).

I-8.1.6. В соответствии с количеством испытательных (предварительно взвешенных) грузовых автомобилей, их нагрузки и скорости, испытание можно провести в условиях (см. определения в основном документе, раздел 7.2.3.2):

- (r1) полной повторяемости результатов
- (r2) расширенной повторяемости результатов
- (R1) ограниченной воспроизводимости результатов
- (R2) полной воспроизводимости результатов (не рассматривается в этом приложении)

Некоторые стандартные упрощенные планы испытаний приведены в разделе I-8.2.

I-8.1.7. Испытательные транспортные средства – это транспортные средства, которые были предварительно взвешены на одобренных для применения весах статического взвешивания или платформенных весах и которые осуществляют повторяющиеся проезды через систему. Статическое взвешивание должно быть **тщательно** произведено согласно разделу I-5.2.

I-8.2 Планы испытаний

Предлагаются три основных плана испытаний, два из которых делятся на два подплана для того, чтобы отвечать требованиям и ресурсной базе заказчика. Они описаны в порядке возрастания стоимости и надежности. Все они осуществляются при повторяемости условий окружающей среды (I). Выбор испытательных транспортных средств должен основываться на самых распространенных типах ТС в транспортном потоке.

Во избежание серьезных ошибок при определении опорной статической нагрузки на ось сдвоенные и строенные оси должны быть оснащены пневматическими подвесками.

(i) План испытаний №1 – один грузовой автомобиль

- 2-осный грузовой автомобиль без прицепа позволяет проверить 2 критерия из четырех

- (одинарная ось и вес брутто);
- полуприцеп со сдвоенной или строенной осью или другие типы транспортных средств позволяют проверить все 4 критерия.

План испытаний №1.1. Одна нагрузка, 10 проездов, условия полной повторяемости результатов (r_1) (Уровень достоверности $\pi_0 = 95\%$)

Это очень короткое испытание рекомендуется для периодических проверок, проводимых несколько раз в год, или в случае, если система будет взвешивать только один тип транспортных средств.

Испытание проводится в течение одного дня согласно Таблице 13.

Рекомендуется загрузить испытательное транспортное средство так, чтобы вес брутто был равен среднему весу этого типа транспортных средств в транспортном потоке.

Таблица 13. План испытаний №1.1

Испытательное транспортное средство	Скорость	Количество проездов	
		полная загрузка	половинная загрузка
2-осный грузовой автомобиль без прицепа	1,2 V_m	2 проезда	--
или	V_m	6 проездов	7 проездов
5-осный полуприцеп	0,8 V_m	2 проезда	3 проезда

V_m : средняя скорость грузового автомобиля в транспортном потоке – *последняя колонка, только если 1,2 V_m превышает ограничение скорости.*

План испытаний №1.2. Две нагрузки, 30 проездов, условия расширенной повторяемости результатов (r_2) (Уровень достоверности $\pi_0 = 95\%$)

Это короткое испытание рекомендовано для ежегодной проверки системы для измерения массы ТС в движении.

Испытание проводится в течение одного дня согласно Таблице 14.

Таблица 14. План испытаний №1.2

Испытательное транспортное средство	Скорость	Количество проездов			
		полная загрузка		половинная загрузка	
2-осный грузовой автомобиль без прицепа	1,2 V_m	3 проезда	--	3 проезда	--
или	V_m	9 проездов	<i>10 проездов</i>	9 проездов	<i>10 проездов</i>
5-осный полуприцеп	0,8 V_m	3 проезда	<i>5 проездов</i>	3 проезда	<i>5 проездов</i>

V_m : средняя скорость грузового автомобиля в транспортном потоке – *курсивом, только если 1,2 V_m превышает ограничение скорости.*

(ii) План испытаний №2 – два грузовых автомобиля

Используются 2 грузовых автомобиля: 2-осный грузовой автомобиль без прицепа и полуприцеп со строенной осью (или грузовой автомобиль без прицепа с тягачом со сдвоенной или строенной осью, если в транспортном потоке присутствует высокая доля транспортных средств такого типа).

План испытаний №2.1. (уровень достоверности $\pi_0 = 90\%$)

Одна нагрузка на грузовой автомобиль и 2 x 10 = 20 проездов, условия ограниченной воспроизводимости результатов (R_1).

Это испытание можно проводить для только что установленной системы для измерения

массы ТС в движении или после ремонта или модификации системы, если ресурсы и время заказчика ограничены. Уровень достоверности этого испытания ниже, чем у других испытаний.

Таблица 15. План испытаний №2.1

Скорость	Количество проездов			
	2-осный грузовой автомобиль без прицепа		5-осный полуприцеп (или автопоезд)	
1,2 V_m	2 проезда	--	2 проезда	--
V_m	6 проездов	<i>7 проездов</i>	6 проездов	<i>7 проездов</i>
0,8 V_m	2 проезда	<i>3 проезда</i>	2 проезда	<i>3 проезда</i>

V_m : средняя скорость грузового автомобиля в транспортном потоке – *курсивом, только если 1,2 V_m превышает ограничение скорости.*

Рекомендуется нагрузить испытательное транспортное средство так, чтобы вес брутто был равен среднему весу этого типа транспортных средств в транспортном потоке.

Если вместо полуприцепа используется автопоезд, рекомендуется, чтобы у этого транспортного средства была хотя бы одна сдвоенная или строенная ось.

План испытания №2.2 (уровень достоверности $\pi_0 = 95\%$)

Две нагрузки на грузовой автомобиль, 110 проездов, ограниченная воспроизводимость результатов (R1).

Это испытание рекомендуется проводить для только что установленной системы для измерения массы ТС в движении или после ремонта или модификации системы.

Испытание проводится в течение 1-3 дней подряд в одних и тех же климатических условиях в соответствии с Таблицей 16.

Таблица 16. План испытаний №2.2

Испытательное транспортное средство	Скорость	Нагрузка и количество проездов			
		полная загрузка		половинная загрузка	
2-осный грузовой автомобиль без прицепа	1,2 V_m	8 проездов	--	5 проездов	--
	V_m	14 проездов	<i>20 проездов</i>	10 проездов	<i>13 проездов</i>
	0,8 V_m	8 проездов	<i>10 проездов</i>	5 проездов	<i>7 проездов</i>
5-осный полуприцеп (или автопоезд)	1,2 V_m	8 проездов	--	8 проездов	--
	V_m	14 проездов	<i>20 проездов</i>	14 проездов	<i>20 проездов</i>
	0,8 V_m	8 проездов	<i>10 проездов</i>	8 проездов	<i>10 проездов</i>

V_m : средняя скорость грузового автомобиля в транспортном потоке – *курсивом, только если 1,2 V_m превышает ограничение скорости.*

Примечание. Требуемое количество проездов через систему основывается на критерии веса брутто. Если проверяется только критерий одинарной оси (и в итоге критерий осей группы), то общее количество проездов можно уменьшить пропорционально, чтобы получить 110 прохождений одинарной оси (осей группы). Но в этом случае не должны проверяться другие критерии.

