

ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
ФГУП «ВНИИМС»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

АО «Фирма ВВМА»



В. Ф. Тарабрин

Март 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИЦ

ФГУП «ВНИИМС»



Н. В. Иванникова

Март 2017 г.

**ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ПУТИ «СОКОЛ-2»**

Методика поверки

ВДМА.663500.152 МП

МОСКВА, 2017

Настоящая методика распространяется на высокоскоростные системы измерения параметров пути «СОКОЛ-2», изготавливаемые АО «Фирма ТВЕМА», и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Высокоскоростные системы измерения параметров пути «СОКОЛ-2» (в дальнейшем по тексту – Системы) предназначены для измерения геометрических параметров рельсовой колеи железнодорожных дорог и метрополитенов.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 В таблице 1 приведены операции обязательные при проведении поверки.

Таблица 1 – Операции и средства поверки

Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Средства поверки
Внешний осмотр	4.1	Визуально
Опробование	4.2	Визуально
Подтверждение соответствия программного обеспечения	4.2.1	Проверка идентификационных данных программного обеспечения
Проверка абсолютной погрешности измерений ширины рельсовой колеи (шаблон)	4.3	- калибровочная линейка ДКП.999.15.061.00; - линейка поверочная ШД-1600, 2 кл.т. по ГОСТ 8026-92;
Проверка абсолютной погрешности угла наклона в поперечной рельсовой колее плоскости	4.4	- меры длины концевые плоскопараллельные набор № 2 (1 – 100) мм, 4 разряда по ГОСТ 8.763-2011;
Проверка абсолютной погрешности угла наклона в продольной рельсовой колее плоскости	4.5	- поверочная плита 400 x 400 кл.т. 1 по ГОСТ 10905-86;
Проверка абсолютной погрешности угла наклона в горизонтальной плоскости	4.6	- уровень брусковый УБ-200 (рег. № 33071-12); - штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 по ГОСТ 166-89;
Проверка абсолютной погрешности взаимного положения обеих рельсовых нитей по высоте (уровень)	4.7	- штангенциркуль ШЦ-II-630-0,1 по ГОСТ 166-89;
Проверка абсолютной погрешности измерений профиля рельсов с помощью профилометров	4.8	- штангенциркуль ШЦ-III-800-2000-0,1 по ГОСТ 166-89

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Перечисленные средства измерений должны работать в нормальных для них условиях, оговоренных в соответствующей нормативной документации.

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки систем должны соблюдаться следующие требования:

- требования безопасности определяются технической документацией на системы;
- все работы следует проводить в строгом соответствии с эксплуатационной документацией на системы и мобильные средства диагностики (МСД), на которые установлены системы, например, вагон, локомотив, автомотриса;

- при работе со средствами измерений в ходе поверки должны соблюдаться меры безопасности, предусмотренные руководствами по эксплуатации соответствующих средств измерений;
- персонал, допущенный к участию в поверке, должен пройти инструктаж по технике безопасности.

3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки систем должны соблюдаться следующие внешние условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 10 ;
- относительная влажность воздуха, % не более 80.

4 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 Подготовка к поверке

Подготовить системы и средства измерений к работе в соответствии с технической документацией на них.

Если системы перед началом поверки находились в условиях, отличающихся от нормальных для них рабочих условиях, то их следует выдержать при нормальных условиях не менее трех часов.

К участку рельсового пути, на котором проводится поверка систем, предъявляются следующие требования:

- участок должен представлять собой прямой путь длиной не менее 30 метров, располагающийся на малодеятельных железнодорожных путях;
- на участке пути должны быть уложены рельсы Р50 или Р65 без видимых волнообразного и бокового износов;
- ширина колеи на участке пути, предназначенном для поверки систем должна составлять от 1505 до 1560 мм;
- условия работы на участке пути должны отвечать требованиям техники безопасности и производственной санитарии на железнодорожном транспорте.

4.2 Внешний осмотр и опробование систем

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности поверяемых Систем технической документации;
- отсутствие видимых повреждений или дефектов изготовления оборудования систем;
- отсутствие дефектов окраски оборудования систем, ведущих к коррозии металлических деталей систем;
- надежность фиксации подвагонного оборудования;
- отсутствие дефектов в разъемах соединений кабелей и проводов.

