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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 12188-2— 2021

ТРАКТОРЫ И МАШИНЫ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Методы испытаний систем определения местоположения и автоматического управления в сельском хозяйстве

Часть 2

Испытания базирующихся на сигналах спутников устройств позиционирования при движении по прямой на ровных поверхностях

(ISO 12188-2:2012, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Российской ассоциацией производителей специализированной техники и оборудования (Ассоциация «Росспецмаш») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 апреля 2021 г. № 139-П)

За принятие проголосовали:

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

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 мая 2021 г. № 452-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 12188-2—2021 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2022 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 12188-2:2012 «Тракторы и машины для сельского и лесного хозяйства. Методы испытаний систем определения местоположения и автоматического управления в сельском хозяйстве. Часть 2. Испытания базирующихся на сигналах спутников устройств позиционирования при движении по прямой на ровных поверхностях» («Tractors and machinery for agriculture and forestry — Test procedures for positioning and guidance systems in agriculture — Part 2: Testing of satellite-based auto-guidance systems during straight and level travel», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ISO/TC 23 «Тракторы и машины для сельского и лесного хозяйства» Международной организации по стандартизации (ISO)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

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

© ISO, 2012 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2021

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Термины и определения 1
2.1 Общие термины 1
2.2 Термины, описывающие ошибки измерений 2
3 Описание метода испытаний 2
3.1 Состояние поверхности 2
3.2 Расположение испытательного участка 2
3.3 Испытательный участок 2
3.4 Определение относительной позиции репрезентативной точки машины 3
3.5 Выбор машины 3
3.6 Подготовка к испытаниям 3
3.7 Процедура испытаний 3
4 Расчеты и протокол испытаний 4
4.1 Содержание протокола испытаний 4
4.2 Протокол испытаний эффективности и ошибок автоматической системы управления 5
Библиография 6

Введение

Настоящий стандарт предоставляет подробную информацию для динамических испытаний спутниковых устройств позиционирования или сложных навигационных систем (систем автоматического рулевого управления), используемых в сельском хозяйстве. Динамические испытания проводят на основе измерений качества географического позиционирования в тот момент, когда испытуемые устройства и системы находятся в процессе движения, имитирующего их использование в сельском хозяйстве. Специалисты разного профиля нуждаются в сопоставимой и подробной информации о поведении таких систем с учетом стандартизованных методов испытаний. Потенциальными пользователями настоящего стандарта являются разработчики и изготовители сельскохозяйственного оборудования и компонентов позиционирования или навигации, а также фермеры и другие специалисты.

Поправка к ГОСТ ISO 12188-2—2021 Тракторы и машины для сельского и лесного хозяйства. Методы испытаний систем определения местоположения и автоматического управления в сельском хозяйстве. Часть 2. Испытания базирующихся на сигналах спутников устройств позиционирования при движении по прямой на ровных поверхностях

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 4 2022 г.)

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

ТРАКТОРЫ И МАШИНЫ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Методы испытаний систем определения местоположения и автоматического управления в сельском хозяйстве

Часть 2

Испытания базирующихся на сигналах спутников устройств позиционирования при движении по прямой на ровных поверхностях

Tractors and machinery for agriculture and forestry. Test procedures for positioning and guidance systems in agriculture. Part 2. Testing of satellite-based auto-guidance systems during straight and level travel

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод оценки и протокол испытаний эффективности сельскохозяйственных машин, оснащенных системами автоматического рулевого управления (AGS) на основе глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) при работе в режиме автоматического рулевого управления.

Основным критерием эффективности является боковое отклонение репрезентативной точки на машине от выбранной для этой точки траектории. Этот критерий эффективности объединяет погрешности, связанные с эффективностью всех компонентов системы автоматического рулевого управления машины, включая устройства определения местоположения, компоненты автоматического рулевого управления, механизмы и динамику машины.