План испытаний №3 – четыре грузовых автомобиля

Четыре грузовых автомобиля, 110 проездов, условия ограниченной воспроизводимости результатов (R1), (уровень достоверности $\pi_0 = 95\%$).

При ограниченном количестве испытательных транспортных средств этот план испытаний является наиболее показательным отображением транспортного потока. В то же время это

довольно масштабное испытание, которое обычно не используют в качестве обычного испытания приемки. Оно рекомендуется для новых типов системы или при испытаниях нескольких систем одновременно на одном и том же месте.

Испытание проводится в течение одного-двух дней подряд в одних и тех же климатических условиях в соответствии с Таблицей 17.

Каждое испытательное транспортное средство должно быть нагружено так, чтобы средний вес брутто был равен среднему весу этого типа транспортных средств в транспортном потоке.

Общее количество проездов каждого типа грузовых автомобилей можно изменить в соответствии с долей этого типа транспортных средств в транспортном потоке в месте установки системы для измерения массы ТС в движении, но так, чтобы общее количество проездов было равно 110.

Достоверность испытания можно увеличить (но также увеличится и его стоимость), разделив все проезды (по типу транспортного средства) на две разные нагрузки (полная и половинная нагрузки, в соответствии с прогнозируемой долей каждого вида в транспортном потоке).

Таблица 17. План испытаний №3

Испытательное транспортное средство	Скорость	Количество проездов	Количество проездов	
			8 проездов	--
2-осный грузовой автомобиль без прицепа	$1,2 V_m$	30	14 проездов	20 проездов
	V_m		8 проездов	10 проездов
	$0,8 V_m$			
3- или 4-осный грузовой автомобиль без прицепа	$1,2 V_m$	6	1 проезд	--
	V_m		4 проезда	4 проезда
	$0,8 V_m$		1 проезд	2 проезда
5-осный полуприцеп	$1,2 V_m$	60	15 проездов	--
	V_m		30 проездов	40 проездов
	$0,8 V_m$		15 проездов	20 проездов
Автопоезд	$1,2 V_m$	14	4 проезда	--
	V_m		6 проездов	9 проездов
	$0,8 V_m$		4 проезда	5 проездов

V_m : средняя скорость грузового автомобиля в транспортном потоке – *курсивом, только если $1,2 V_m$ превышает ограничение скорости.*

Автопоезд (грузовой автомобиль без прицепа с тягачом) должен быть того типа, который является самым распространенным в месте установки системы.

Если доля одного из предложенных транспортных средств в транспортном потоке в месте установки системы ничтожно мала (или намного меньше, чем доля остальных транспортных средств), этот тип транспортных средств можно исключить из испытания, однако общее число проездов должно оставаться равным 110.

I-8.3 Анализ результатов испытания

I-8.3.1. Уровень достоверности обычно устанавливается на уровне 95%; в одном случае (план испытаний №2.1) он составляет только 90% для сокращения количества проездов на фактор 6.

I-8.3.2. До проведения анализа следует подсчитать количество n зарегистрированного веса брутто, групп осей, одинарных осей и осей группы. Количество веса брутто должно быть равно значению, указанному в плане испытания. Если это число меньше, чем 95% указанного значения, испытания необходимо продолжить или начать снова для соблюдения выполнения этого требования.

I-8.3.3. Упрощенная процедура оценки точности системы для измерения массы ТС в движении пошагово описана ниже:

1. Для каждого параметра (веса брутто, одинарных осей, групп осей и осей группы) рассчитываются частные относительные ошибки измерения касательно статической

нагрузки (веса) или иных принятых опорных значений:

$$x_i = \frac{(Wd_i - Ws_i)}{Ws_i} * 100 \text{ (в \%)}$$

где Wd_i и Ws_i – это соответственно показатель, измеренный в движении, и статическое (опорное) значение того же показателя.

2. Затем рассчитываются среднее значение m и стандартное отклонение относительных ошибок измерения s в каждой выборке подгрупп x_i .
3. Для рассматриваемого класса точности рассчитываются $|m|/s$ и δ/s (δ указывается в Таблице 12); при первой поверке вместо δ используется $0,80\delta$ (см. I-7.1.2).
4. В представленных ниже диаграммах для каждого плана испытаний и каждого размера подгруппы n одна кривая определяет границу между «областью приемки» и «областью отказа в приемке».

Для каждой подгруппы если точка с координатами ($|m|/s$; δ/s) в соответствующей диаграмме находится в «области приемки», тогда рассматриваемый класс точности принимается. Если нет, рассматриваемый класс точности отклоняется, рассматривается более низкий класс точности, и процесс повторяется, начиная с 3-го этапа.

Примечание. Для планов испытаний с №1.1 по №2.1 все возможные числа n приведены в соответствующих диаграммах (одна кривая для каждого значения).

Для планов испытаний №2.2 и №3 возможное количество n становится слишком высоким, и каждая кривая соответствует каждому возможному интервалу n . При любом изменении плана испытаний, при котором появляется число n , выходящее за пределы этих интервалов:

- необходимо рассматривать кривую ближайшего интервала меньше n (т.е. для плана испытаний №2.2, при $n = 150$, предлагаются интервалы [110-120] и [180-220], в расчет нужно принимать первый из них), или
- следует применить методику, описанную в подробной спецификации, глава 11.

I-8.4 Графики

Планы испытаний №1.1 – 1.2 (уровень достоверности - 95%)

1 грузовой автомобиль, 1-2 нагрузки, 10 - 30 проездов

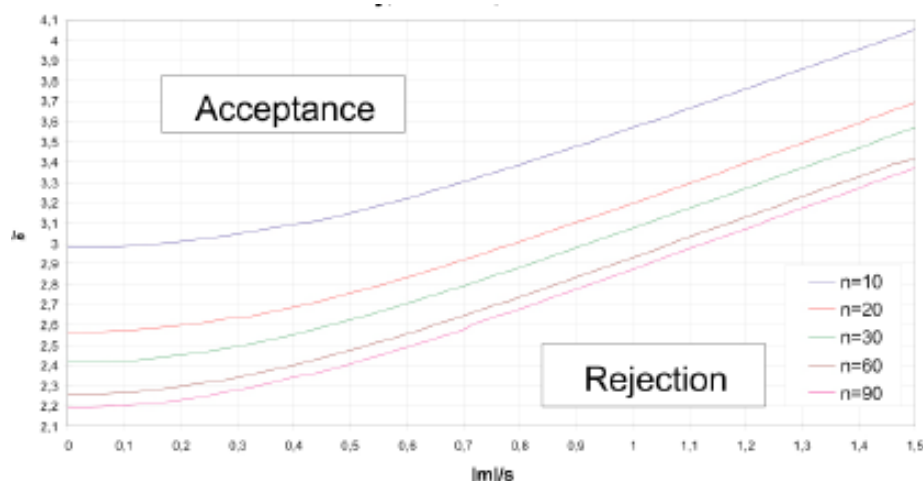


Рисунок 4. Диаграмма испытательного плана №1.1

Испытательный план №2.1 (уровень достоверности - 90%)
2 грузовых автомобиля, 1 нагрузка/грузовой автомобиль, 2x10=20 проездов