Операции по опробованию систем производятся в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации ВДМА.663500.152 РЭ.

При опробовании необходимо:

- включить системы;
- запустить программное обеспечение;
- проверить работу цифровых индикаторов блока управления питанием РМУ;
- войти в режим внутренней синхронизации ПО «ИНТЕГРАЛ» и проверить работу лазеров, датчиков, видеокамер с общим просмотром всех экранов.

Системы считаются прошедшими поверку, если при внешнем осмотре и опробовании установлено соответствие комплектности, маркировки и внешнего вида, а также функционирование систем осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией на системы.

4.2.1 Идентификация программного обеспечения

Идентификация программного обеспечения системы выполняется двумя способами:

- запустить программное обеспечение (далее – ПО), на экране загрузки программного обеспечения считать идентификационное наименование и номер версии;
- если программное обеспечение запущено, следует открыть в основном меню ПО вкладку «Справка», считать идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения в пункте «О программе».

Системы считаются прошедшими поверку, если полученные результаты соответствуют требованиям, приведенным в Таблица 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ПО «Интеграл»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 1.1.20
Цифровой идентификатор ПО	-

4.3 Проверка абсолютной погрешности измерений ширины рельсовой колеи (шаблон)

Установить МСД, на котором смонтированы системы на прямолинейный участок пути на расстоянии не менее 1 м от стыков.

Включить системы, запустить программное обеспечение в соответствии с требованиями эксплуатационных документов.

Войти в режим внутренней синхронизации, снять показания ширины рельсовой колеи с помощью программного обеспечения систем, занести в протокол. Отметить мелом точки на рельсах, в которых производились измерения ширины рельсовой колеи. Повторить процедуру измерения не менее трех раз.

Снять показания ширины рельсовой колеи в отмеченных мелом точках с помощью штангенциркуля ШЦ-III-800-2000-0,1. Результаты измерений занести в протокол поверки.

Вычислить абсолютную погрешность измерений ширины рельсовой колеи в соответствии с пунктом 4.9 настоящей методики поверки.

Системы считаются прошедшими поверку, если системы измеряют ширину рельсовой колеи в диапазонах от 1505 мм до 1560 мм, а абсолютная погрешность измерений ширины рельсовой колеи не превышает пределов $\pm 0,5$ мм.

4.4 Проверка абсолютной погрешности угла наклона в поперечной рельсовой колее плоскости

Поверка систем в части угловых параметров производится в лабораторных условиях.

Отсоединить кабели и демонтировать бесплатформенную инерциальную систему (БИНС) с МСД.

Установить БИНС на поверочную плиту в положение 1 (на грань 1 согласно рисунку 1), подключить к блоку питания и компьютеру. Поверочная плита должна быть выровнена по горизонту с помощью уровня брускового УБ-200.

Включить систему, запустить ПО «ИНТЕГРАЛ».

Последовательно подкладывая под левое ребро грани 1, затем под правое ребро грани 1, концевые меры длины или блоки концевых мер длины: h_1, h_2, \dots, h_n , изменять угол наклона БИНС. Величину угла наклона в поперечной рельсовой колее плоскости (далее – угла наклона) наблюдать в окне «Крен» ПО «ИНТЕГРАЛ».