В настоящем стандарте основное внимание уделено эффективности системы автоматического рулевого управления при движении в установившемся режиме по прямой дороге по ровной поверхности.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

2.1 Общие термины

2.1.1 **устройство определения местоположения;** PD (positioning device): Устройство, способное определять и сообщать местоположение центральной точки его антенны в географических координатах и в режиме реального времени посредством радионавигационных сигналов спутников.

2.1.2 **дифференциальная коррекция** (differential correction): Средства расчета предсказуемых ошибок определения местоположения в реальном времени.

2.1.3 **машина с системой автоматического рулевого управления;** AGVS (automatically guided vehicle system): Сельскохозяйственная машина, оснащенная AGS.

2.1.4 **репрезентативная точка машины;** RVP (representative vehicle point): Фиксированная точка на машине или орудии, используемая для отображения местоположения AGVS.

Издание официальное

2.1.5 **испытательный участок** (test course): Повторяемый маршрут движения, состоящий из одного или нескольких отрезков испытательного участка, типичных для полевых сельскохозяйственных работ.

2.1.6 **отрезок испытательного участка** (test course segment): Четко обозначенная непрерывная часть испытательного участка, используемая для расчета погрешностей движения AGVS.

2.1.7 **отслеживающий датчик** (tracking sensor): Инструмент или система инструментов, предназначенные для проведения измерений горизонтальных расстояний для расчета погрешностей, которые как минимум в десять раз точнее, чем испытуемая AGVS.

2.1.8 **испытательный заезд** (test run): Одно перемещение по испытательному участку в одном направлении движения.

2.1.9 **испытание** (complete test): Комбинация нескольких идентичных испытательных заездов, проведенных в разное время.

2.1.10 **линия *A*—*B*** (*A*—*B* line): Воображаемая линия, проходящая через две выбранные точки (*A* и *B*), используемая автоматической системой рулевого управления для отображения траектории движения по полю.

2.1.11 **оператор** (operator): Человек, управляющий или наблюдающий за испытуемой AGVS.

2.2 Термины, описывающие ошибки измерений

2.2.1 **относительная ошибка отклонения от траектории;** XTE (relative cross-track error): Поперечное отклонение репрезентативной точки транспортного средства от выбранной траектории относительно предыдущих траекторий репрезентативной точки транспортного средства при движении по одному и тому же испытательному участку.

2.2.2 **время повторного проезда** (revisit time): Время, прошедшее между двумя событиями записи положения RVP, используемое для вычисления относительного XTE, например: измерения, выполненные в одном и том же месте испытательного участка во время двух разных испытательных заездов.

2.2.3 **межпроходная ошибка** (pass-to-pass error): Расчетная краткосрочная XTE с временем повторного проезда менее 15 мин.

2.2.4 **долгосрочная ошибка** (long-term guidance error): Расчетная XTE с временем повторного проезда более 1 ч.

3 Описание метода испытаний

3.1 Состояние поверхности

Испытательный участок должен быть расположен на бетонном покрытии. Альтернативные варианты поверхности, например поверхности сельскохозяйственных полей, также могут быть использованы, но в протоколе испытаний должно быть представлено их четкое описание.

3.2 Расположение испытательного участка

Расположение и геометрия испытательного участка должны быть соответствующим образом задокументированы для того, чтобы обеспечить точное воспроизведение. Участок должен иметь перепад высот не более 1 м. Не должно быть препятствий, видимых из любой точки испытательного участка при возвышении антенн PD выше 10 градусов над горизонтом, которые могут создавать помехи или блокировать спутниковые сигналы. В пределах 50 м от участка не должно быть металлических или других поверхностей, которые могут вызвать помехи.

3.3 Испытательный участок

Испытательный участок должен включать один или несколько отрезков. Конфигурация испытательного участка должна позволять испытуемой AGVS въезжать и выезжать из каждого назначенного отрезка испытательного участка с требуемой скоростью и в направлении «испытательной траектории». Испытательный участок должен допускать быстрые повороты на концах для того, чтобы максимально увеличить отношение времени прохождения через участок к общему времени испытательного заезда. Каждый отрезок испытательного участка должен иметь длину не менее 100 м и предпочтительно должен быть ориентирован под углом 35—55 градусов от истинного севера.