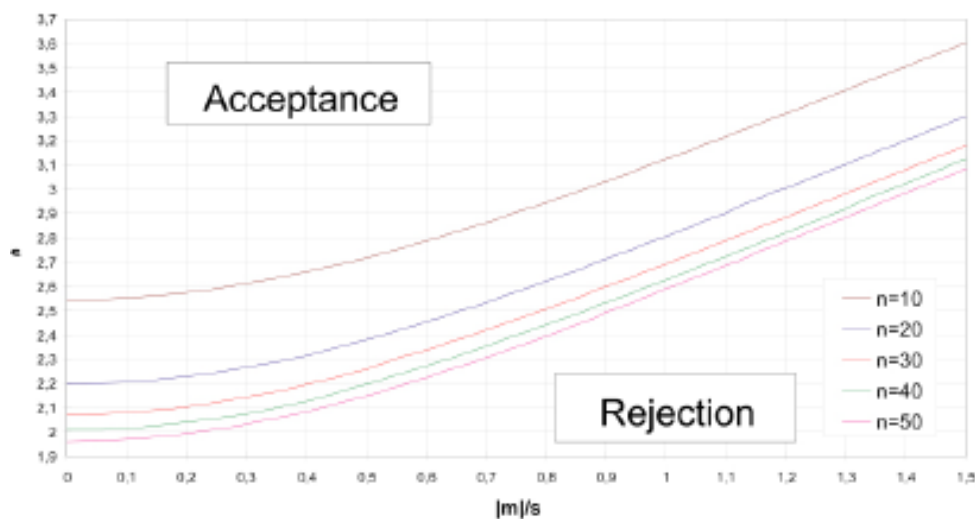


Рисунок 5. Диаграмма испытательного плана №2.1

Испытательный план №2.2 (уровень достоверности - 95%)
2 грузовых автомобиля, 2 нагрузки/грузовой автомобиль, 110 проездов

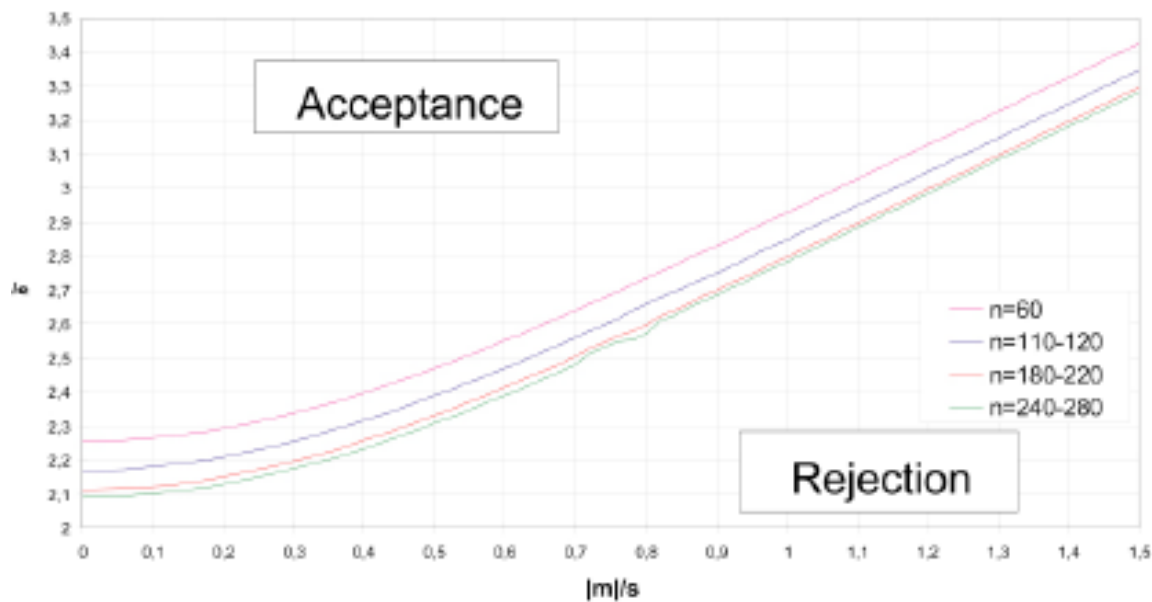


Рисунок 6. Диаграмма плана испытаний №2.2

Испытательный план №3 (уровень достоверности - 95%)
4 грузовых автомобиля, 110 проездов

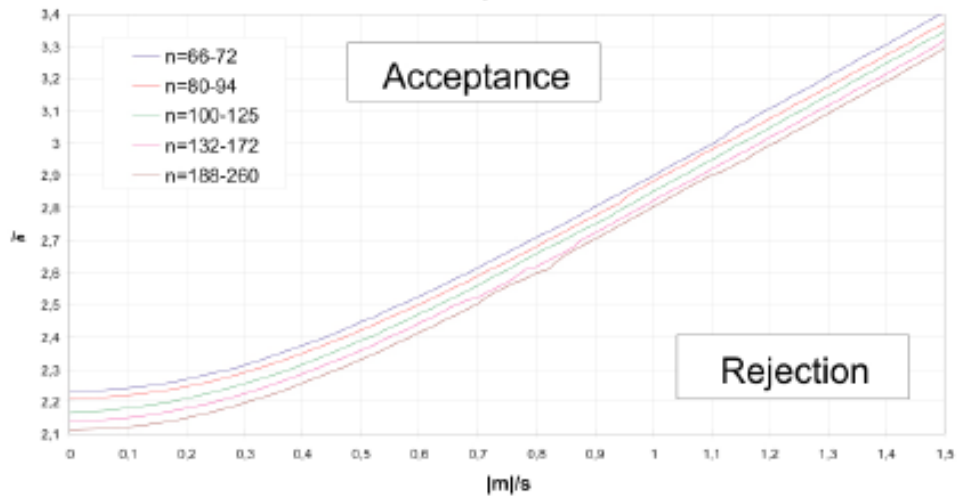


Рисунок 7. Диаграмма плана испытаний №3

13. ПРИЛОЖЕНИЕ II. МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ

Ниже приводится краткое описание наиболее часто используемых методов калибровки – от самых простых до самых сложных. Также можно рассмотреть возможность применения других методов.