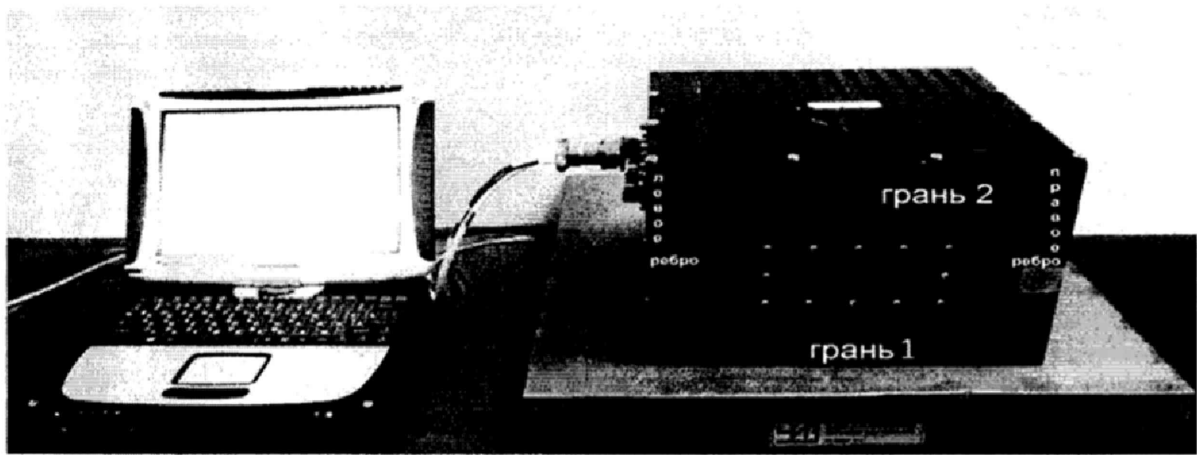


Рисунок 1 – БИНС на поверочной плите в положении 1 (на грани 1)

Вычислить значение угла наклона БИНС в соответствии с номинальным значением концевой меры длины по формуле 1:

$$\alpha = \frac{180}{\pi} \cdot \sin^{-1} \frac{h}{L} \quad (1)$$

где h – номинальное значение концевой меры длины в мм,

L – база БИНС – длина грани БИНС, которая опирается на поверочную плиту.

Значение L измерить с помощью штангенциркуля ШЦ-П-630-0,05.

Внести показания h , L и вычисленного угла наклона α в таблицу 3.

Таблица 3 – Соответствие номинала концевой меры значению угла наклона БИНС

Номинал длины концевой меры, h , мм	Длина базы БИНС, L , мм	Угол наклона БИНС, рассчитанный по формуле α , ... ^o
1	2	3
h_1		
h_2		
...		
h_n		

Произвести не менее трех измерений угла наклона, последовательно подкладывая концевые меры длины в том же порядке: h_1, h_2, \dots, h_n .

Занести в протокол поверки показания угла наклона БИНС, в качестве измеренного с помощью средств измерений (косвенные измерения), и показания угла наклона из окна «Крен» в ПО «ИНТЕГРАЛ» в качестве параметра, измеренного системой;

Вычислить абсолютную погрешность измерений угла в поперечной рельсовой колее плоскости в соответствии с пунктом 4.9 настоящей методики поверки.

Системы считаются прошедшими поверку в части измерений угла наклона в поперечной рельсовой колее плоскости, если абсолютная погрешность измерений угла в поперечной рельсовой колее плоскости в диапазоне от минус 7° до плюс 7° находится в пределах $\pm 0,03^\circ$.

Угол наклона в поперечной рельсовой колее плоскости в диапазоне от минус 7° до плюс 7° соответствует диапазону измерений уровня по высоте ± 185 мм, а предел погрешности измерений угла $\pm 0,03^\circ$ соответствует $\pm 0,8$ мм, что не превышает заявленный диапазон измерений уровня $\pm 1,0$ мм. Поэтому системы считаются прошедшими поверку с положительным результатом в части измерений уровня во всем диапазоне, если абсолютная погрешность измерения угла в поперечной рельсовой колее плоскости находится в пределах $\pm 0,03^\circ$.

4.5 Проверка абсолютной погрешности угла наклона в продольной рельсовой колее плоскости

Установить БИНС на поверочную плиту, выровненную по горизонту с помощью уровня брускового УБ-200, в положение 2 (на грань 2 Рисунок 1), подключить к блоку питания и компьютеру.

Включить систему, запустить ПО «ИНТЕГРАЛ».

Последовательно подкладывая под переднее, затем заднее ребро грани 2 концевые меры длины: h_1, h_2, \dots, h_n , изменять угол наклона БИНС. Величину угла наклона в продольной рельсовой колее плоскости (далее – угла наклона) наблюдать в окне «Тангаж» ПО «ИНТЕГРАЛ».

Вычислить значение угла наклона БИНС в соответствии с номинальным значением концевой меры длины по формуле 1. Значение L (ширину грани 2) измерить с помощью штангенциркуля ШЦ-II-630-0,05.

Значения вычисленного по формуле угла наклона α , а также значения h и L занести в таблицу 2.

Произвести не менее трех измерений угла наклона, последовательно подкладывая концевые меры длины в порядке: h_1, h_2, \dots, h_n .