3.4 Определение относительной позиции репрезентативной точки машины

Измерений, выполняемых отслеживающим датчиком, должно быть достаточно для определения XTE на каждом отрезке испытательного участка. Ссылка на технические характеристики датчика слежения и процесс калибровки должна быть доступна и указана в протоколе испытаний.

3.5 Выбор машины

Выбор машины осуществляют для предоставления наиболее типовой AGVS, доступной изготовителям. Для каждой машины следует выбирать RVP таким образом, чтобы расчетная ошибка траектории была связана с количеством пропусков и перекрытий при выполнении реальных полевых работ. Если не указано иное, RVP должна быть: точкой на земле непосредственно между задними колесами для тех тракторов, которые будут использованы с навесными орудиями; указанной точкой поворота дышла для тех тракторов, которые будут работать с прицепными орудиями; точкой на земле непосредственно под средней точкой штанги для самоходных опрыскивателей и точкой на указанном расстоянии перед передними колесами для комбайнов.

3.6 Подготовка к испытаниям

Перед испытанием все компоненты AGS должны быть правильно установлены. Все настройки встроенного программного обеспечения и настраиваемые пользователем должны быть скорректированы до значений по умолчанию. После этой коррекции допускаются изменения настраиваемых пользователем параметров до периода инициализации, и затем настройки параметров не должны изменяться на протяжении всего испытания. Все измененные настройки должны быть четко задокументированы.

Руководства по эксплуатации и другие предназначенные для пользователя инструкции изготовителя должны быть использованы для обеспечения полного соответствия его рекомендациям. Это требование распространено на все компоненты AGVS, включая сельскохозяйственную машину и AGS. Любое существенное отклонение от этих рекомендаций (например, снижение точности службы дифференциальной коррекции, ухудшение устойчивости машины, нерекомендуемые настройки приборов и другие наиболее востребованные сценарии) требует проведения отдельного испытания в полном объеме.

3.7 Процедура испытаний

Далее приведен перечень, описывающий нижеприведенную последовательность проведения испытаний.

Линия *A*—*B* должна быть установлена не менее чем за 1 ч до 1-го испытательного заезда путем ручного движения испытуемой машины по испытательному участку или вводом указанных географических координат. Точки *A* и *B* должны представлять приблизительное начало и конец самого длинного отрезка испытательного участка.

Каждое испытание для данной скорости движения должно состоять как минимум из трех испытательных заездов, выполняемых с различными конфигурациями группировки GNSS в течение двух последовательных дней. Время начала каждого испытательного заезда выбирают случайным образом. Для обеспечения разнообразного качества определения местоположения по GNSS последовательные испытательные заезды должны быть разделены более чем на 1 ч. Кроме того, не следует проводить два испытательных заезда, когда группировка GNSS повторяется из-за цикла обращения спутника по орбите [(24 ± 1) ч для GPS]. Между первым и последним испытательным заездом должно пройти более 24 ч.

Каждая последовательность испытательных заездов должна состоять из комбинации испытательных заездов, которые обеспечивают равномерное распределение времени повторных заездов для пар позиций RVP, которые могут быть использованы для расчета значений межпроходных ошибок. Для этого нужно проехать не менее чем 7,5 мин в одном направлении, развернуться и возвратиться на старт в течение 7,5 мин. Расстояние по горизонтали между положениями RVP, зарегистрированное при движении в противоположном направлении, должно представлять собой XTE для каждого отдельного отрезка испытательного участка. Повторение 1-го заезда после поворота позволит получить две независимые оценки межпроходной ошибки для каждого значения времени повторного заезда с интервалом менее 15 мин.

Если испытательный участок объединяет более одного отрезка испытательного участка и/или требуется, чтобы значительная часть испытательного заезда проходила за пределами обозначенных отрезков испытательного участка, распределение времени повторного заезда для выполнения дей-

ствительных записей местоположения RVP не должно превышать 25 % пробелов в данных (время повторного заезда без соответствующих данных), и такие промежутки не допускаются между 12 и 15 мин, так как при более длительном времени повторного заезда могут наблюдаться большие ошибки.