Описание общепринятых методов калибровки

Отметим, что:

- Wd_{ijk} = «динамическая» нагрузка (ударная сила), измеряемая в движении транспортного средства i , оси j и проезда k ,
- Wd_{ik} = вес брутто транспортного средства i , измеренный в движении, и проезда k , рассчитываемые по формуле: $Wd_{ik} = \sum_j Wd_{ijk}$
- Ws_{ij} = статическая нагрузка транспортного средства i и оси j ,
- Ws_i = статический вес брутто транспортного средства i ,
- n_i = количество проездов транспортного средства i ,
- p = количество испытательных транспортных средств.

В условиях (r2) для анализа данных рекомендуется рассматривать различные конфигурации (нагрузки и скорости) одного и того же транспортного средства в качестве разных транспортных средств.

Коэффициент калибровки: коэффициент калибровки - это мультипликативный коэффициент C , применяемый к исходной зарегистрированной «динамической» нагрузке Wd для окончательного расчета статической нагрузки (или «калиброванного» результата), обозначенной как W : $W = C \cdot Wd$.

Коэффициент калибровки предназначен для устранения, по мере возможности, любой систематической ошибки в системе для измерения массы ТС в движении, возникновение которой отчасти может быть обусловлено профилем дорожного покрытия (пространственный эффект повторяемости).

Если в системе для измерения массы ТС в движении используется более одного датчика, для каждого из них необходимо рассчитать хотя бы один коэффициент калибровки.

В некоторых усовершенствованных системах для измерения массы ТС в движении для каждого датчика можно рассчитать несколько коэффициентов калибровки в зависимости от типа транспортного средства или категории оси (см. пп. 2 и 3 ниже).

Для платформ коэффициент калибровки заменяется калибровочной кривой, линией или поверхностью влияния.

Из описанных ниже методов первые два (1.a и 1.b) используются чаще всего, тогда как третий метод (1.c) часто рекомендуется к применению. Все они предусматривают расчет всего одного коэффициента калибровки на датчик.

1.a. Калибровка по разности средних значений: данный метод состоит в том, чтобы рассчитать коэффициент калибровки C таким образом, чтобы устранить разность средних значений относительных ошибок измерений по весу брутто всех испытательных транспортных средств, измеренному в движении (одно измерение для каждого проезда), при этом каждый из них учитывается столько раз, сколько проезжает грузовой автомобиль:

$$C = \frac{\sum_i n_i}{\sum_{i,k} \left(\frac{W d_{ik}}{W s_i} \right)} \quad (3)$$

Данный метод помогает проводить неискаженную оценку веса брутто. Он рекомендуется для (r1).

1.б. Калибровка по суммарному весу: данный метод состоит в том, чтобы рассчитать коэффициент калибровки C в качестве соотношения между суммарным статическим весом брутто всех испытательных транспортных средств (каждый из них учитывается столько раз, сколько проезжает грузовой автомобиль) к суммарному весу брутто этих транспортных средств, измеренному в движении (одно измерение для каждого проезда):

$$C = \frac{\sum_i n_i W s_i}{\sum_{i,k} W d_{ik}} \quad (4)$$

Данный метод помогает проводить неискаженную оценку суммарного веса всех транспортных средств. Он рекомендуется только в случае, если целью измерения веса ТС в движении является оценка общего тоннажа движения, к примеру, при экономических исследованиях перевозки грузов.

1.с. Калибровка по среднеквадратичной погрешности (1): данный метод состоит в том, чтобы рассчитать наклон линии регрессии, которая проходит через точку начала на ортонормированной диаграмме, отображая конкретный вес брутто в движении против конкретного статического веса брутто испытательных транспортных средств отдельно для каждого проезда. Этот метод основан на том, что система для измерения массы ТС в движении должна предусматривать «динамические» нагрузки, которые пропорциональны статическим нагрузкам. Коэффициент калибровки C рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{\sum_i n_i W s_i^2}{\sum_{i,k} W s_i W d_{ik}} \quad (5)$$

Данный метод можно применять для условий (r2)-(R2) с более чем 3 грузовыми автомобилями (или вариантами нагрузки). Он сводит к минимуму среднеквадратичную погрешность отдельных измерений веса брутто по отношению к статическому весу брутто всех проезжающих транспортных средств при условии, что вес брутто в движении пропорционален статическому весу брутто. Этот метод рекомендуется для применения в случаях, когда целью является оценка веса конкретного грузового автомобиля, поскольку он предполагает меньшее отклонение, чем два предыдущих, и очень незначительное искажение.

1.д. Калибровка по среднеквадратичной погрешности (2): данный метод состоит в том, чтобы рассчитать наклон и ординату в точке начала линии регрессии на ортонормированной диаграмме, отображая конкретный вес брутто в движении против конкретного статического веса брутто испытательных транспортных средств отдельно для каждого проезда. Среднеквадратичная погрешность должна быть ниже, чем при применении предыдущего метода, однако больше не обеспечивается пропорциональность между «динамическими» и статическими нагрузками, что не соответствует теории. Порядок калибровки будет следующим: $W = C.(Wd - b)$, где b и C рассчитываются по формулам:

$$C = \frac{(\sum_i n_i)(\sum_i n_i W s_i^2) - (\sum_i n_i W s_i)^2}{(\sum_i n_i)(\sum_{i,k} W s_i W d_{ik}) - (\sum_i n_i W s_i)(\sum_{i,k} W d_{ik})} \quad (6)$$

$$b = \frac{(\sum_i n_i W s_i^2)(\sum_{ik} W d_{ik}) - (\sum_i n_i W s_i)(\sum_{ik} W s_i W d_{ik})}{(\sum_i n_i)(\sum_i n_i W s_i^2) - (\sum_i n_i W s_i)^2} \quad (7)$$

Данный метод не рекомендуется к применению в большинстве случаев по причине, указанной выше. Кроме того, в случае применения значение b должно быть небольшим и независимым от рассматриваемого транспортного средства, используемого для калибровки.

В обоих методах **1.c** и **1.d** вес брутто можно заменить на нагрузки на ось и адаптированные формулы. В этом случае коэффициенты калибровки будут слегка отличаться. Однако, осуществлять такую замену не рекомендуется, поскольку конкретные нагрузки на ось в большей степени подвержены влиянию со стороны динамики движения транспортных средств, чем вес брутто, и потому что статические нагрузки на ось четко не определены.

