

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«20» июня 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы измерительные ВЗОР-И

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-956-2025

Москва
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика применяется для поверки систем измерительных ВЗОР-И (далее – системы ВЗОР-И), предназначенных для:

- непрерывного бесконтактного измерения высоты и смещения («зигзаг», «вынос») контактных проводов в точках подвешивания и в пролетах относительно уровня головок рельсов, а также параметров подвешивания отходящих ветвей на воздушных стрелках и сопряжениях при оценке состояния контактной сети (далее – КС) электрифицированных железных дорог постоянного и переменного токов.
- непрерывного измерения положения кузова вагона относительно оси пути и уровня головок рельсов (далее – УГР) (наклон, высота).

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах 1-2.

Таблица 1– Метрологические характеристики ПВИ

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений высоты контактного провода над уровнем верха головок рельсов, мм ¹⁾	от 5400 до 6900
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений высоты контактного провода над уровнем верха головок рельсов, мм	±10
Диапазон измерений смещения контактного провода относительно оси токоприёмника (зигзаг и вынос), мм ¹⁾	от -700 до 700
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений смещения контактного провода в плане относительно оси токоприёмника (зигзаг и вынос), мм	±10
¹⁾ Измерение высоты контактного провода над УГР и смещения контактного провода в плане относительно оси токоприемника осуществляется при количестве проводов от 1 до 4.	

Таблица 2– Метрологические характеристики ДБП-2

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно уровня верха головок рельсов, мм	от -80 до 80
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно уровня верха головок рельсов, мм	±1
Диапазон измерений горизонтального смещения продольной оси вагона относительно оси пути, мм	от -50 до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений горизонтального смещения продольной оси вагона относительно оси пути, мм	±1

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы длины в соответствии со структурой локальной поверочной схемы (Приложение Д к настоящей методике поверки), подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы длины – метра (ГЭТ 2-2021).

1.4 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

1.5 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки средств измерений в сокращенном объеме.

1.6 Список принятых в методике сокращений:

КП – контактный провод;

2 Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться последовательно операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	–	–	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	–	–	10
Определение абсолютной погрешности измерения высоты контактного провода над уровнем верха головок рельсов	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерения смещения контактного провода в плане относительно оси токоприемника (зигзаг и вынос)	Да	Да	
Определение абсолютной погрешности измерения отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно уровня верха головок рельсов	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерения горизонтального смещения продольной оси вагона относительно оси пути	Да	Да	10.3

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха, °C

от плюс 15 до плюс 25

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на поверяемое средство измерений и на используемые средства поверки.

Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °C до 25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,2 °C; Средства измерений относительной влажности окружающей среды в диапазоне измерений от 25 до 85 % с абсолютной погрешностью не более ±2 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18
п. 10.1	Дальномер лазерный, диапазон измерений от 0,05 до 30 м, ПГ ±3,0 мм Рулетка измерительная металлическая, диапазон измерений от 0 до 5 м, КТ 2	Дальномеры лазерные ADA Cosmo MINI, MINI 40, 50, 70, 100, 120 VIDEO, 150 VIDEO, рег. № 69904-17 Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн", рег. № 71665-18
	Штангенциркуль ШЦ, диапазон измерений от 0 до 500 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,1 мм	Штангенциркули ШЦ, ШЦК, ШЦЦ, рег. № 72189-18

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 10.2, п. 10.3	<p>Рабочий эталон единицы длины 4-го разряда в диапазоне от 0,5 до 100 мм в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 – Меры длины концевые плоскопараллельные</p>	Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, (Рег. № 51838-12)
Вспомогательное оборудование		
п. 10.1	<p>П-образный алюминиевый профиль длиной (3500 ± 100) мм с закреплёнными в нем имитаторами КП и отметками на расстоянии 1650 мм от отметки середины в соответствии с Приложением А</p> <p>П-образный алюминиевый профиль длиной (4000 ± 100) мм с двумя упорами, расположенными симметрично на расстоянии 755 мм от отметки середины и двумя металлическими линейками, закреплёнными на расстоянии 1625 мм от отметки середины в соответствии с Приложением А</p> <p>Рама для крепления на ней на трёх разных уровнях планки установочной, обеспечивающей положение имитаторов КП по высоте: H1= 5500-5600 мм, H2= H1+700 мм, H3= H1+1400 мм в соответствии с Приложением А</p> <p>Металлические штыри диаметром 10 мм и длиной 320 мм. Расположены на планке установочной на расстояниях 300 мм и 600 мм симметрично относительно середины в соответствии с Приложением А</p> <p>Конструкция с имитаторами КП, закреплённая над железнодорожными путями на высоте 7000 мм с помощью специальной опоры, ригеля или арки в соответствии с Приложением В</p>	<p>Планка установочная 2СР.352.6099</p> <p>Направляющая 2СР.352.6100</p> <p>Рама калибровочная ПВИ 1МС.757.7433-02</p> <p>Имитатор КП (Штырь) 4СР.352.4907 4 шт.</p> <p>Портал МЛАС.401749.020</p>