Занести в протокол поверки показания угла наклона α , в качестве измеренного с помощью средств поверки, и показания угла наклона из окна «Тангаж» ПО «ИНТЕГРАЛ» в качестве параметра, измеренного системой.

Вычислить абсолютную погрешность измерений угла в продольной рельсовой колее плоскости в соответствии с пунктом 4.9 настоящей методики поверки.

Системы считаются прошедшими поверку, если абсолютная погрешность измерений угла в продольной рельсовой колее плоскости в диапазоне от минус 5° до плюс 5° находится в пределах $\pm 0,03^\circ$.

4.6 Проверка абсолютной погрешности угла наклона в горизонтальной плоскости

Установить БИНС на поверочную плиту, выровненную по горизонту с помощью уровня брускового УБ-200 в положение 2 (на грань 2), подключить к блоку питания и компьютеру.

Включить Систему, запустить ПО «ИНТЕГРАЛ».

Последовательно подкладывая под левое, затем правое ребра грани 2 концевые меры длины: h_1, h_2, \dots, h_n , изменять угол наклона БИНС. Величину угла наклона в горизонтальной плоскости (далее – угла наклона) наблюдать в окне «Курс» ПО «ИНТЕГРАЛ».

Вычислить значение угла наклона БИНС в соответствии с номинальным значением концевой меры длины по формуле 1, значение L (длину грани 2) измерить с помощью штангенциркуля ШЦ-II-630-0,05.

Значения вычисленного по формуле угла наклона α , а также значения h и L занести в таблицу 2.

Произвести не менее трех измерений угла наклона, последовательно подкладывая концевые меры длины в следующем порядке: h_1, h_2, \dots, h_n .

Занести в протокол поверки показания угла наклона α , в качестве измеренного с помощью средств измерений, и показания угла наклона из окна «Курс» в ПО «ИНТЕГРАЛ» в качестве параметра, измеренного системой.

Вычислить абсолютную погрешность измерений угла в горизонтальной плоскости в соответствии с пунктом 4.9.

Системы считаются прошедшими поверку, если абсолютная погрешность измерений угла в горизонтальной плоскости в диапазоне от минус 7° до плюс 7° находится в пределах $\pm 0,03^\circ$.

4.7 Проверка абсолютной погрешности взаимного положения обеих рельсовых нитей по высоте (уровень)

Выполняется путем пересчета по формуле (2) данных угла в поперечной плоскости, полученных в ходе выполнения пункта 4.4.

Параметр «Взаимное расположение обеих рельсовых нитей по высоте (уровень)» (далее по тексту – уровень) вычисляется ПО «ИНТЕГРАЛ» на основании данных угла наклона в поперечной плоскости по формуле:

$$H = \sin\left(\alpha \cdot \frac{180}{\pi}\right) \cdot 1520 \quad (2)$$

где H – взаимное расположение обеих рельсовых нитей по высоте (уровень), мм,

α – угол наклона в поперечной плоскости, ...°

1520 – номинальное значение ширины колеи, мм

Согласно формуле (2) угол наклона в поперечной рельсовой колее плоскости в диапазоне от минус 7° до плюс 7° соответствует диапазону измерений уровня ± 185 мм, что перекрывает заявленный диапазон измерений уровня от минус 160 до плюс 160 мм, а пределы погрешности измерений угла $\pm 0,03^\circ$ соответствуют пределам погрешности измерений уровня $\pm 0,8$ мм, что не превышает заявленные пределы погрешности измерений уровня $\pm 1,0$ мм. Поэтому системы считаются прошедшими поверку в части измерений уровня во всем диапазоне с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерения угла в поперечной рельсовой колее плоскости находится в пределах $\pm 0,03^\circ$.

После поверки системы в части угловых параметров следует:

- смонтировать БИНС на раме МСД;
- поверочную линейку ШД-1600 установить на рельсы в непосредственной близости от колесной пары, над которой установлена рама с БИНС;
- на поверочную линейку установить уровень брусковый и рамный УБ-200, контролировать горизонтальное положение поверочной линейки, при необходимости подкладывая концевые меры в места касания линейки с рельсами, вычислить действительное значение уровня рельсовой колее по формуле (2);
- включить систему, запустить ПО, войти в режим внутренней синхронизации;
- открыть вкладку «Поверка», используя пароль доступа для поверителя, в окне «Крен» контролировать действительное значение угла в поперечной плоскости, при необходимости внести поправку нулевого положения БИНС.