2. Калибровка по типу грузового автомобиля: данный метод предусматривает расчет одного коэффициента калибровки для каждого типа (снимка) грузового автомобиля из выборки или для каждого класса снимка (например, грузовой автомобиль без прицепа, тягач + полуприцеп, грузовой автомобиль + прицеп). Этот метод применим только для условий (R1) и (R2) и представляет интерес, если программное обеспечение станции для измерения массы ТС в движении позволяет управлять таким набором коэффициентов калибровки по каждому типу грузовых автомобилей. Формулы, приведенные в пп. **1.a-1.d**, можно применять столько раз, сколько классов грузовых автомобилей рассматриваются. То же самое касается каждой формулы и порядка расчета.

3. Калибровка по категории оси: данный метод предусматривает расчет одного коэффициента калибровки для каждой категории (и/или типа) оси в грузовом автомобиле, учитывая, что динамическое поведение оси зависит от ее категории в транспортном средстве. Этот метод представляет интерес, если программное обеспечение станции для измерения массы ТС в движении позволяет управлять таким набором коэффициентов калибровки по каждой категории оси. Рекомендуется рассмотреть следующие подгруппы, некоторые из которых для упрощения можно объединить:

- для двухосного грузового автомобиля без прицепа: передняя ось и задняя ось,
- для трехосного грузового автомобиля без прицепа: передняя ось и двухосный задний мост (две задние оси вместе),
- для полуприцепов: передняя ось, ведущая ось и сдвоенный или строенный мост полуприцепа (две или три задние оси вместе),
- для грузового автомобиля с прицепом: передняя ось, задняя ось (или сдвоенный или строенный мост) грузового автомобиля, оси прицепа.

Вышеприведенные формулы также можно применять для каждой подгруппы, заменяя вес брутто на нагрузки на ось. То же самое касается каждой формулы и порядка расчета.

Кроме платформенной системы для измерения массы ТС в движении, все перечисленные методы калибровки наиболее эффективны в случаях (R1) и (R2), когда выборка испытательных грузовых автомобилей отражает ожидаемый транспортный поток. В случае (r1) или (r2) рекомендуется выбирать нагрузки (вес брутто и нагрузки на оси), которые отражают распределение нагрузок, встречающихся для того же типа транспортных средств, что и испытательный грузовой автомобиль в транспортном потоке.

14. ПРИЛОЖЕНИЕ III. СТАНДАРТНЫЙ ФОРМАТ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ СРЕДСТВА

IV-1 Стандартный формат результатов и компьютерные средства для оценки точности

IV-1.1 Представление данных и расчет статистических данных

На Рисунках 10 и 11 представлена стандартная таблица, построенная на базе Excel, в которой приведена самая полезная информация, необходимая для применения настоящей спецификации и оценки точности системы для измерения массы ТС в движении. Образец данного листа Excel доступен на дискете или в Интернете, на веб-сайте европейских систем для измерения массы ТС в движении: <http://www.zag.si/wim/specification>.

В первой части таблицы представлены стандартные данные, выдаваемые системой для измерения массы ТС в движении, которые должны легко извлекаться из исходных файлов данных. Данные о транспортных средствах, для которых был отображен код нарушения (ошибки), были удалены, но все равно учитывались для представления в акте испытаний. В общем заголовке указаны только сводные данные, извлеченные из необходимой информации, представленной в п. 12.1.18 спецификации. В столбцах (по порядку) представлена следующая информация:

- порядковый номер транспортного средства (только грузовые автомобили с весом брутто > 3,5 т);
- дата (указывается один раз в день в формате «день/месяц/год») и время проезда (час:мин:сек); для данного способа применения не обязательно указывать сотые доли секунды;
- температура, в °C;
- скорость, в км/ч;
- тип транспортного средства согласно любой классификации (по умолчанию можно использовать классификацию COST 323);
- вес брутто и нагрузки на оси (по категории оси), и группа нагрузок на оси (по категории), измеренные в движении;
- справочные статистические значения указанного веса и нагрузок.

Примечание. Значения расстояний между осями используются при предварительной обработке исходных данных для определения одинарных осей и осей группы, но не обязательны для последующего анализа точности.

Все значения веса и нагрузок выражены в килограммах, но с делением шкалы по 100 кг в зависимости от чувствительности и точности системы.

Во второй части таблицы приводятся относительные ошибки измерения, автоматически рассчитываемые по формуле в Excel, и тип оси (одинарная ось или ось группы). В результате, согласно требованиям, изложенным в пп. 11.4.5 и 11.4.6, статистика относительных ошибок измерения рассчитывается автоматически по формуле, которая учитывает конкретные относительные ошибки и сведения о типе оси.

Небольшая таблица содержит статистические данные, достаточные для расчета классов точности, используя условия проведения испытаний (см. IV-1-2).

IV-1.2 Оценка точности

Оценка точности согласно процедуре, подробно описанной в главе 11, можно производить автоматически с помощью стандартной таблицы Excel, представленной на Рисунке 12. Статистические данные, рассчитанные в п. IV-1.1, вводятся в соответствующие ячейки, как и условия проведения испытаний. Процентное количество идентифицированных транспортных средств из всей выборки представлено для информации. Если система отображает код нарушения, должно быть указано два значения в процентах, с учетом транспортных средств, идентифицированных, но измеренных неверно, или нет.

В ходе первичной проверки, когда для перекалибровки системы используется та же выборка

данных, и таким образом (почти) удаляется разность средних значений по весу брутто, δ автоматически умножается на $k = 0,8$ (см. 10.1.3).

Встроенная формула рассчитывает значения π_0 и с помощью алгоритма решения с соответствующими произвольными исходными значениями δ_{min} происходит автоматическое заполнение таблицы. Также предусмотрена стандартная графа, в которой представлены значения δ_{min} и δ_c для всех критериев.

Данная таблица Excel также доступна на дискете или в сети Интернет (см. IV-1).

Рисунки 10, 11 и 12 приведены в конце раздела IV-2.2.

IV-2 Пример выполнения процедуры проверки

Для демонстрации процедуры, описанной в главе 11, ниже приводится пример ее выполнения.

IV-2.1 График калибровки

Система для измерения массы ТС в движении была установлена и откалибрована за полтора дня (повторяемость условий окружающей среды (I)) в соответствии с процедурой, описанной в п. 7.2.3. График калибровки состоял в следующем:

- были использованы два предварительно взвешенных грузовых автомобиля - 2-осный грузовой автомобиль без прицепа и 5-осный полуприцеп;
- каждое из этих испытательных транспортных средств несколько раз проехало через систему для измерения массы ТС в движении с разной скоростью и различными нагрузками (для полуприцепа) в соответствии с Таблицей 18; всего было зарегистрировано 115 проездов;
- затем система для измерения массы ТС в движении была откалибрована по результатам всех зарегистрированных проездов, с использованием значений веса брутто по формуле (3), представленной в приложении III;
- первичная поверка точности произведена по полученным результатам в соответствии с процедурой, описанной в главе 11.