Каждая последовательность испытательных заездов должна быть выполнена при движении вперед с установившейся постоянной скоростью движения (как при проведении полевых работ).

Действия оператора во время проезда по отрезку испытательного участка, на котором фиксируют данные, запрещены. Для тракторов рекомендованы три различные скорости: низкая (0,1 ± 0,05) м/с или минимальная, рекомендованная для используемого трактора, средняя (2,5 ± 0,2 м/с) и высокая (5 ± 0,2) м/с. Если движение со скоростью 0,1 м/с с включенным автоматическим режимом рулевого управления невозможно, должна быть использована минимальная возможная скорость движения и в протоколе должно быть указано соответствующее примечание. Данные испытаний, соответствующие каждой скорости движения, а также факультативному движению задним ходом, должны быть обработаны независимо друг от друга. Средняя скорость движения рекомендуется для комбайнов, а высокая скорость движения — для самоходных опрыскивателей.

Измерения относительного положения RVP следует осуществлять датчиком слежения с частотой измерений не менее 10 Гц. Все действительные записи данных (например, за исключением ошибочных измерений датчика слежения) внутри определенного отрезка испытательного участка должны быть использованы для расчета соответствующих относительных оценок XTE (межпроходные и долгосрочные ошибки). Перед входом в каждый установленный отрезок испытательного участка AGVS должно быть отведено не менее 10 с для перехода в установившееся состояние.

4 Расчеты и протокол испытаний

4.1 Содержание протокола испытаний

Протокол испытаний, основанный на собранных данных, должен быть сформирован для каждой испытанной AGVS. Отдельные протоколы испытаний необходимы для каждой машины, устройства позиционирования, службы дифференциальной коррекции, скорости движения и/или других опций, которые могут повлиять на работу AGVS.

В каждом протоколе испытаний должна быть указана основная информация об испытуемой системе, а также время и место проведения испытания. Как минимум должна быть включена следующая информация:

- об испытательном оборудовании, включая: наименование(я), описание испытательного участка (расположение и геометрия) и датчика слежения;

- испытанной AGS, включая: изготовителя и модель AGS, список основных компонентов, использованных в составе AGS (включая фотографии в рабочем положении при проведении испытаний), номер версии прошивки и дату ее выпуска, марку устройства позиционирования и описание службы дифференциальной коррекции, а также любые настройки устройства позиционирования и/или блока управления, которые могут повлиять на работу системы;

- испытанной машине, включая: марку, модель и конфигурацию машины, использованной во время испытаний, тип шин, подвеску кабины и другие технические характеристики машины, которые могут повлиять на характеристики автоматического управления (например, основные размеры машины и расположение назначенной RVP, частоту вращения двигателя);

- условиях испытаний, включая: дату и время для каждой последовательности испытательных заездов, количество используемых спутников в поле зрения с соответствующими значениями снижения точности (PDOP) в горизонтальном положении, как показано устройством позиционирования, используемым для автоматического управления машиной во время каждой последовательности испытательных заездов, количество потенциальных спутников в поле зрения с соответствующими значениями PDOP по горизонтали, показанное стационарным приемником, установленным в данной зоне (с указанием любых явлений, которые могут снизить качество работы GNSS), погодные условия во время теста (температура, влажность, состояние поверхности), солнечная активность, определяемая количественно средним числом солнечных пятен, распределение фактической скорости движения для допустимых точек данных (в пределах указанных отрезков испытательного участка);