Системы считаются прошедшими поверку, если в диапазоне измерений угла в горизонтальной плоскости от минус 7° до плюс 7° абсолютная погрешность измерений угла в горизонтальной плоскости не превышает пределов $\pm 0,03^\circ$.

4.8 Проверка абсолютной погрешности измерений профиля рельсов с помощью профилометров.

Для проверки абсолютной погрешности измерений профиля рельсов с помощью профилометров следует произвести поверку профилометров систем.

При поверке профилометров следует:

- измерить профиль калибровочной линейки ДКП.999.15.061.00 (далее по тексту – калибровочная линейка) с помощью штангенциркулей ШЦ-II-630-0,05 и ШЦ-III-800-2000-0,1, результаты измерений занести в протокол поверки;



Рисунок 2 – Калибровочная линейка ДКП.999.15.061.00 с указанием контрольных точек

- установить калибровочную линейку на рельсах перпендикулярно оси пути таким образом, чтобы отражения лучей лазеров профилометров проходили по поверхности между п-образными выступами, которые расположены на головках рельсов (на горизонтальных (верхних) и вертикальных поверхностях п-образных выступов) в зоне измерений профилометров системы;
- включить систему, запустить ПО «ИНТЕГРАЛ»;
- измерить расстояния между опорными точками – отрезки АВ, ВС, DE, EF, BE и AF с помощью штангенциркулей ШЦ-II-630-0,05 и ШЦ-III-800-2000-0,1. Измерения проводить не менее трех раз, результаты измерений занести в протокол поверки;
- сравнить расстояния между опорными точками, измеренные с помощью ПО «ИНТЕГРАЛ» систем и с помощью средств измерений, вычислить абсолютную погрешность измерений в соответствии с пунктом 4.9 настоящей методики поверки.

Системы считаются прошедшими поверку, если в диапазоне от 0 до 1700 мм абсолютная погрешность измерений профиля рельсов находится в пределах $\pm 0,5$ мм.

Кроме того, длина отрезка AF больше 1560 мм, что перекрывает диапазон измерений шаблона, поэтому системы считаются прошедшими поверку в части измерений шаблона во всем диапазоне с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерения длины отрезков BE, AF находятся в пределах $\pm 0,5$ мм.

4.9 Обработка результатов измерений метрологических параметров

Заполнить таблицу обработки результатов измерений для каждого метрологического параметра.

Таблица 4 – Таблица обработки результатов измерений

Значение параметра, измеренное с помощью средств поверки (эталонов) U	Значение параметра, измеренное Системой U_d			Наибольшее значение погрешности max (Δ_n), где n – количество измерений	Допустимая погрешность
	измерение 1	измерение 2	Измерение 3		
1	2			3	4

В первую графу таблицы занести значения параметра U , измеренные системами с помощью средств измерений (эталонов). Например, при измерении шаблона в графу следует занести значения, полученные с помощью штангенциркуля ШЦ-150-0,05.

В следующую графу занести значения параметра U_d , полученные при измерении системой.

Рассчитать абсолютную погрешность для каждого измерения по формуле 2:

$$\Delta_n = U - U_d \quad (2)$$

и занести в соответствующую графу наибольшее значение погрешности max (Δ_n), где n – количество измерений.

В следующую графу занести значение допустимой погрешности измерений, которое определяется техническими условиями на Системы.

Системы считаются прошедшими поверку, если каждая вычисленная погрешность измерений не превышает допустимых пределов абсолютной погрешности для каждого измеренного параметра.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Результаты поверки оформляют протоколами поверки.

5.2. По результатам положительной поверки оформляют свидетельство о поверке по форме, приведенной в приказе Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г.

5.3 В случае отрицательных результатов поверки на средство измерений оформляется извещение о непригодности по форме, приведенной в приказе Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г.

5.4 Знак поверки в виде оттиска клейма поверителя и/или в виде голографической наклейки наносится на свидетельство о поверке оформленное в соответствии с формой, утвержденной приказом Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г.

Зам. начальника отдела 203
Испытательного центра
ФГУП «ВНИИМС»

Н.А. Табачникова

Инженер отдела 203
ФГУП «ВНИИМС»

А. А. Лаврухин