Данный график калибровки соответствует условиям ограниченной воспроизводимости результатов (R1).

Таблица 18: График калибровки с использованием двух предварительно взвешенных испытательных грузовых автомобилей

Испытательное транспортное средство	Скорость (км/ч)	Загрузка и количество проездов		
		Полная загрузка	Половинная загрузка	Пустой
2-осный грузовой автомобиль без прицепа	80	10 проездов	-	-
	65	20 проездов	-	-
	50	10 проездов	-	-
5-осный полуприцеп	80	10 проездов	10 проездов	5 проездов
	65	10 проездов	10 проездов	5 проездов
	50	10 проездов	10 проездов	5 проездов

IV-2.2 Первичная поверка и проверка точности

Результаты первичной поверки с использованием выборочных данных по калибровке представлены в Таблице 19.

Значения δ для оставшихся классов взяты из Таблицы 5 и умножены на коэффициент уменьшения $k = 0,8$ (см. 10.1.3). Применяется теоретическая вероятность π . Минимальное требуемое значение π_0 взято из Таблицы 7 (условия (I) и (R1)) и интерполировано или получено автоматически из таблицы Excel (Рисунок 2). Также для сравнения с $k \cdot \delta$ приводятся значения $\delta_{\min}$, полученные для $\pi = \pi_0$.

По результатам данной первичной поверки видно, что система для измерения массы ТС в движении удовлетворяет требованиям класса C(15) и даже B(10) для группы осей (в данном случае строенной группы). Результаты также представлены на Рисунке 8.

Таблица 19: Результаты первичной поверки

	Статистика относительных ошибок измерения			π_0	Оценка точности					Принятый класс
	Кол-во	Среднее	Стандарт. отклонение		Класс	$0,8 \times \delta$	$\delta_{\min}$	δ_c	π	
<i>Критерий</i>	<i>n</i>	<i>m (%)</i>	<i>s (%)</i>	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	
вес брутто	115	-0,29	4,28	95,1	C(15)	12	9,3	11,7	99,0	C(15)
группа осей	75	0,23	6,01	94,6	C(15)	14,4	13,1	13,4	96,6	
одинарная ось	235	-0,62	7,31	95,7	C(15)	16	15,9	14,9	95,9	
ось группы	225	0,26	6,96	95,7	B(10)	16	15,1	9,4	96,9	

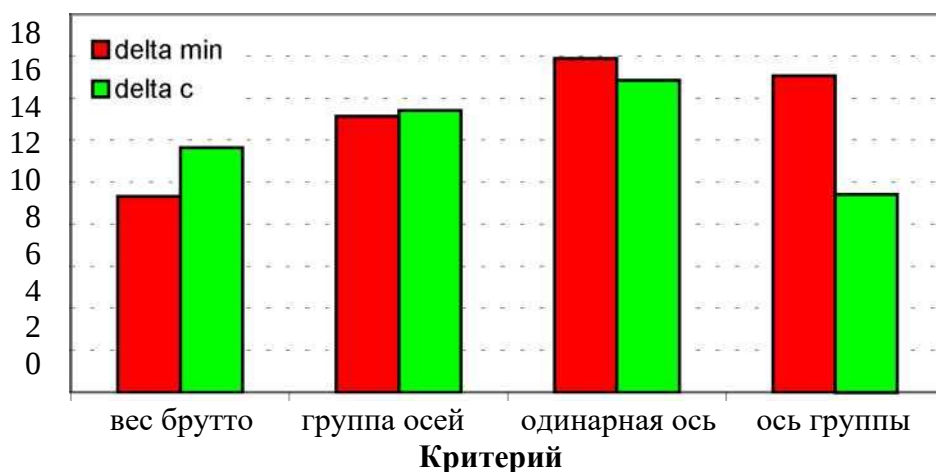


Рисунок 8: Результаты первичной поверки

IV-2.3 Проверка системы для измерения массы ТС в движении в процессе эксплуатации

После первичной калибровки было проведено испытание с целью проверки точности системы в более реальных условиях, т.е. в условиях полной воспроизводимости результатов (R2). Согласно плану проведения испытания, для выполнения такой проверки в процессе эксплуатации необходимо было в течение трех дней подряд с помощью полиции вывести из транспортного потока около ста грузовых автомобилей (повторяемость условий окружающей среды (I)). Эти грузовые автомобили были предварительно взвешены на утвержденных весах для статического взвешивания, установленных за 5 км до места расположения системы для измерения массы ТС в движении. На этих весах были измерены нагрузки на ось. Затем каждый из предварительно взвешенных грузовых автомобилей был идентифицирован по номерному знаку (с указанием краткого визуального описания) и проехал на площадку системы для измерения массы ТС в движении (связь между двумя операторами осуществлялась по радио).

Состав выборки этих предварительно взвешенных грузовых автомобилей был выбран в соответствии с составом дорожного движения на конкретной дороге и по специальному соглашению с полицией. 86 грузовых автомобилей были взвешены на весах для статического взвешивания и представлены для анализа результатов испытания.

Результаты испытания сведены в Таблицу 20 в том же формате, что и в Таблице 19. Значение π_0 взято из Таблицы 7 (интерполировано) или рассчитано.

При сравнении значения $\delta_{\min}$, для которого $\pi=\pi_0$, с δ требуемого класса применяется альтернативный метод, описанный в п. 11.4.7.2. $\delta_{\min}$ показывает уровень точности, находящийся в интервале между двумя уровнями, обозначенными буквами. По двум критериям (одинарные оси и вес брутто) уровень точности действительно находится в промежутке между условными пределами для классов B(10) и C(15). Для групп осей уровень точности ближе к пределу класса C(15), тогда как для осей группы его значение чуть выше предела для класса B(10) (Рисунок 9).