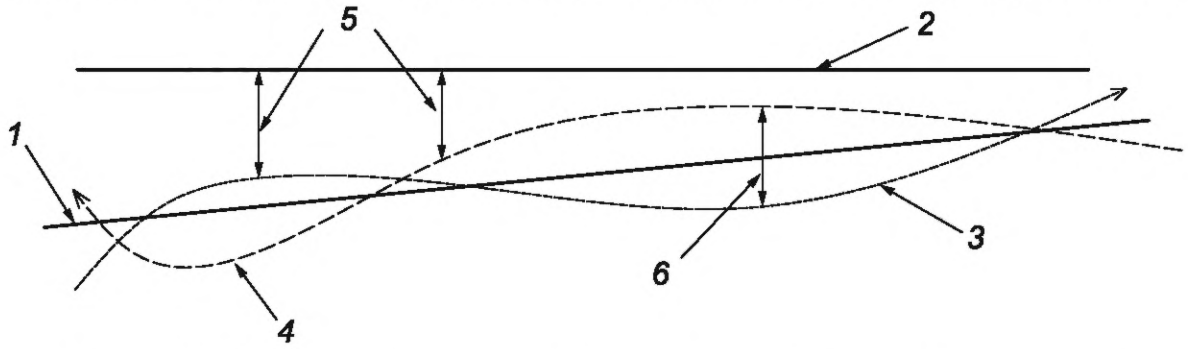
- а также примечания о любых неисправностях, ложных последовательностях испытательных заездов и других ненормальных ситуациях, возникших во время испытаний.

4.2 Протокол испытаний эффективности и ошибок автоматической системы управления

Характеристики AGS должны быть определены количественно с помощью межпроходных (со знаком и без знака) и долгосрочных ошибок управления, обнаруженных с помощью датчика слежения. Оценка погрешности со знаком должна быть рассчитана как кратчайшее расстояние по горизонтали между любым заданным положением RVP и соответствующим положением RVP, зарегистрированным во время предыдущего испытательного заезда в противоположном направлении (см. рисунок 1). Положительная ошибка означает, что RVP более позднего заезда находилась справа от траектории предыдущего заезда (относительно направления более позднего заезда).

Как межпроходные, так и долгосрочные ошибки управления следует фиксировать в виде распределений со знаком с указанием как отклонения по направлению (среднее), так и изменчивости (стандартное отклонение). Кроме того, должны быть отображены совокупные распределения абсолютных (без знаков) межпроходных и долгосрочных ошибок управления вместе с указанными 50 %-ными, 95 %-ными и максимальными значениями этих распределений. Следует выделить 95 %-ное значение суммарного распределения ошибок без знака как основной показатель эффективности.

Должно быть указано распределение времени повторных заездов для соответствующих записей местоположения RVP, используемых для расчета действительных оценок межпроходных ошибок.



1 — линия *A*—*B*; *2* — постоянная линия на поверхности земли; *3* — предыдущая траектория перемещения репрезентативной точки машины; *4* — следующая траектория перемещения репрезентативной точки машины; *5* — относительные измерения позиции отслеживающим датчиком; *6* — относительная XTE

Рисунок 1 — Определение относительной XTE при движении машины в установившемся режиме

Библиография

[1] ION STD 101, Recommended Test Procedures for GPS Receivers, Revision C, January 27, 1997. The Institute of Navigation (ION), Alexandria, Virginia, USA

[2] DoD Global Positioning System Standard Positioning Service Signal Specification, 2nd Edition, June 2, 1995. United States Department of Defense (DoD), Washington, DC, USA

[3] NMEA NMEA 0183 Interface Standard. National Marine Electronics Association, Severna Park, MD

УДК 631.171:006.034:006.354 МКС 35.240.99, 65.060.01 IDT

Ключевые слова: тракторы, машины сельскохозяйственные, системы автоматического управления, определение местоположения, сигналы спутников, испытания при движении по прямой

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *М.В. Лебедевой*

Сдано в набор 27.05.2021. Подписано в печать 04.06.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,18.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

Поправка к ГОСТ ISO 12188-2—2021 Тракторы и машины для сельского и лесного хозяйства. Методы испытаний систем определения местоположения и автоматического управления в сельском хозяйстве. Часть 2. Испытания базирующихся на сигналах спутников устройств позиционирования при движении по прямой на ровных поверхностях

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 4 2022 г.)

gost.e-ecolog.ru