Таблица 20: Результаты проверки в процессе эксплуатации

	Статистика относительных ошибок измерения			π_0	Оценка точности					Принятый класс
	Кол-во	Средне $\bar{e}$	Стандарт. отклонение s		Класс	δ	$\delta_{\min}$	δ_c	π	
Критерий	n	m (%)	s (%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	
вес брутто	86	-2,27	6,09	92,6	C(15)	15	13,0	13,0	96,3	C(15)
группа осей	66	0,30	8,44	92,1	C(15)	18	17,1	14,1	93,6	
одинарная ось	197	-3,92	7,66	93,7	C(15)	20	17,1	12,1	97,3	
ось группы	169	-0,19	10,07	93,5	C(15)	25	20,3	10,3	97,9	

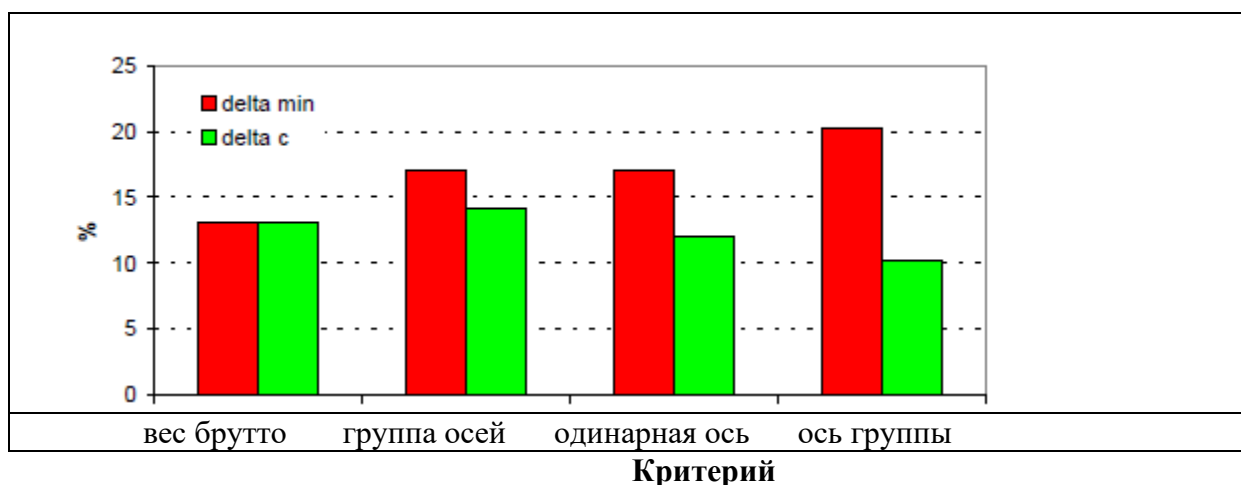


Рисунок 9: Результаты проверки в процессе эксплуатации

Система принята по классу точности C(15) по всем критериям.

По сравнению с результатами первичной поверки смещение по нагрузкам на оси и по весу брутто увеличилось на 5 и 10 соответственно (при этом последнее значение было очень незначительным), а стандартные отклонения в выборках данных по группе осей и весу брутто увеличились более чем на 40%.

Данный пример, в основу которого легли достоверные данные, показывает типичные различия между двумя этапами - первичной поверкой и проверкой в процессе эксплуатации.

Система: «Наименование производителя» Местонахождение: «место проведения испытания» Полоса №: kk ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫЕ ДАННЫЕ
Период проведения испытания: «с даты 1 до даты 2»
Условия проведения испытания: (I до III) и (r1 до R2) Количество испытательных транспортных средств: nnnn

Нагрузка и вес могут быть выражены в кг, 100 кг, тоннах или кН; единицу измерения необходимо указывать в заголовках

№	Дата/время	Т (°C)	V (км/ч)	Тип	Нагрузки/вес в движении Wd (кг)										Статические нагрузки/вес Ws (кг)									
					GW	A1	A2	A3	A4	A5	A6	...	GA1	GA2	GW	A1	A2	A3	A4	A5	A6	...	GA1	GA2
1	5/4/98 8:10:25	9,3	85	5	38000	6400	10600	7000	7000	7000			21000		39000	6500	10800	7300	7200	7200			21700	
2	8:11:23	9,5	89	5	39600	6200	13500	6900	6300	6700			19900		40200	6600	12100	7300	7000	7200			21500	
3	8:12:28	9,7	89	5	39400	5900	10300	9400	7300	6500			23200		38500	5900	9600	8700	7900	6400			23000	
4	8:13:06	9,9	88	5	40900	7100	10100	8200	8100	7400			23700		40500	6700	10100	7900	7900	7900			23700	
5	8:13:30	10,1	87	5	40000	8100	11700	7100	7000	6100			20200		39800	7500	11800	6900	6600	7000			20500	
6	8:13:56	10,1	90	5	30700	6700	12500	3600	4200	3700			11500		28200	6700	9900	3900	4000	3700			11600	
7	8:14:54	10,1	89	5	41300	6400	9800	8300	8600	8200			25100		42800	6100	10600	8700	8800	8600			26100	
8	8:16:09	10,1	79	6	36600	6500	12400	9000	8700						35700	6400	11100	9200	9000					
9	8:16:12	10,1	85	5	40500	6500	9200	8500	8100	8200			24800		39500	6500	9400	8100	8200	7300			23600	
10	8:16:32	10,1	88	5	42200	8200	13800	6900	6500	6800			20200		42000	7800	13400	7000	6900	6900			20800	
11	8:17:38	10,1	81	5	48300	8000	13000	8900	9200	9200			27300		48600	8100	13700	8900	8900	9000			26800	
12	8:18:28	10,2	88	5	33500	6100	5600	7300	7400	7100			21800		32600	6000	5200	7000	7200	7200			21400	
13	8:19:03	10,3	89	5	48700	7800	14200	9100	8500	9100			26700		46800	7200	14500	8400	8400	8300			25100	
14	8:19:50	10,4	86	5	37400	6400	8600	7600	7500	7300			22400		38600	6200	8300	8100	8400	7600			24100	
15	8:20:49	10,5	80	6	44900	6700	7200	8300	6400	7400	8900		16300		43900	6500	7500	8000	7100	7000	7800		14800	
16	8:21:03	12	88	5	39000	6200	10100	7500	7900	7300			22700		38400	6000	9700	7400	8000	7300			22700	
17	8:21:20	12	92	5	20200	5400	5300	3500	2900	3100			9500		20600	5200	5400	3400	3300	3300			10000	
18	8:22:29	12,3	86	5	37000	6100	7900	8400	7200	7400			23000		35000	6000	7400	7800	6800	7000			21600	
19	8:23:27	12,3	95	2	6800	2700	4100								6900	2900	4000							
20	8:23:33	12,4	88	5	43300	6900	11400	8800	8200	8000			25000		45400	6700	12100	8900	8900	8800			26600	
21	8:23:37	12,8	85	5	41500	6400	8800	7800	8200	10300			26300		40500	6200	9000	7300	8000	10000			25300	
22	8:25:13	13,4	89	6	42800	8400	12200	6700	7500	8000			18900		42900	7800	12300	6900	8000	7900			19200	
23	8:25:25	13,4	87	5	31300	6500	8800	5500	5000	5500			16000		29900	6300	8200	5200	5100	5100			15400	

- Тип:** согласно классификации, рекомендованной в настоящей спецификации; в противном случае категории транспортных средств следует привести отдельно
- нагрузки на ось представлены в столбцах A1-A6 согласно категории оси; в столбце GA1 (и, при необходимости, GA2) указаны нагрузки на группу (группы) осей
 - тип можно заменить на количество осей или такое количество можно указать в дополнительном столбце
 - для более чем 6 осей добавьте столбец после столбца A6; для более чем 2 групп осей добавьте столбец после столбца GA2

Рисунок 10: Стандартизированный формат и статистика зарегистрированных данных – часть 1

СТАТИСТИКА

Продолжение

№	Относительные ошибки измерения (%)										Тип оси (1=SA, 0=AoG)								Статистика относительных ошибок измерения (%)				
	GW	A1	A2	A3	A4	A5	A6	...	GA1	GA2	A1	A2	A3	A4	A5	A6	...		GW	SA	AoG	GA	
																		к-во	23	52	60	21	
1	-2,56	-1,54	-1,85	-4,11	-2,78	-2,78			-3,23		1	1	0	0	0			среднее	0,97	1,52	0,17	0,06	
2	-1,49	-6,06	11,57	-5,48	-10,00	-6,94			-7,44		1	1	0	0	0			ст.отклон.	3,22	6,31	5,88	4,77	
3	2,34	0,00	7,29	8,05	-7,59	1,56			0,87		1	1	0	0	0								
4	0,99	5,97	0,00	3,80	2,53	-6,33			0,00		1	1	0	0	0								
5	0,50	8,00	-0,85	2,90	6,06	-12,86			-1,46		1	1	0	0	0								
6	8,87	0,00	26,26	-7,69	5,00	0,00			-0,86		1	1	0	0	0								
7	-3,50	4,92	-7,55	-4,60	-2,27	-4,65			-3,83		1	1	0	0	0								
8	2,52	1,56	11,71	-2,17	-3,33						1	1	1	1									
9	2,53	0,00	-2,13	4,94	-1,22	12,33			5,08		1	1	0	0	0								
10	0,48	5,13	2,99	-1,43	-5,80	-1,45			-2,88		1	1	0	0	0								
11	-0,62	-1,23	-5,11	0,00	3,37	2,22			1,87		1	1	0	0	0								
12	2,76	1,67	7,69	4,29	2,78	-1,39			1,87		1	1	0	0	0								
13	4,06	8,33	-2,07	8,33	1,19	9,64			6,37		1	1	0	0	0								
14	-3,11	3,23	3,61	-6,17	-10,71	-3,95			-7,05		1	1	0	0	0								
15	2,28	3,08	-4,00	3,75	-9,86	5,71	14,10		10,14		1		0	1	0	0							
16	1,56	3,33	4,12	1,35	-1,25	0,00			0,00		1	1	0	0	0								
17	-1,94	3,85	-1,85	2,94	-12,12	-6,06			-5,00		1	1	1	1	1								
18	5,71	1,67	6,76	7,69	5,88	5,71			6,48		1	1	0	0	0								
19	-1,45	-6,90	2,50								1	1											
20	-4,63	2,99	-5,79	-1,12	-7,87	-9,09			-6,02		1	1	0	0	0								
21	2,47	3,23	-2,22	6,85	2,50	3,00			3,95		1	1	0	0	0								
22	-0,23	7,69	-0,81	-2,90	-6,25	1,27			-1,56		1		0	1	1								
23	4,68	3,17	7,32	5,77	-1,96	7,84			3,90		1	1	0	0	0								

GW= вес брутто
SA= одинарная ось
AoG= ось группы
GA= группа осей

- относительные ошибки рассчитываются в каждой ячейке по порядку, начиная в предыдущей части листа, по формуле: $e = (W_d - W_s) / W_s$
- тип оси можно узнать из данных системы для измерения ТС в движении или выяснить по межосевому расстоянию (AoG, если расстояние менее 2,2 м)
- статистика относительных ошибок измерения рассчитывается по формуле, которая охватывает ячейки с указанием относительных ошибок и типа оси

Рисунок 11: Стандартизированный формат и статистика зарегистрированных данных – часть 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	M	O	P	Q	
1	Условия ⁽¹⁾	План испытания		Окр. ср ^t	Первичная поверка (Да=1, Нет=0):						0				
2		gr1		I											
3															
4	СИСТЕМА	Кол-во	Идентифи- цировано	Среднее	Станд. отклон.	π ₀	Класс	δ	δ _{min}	δ _c	π	Принятый класс			
5	Единица		(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)				
6	вес брутто	100	96,2	1,50	3,67	95,0	B(10)	10	8,5	8,5	98,0		C(15)		
7	группа осей	50	96,2	2,00	5,78	93,9	C(15)	18	13,3	10,3	99,0				
8	одинарная ось	170	95,5	2,10	6,54	95,5	B(10)	15	14,8	9,9	95,7				
9	ось группы	120	96,0	2,50	9,72	95,2	C(15)	25	21,8	11,8	97,8				
10	(1) Инструкции для пользователей:														
11	«r1»= полная повторяемость					1. Введите условия проведения испытания в ячейки B2 и D2 и поставьте «1» в ячейку M1, если эта же выборка данных была использована для калибровки (первичной поверки)									
12	«r2»= расширенная повторяемость					2. Введите статистические данные испытания (об относительных ошибках) в ячейки B6-B9 и D6-E9									
13	«rr1»= ограниченная воспроизводимость					3. (по выбору) Задайте предполагаемые значения δ _{min} в ячейки I6-I9 (только в случае невозможности выполнения шага 4)									
14	«rr2»= полная воспроизводимость					4. Выполните команду «Инструменты/Решатель/Решить/сохранить результаты» («Tools/Solver/Solve/keep the results») и, при успешном выполнении, нажмите «ОК»									
15	«I»=повторяемость условий окружающей среды					если решателю не удастся найти приемлемое решение, вернитесь к шагу 3 и измените начальные значения δ _{min}									
16	«П»= ограниченная воспроизводимость условий окружающей среды														
17	«П»= полная воспроизводимость условий окружающей среды														
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															

The bar chart displays two data series: 'delta min' (black bars) and 'delta c' (gray bars) across four categories of axes groups. The y-axis represents percentage values from 0 to 25. The x-axis categories are 'gross weight', 'group of axes', 'single axle', and 'axle of group'.

Group of axes	delta min (%)	delta c (%)
gross weight	8.5	8.5
group of axes	13.3	10.3
single axle	14.8	9.9
axle of group	21.8	11.8

Рисунок 12: Стандартизированная таблица и форма представления оценки точности