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 10.2, п. 10.3	Две металлические рейки с одинаковыми размерами (длина; высота) (3,2 м; 20 см), совмещённые между собой. Нижняя металлическая рейка фиксируется к головкам рельсов с помощью уголков, верхняя металлическая рейка имеет возможность перемещения вдоль верхней рейки и обеспечивает установку имитаторов над самими рельсами в соответствии с Приложением Г	Стенд для проверки параметров датчиков положения кузова МЛАС.401749.909
п. 10.2, п. 10.3	Два бруска, по форме и размерам повторяющие фрагмент головки рельса в соответствии с Приложением Г	Имитаторы головок рельсов
п. 10.3	Металлическая пластина прямоугольной формы. Крепится поочерёдно к концам приспособления для установки имитаторов головок рельсов и обеспечивает установку мер длины концевых плоскопараллельных в соответствии с Приложением Г	Торцевая пластина МЛАС.401749.909.003
Примечания: 1 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. 2 Вспомогательное оборудование, предназначенное для поверки, поставляется по согласованию с предприятием-изготовителем.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Перед проведением поверки следует изучить эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений и на средства измерений, используемые для поверки.

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019-80, требования к безопасности при проведении работ, приведенные в эксплуатационной документации и нормативных документах на средства измерений, используемых при поверке, правила техники безопасности при работе на электроустановках, а также правила по охране труда, действующие на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенным в описании типа;
- наличие маркировки и комплектности в соответствии с требованиями описания типа;
- на элементах системы, камерных модулях и соединительных кабелях отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;

- наличие маркер-краски на винтах и пломбировочных чашек в местах фиксации камер и измерительных блоков;
- надписи и обозначения четкие и соответствуют требованиям эксплуатационной документации.

Если перечисленные выше требования не выполняются, систему измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

Перед проведением поверки поверяемое средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре в условиях, приведенных в п. 3 настоящей методики поверки.

8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

8.2.1 При подготовке к проведению поверки проверить выполнение следующих операций:

- подготовить систему к работе в соответствии с руководством по эксплуатации;
- включить систему в сеть и выдержать во включенном состоянии не менее 20 минут.

8.2.2 При опробовании системы проверить выполнение следующих операций:

– систему привести в рабочее состояние. Проверить функционирование режимов управления и измерений;

– выполнить системой 2-3 пробных измерения отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно УГР, проверив при этом стабильность системы и повторяемость результатов измерений.

Если перечисленные выше требования не выполняются, систему признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 В программах «msd-wires» и «msd-rails» открыть раздел «Справка». Считать идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения.

9.2 Результат считается положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют требованиям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	СПО ПВИ	СПО ДБП-2
Идентификационное наименование СПО	msd-wires	msd-rails
Номер версии (идентификационный номер) СПО, не ниже	1.1.2	1.2.2
Цифровой идентификатор СПО	–	–

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерения высоты КП над уровнем верха головок рельсов, Определение абсолютной погрешности измерения смещения КП в плане относительно оси токоприемника (зигзаг и вынос).

10.1.1 Общие методические указания

Абсолютную погрешность измерения высоты КП над уровнем верха головок рельсов системы допускается определять двумя способами:

- измерения с применением рамы калибровочной ПВИ 1МС.757.7433-02. Данный способ является замещающим и позволяет проверить точность измерений ПВИ и заявленные параметры системы. При использовании калибровочной рамы применяется метод сравнения

установленных/заданных значений расстояний между имитаторами КП и значений расстояний, измеренных системой;

- измерения с применением портала. Данный способ является основным и основан на методе прямых измерений, позволяющем проводить измерения высоты имитаторов КП над уровнем верха головок рельсов и смещения имитаторов КП относительно оси токоприемника.

Результаты измерения параметров системы данными способами являются равнозначными.

ВНИМАНИЕ:

Все измерения по проверке метрологических характеристик проводить за один подход.

Перемещение людей по вагону во время проведения измерений ЗАПРЕЩЕНО.

Взаимное расположение вагона, средств поверки и вспомогательных приспособлений приведены на рисунке А.1 приложение А. Рама калибровочная 1МС.757.7433-02 согласно таблице 4.

10.1.2 Измерения с применением рамы калибровочной (проверка точности измерения ПВИ).

10.1.2.1 На планке установочной с помощью рулетки определить середину между крайними точками рамы калибровочной и отметить данное положение с помощью маркера. Относительно середины на величины смещения, равные -300 мм, -700 мм и +300 мм, +700 мм, установить и закрепить четыре имитатора КП.

10.1.2.2 С помощью рулетки измерить действительные значения расстояний $S_{(0)i}$, $i=1..4$ от отметки середины на планке установочной со стороны левого борта вагона до имитатора КП₁ и имитатора КП₂ (значения $S_{(0)1}$, $S_{(0)2}$ записывают со знаком «минус»), а также со стороны правого борта вагона до имитатора КП₃ и имитатора КП₄ (значения $S_{(0)3}$, $S_{(0)4}$ записывают со знаком «+»). Результаты измерений занести в таблицу 5.1.

10.1.2.3 С помощью рулетки измерить действительные значения расстояний $S_{n(j)}$ от левой отметки планки установочной до каждого имитатора и занести измеренные значения в таблицу 5.2.

10.1.2.4 С помощью рулетки измерить действительные значения расстояний $S_{n(j)}$ правой отметки планки установочной до каждого имитатора и занести измеренные значения в таблицу 5.2.

10.1.2.5 Установить направляющую 2СР.352.6100 (далее - направляющая) на головки рельсов. На направляющей (рисунок А.1 приложение А) установить и закрепить упоры, расстояние между которыми должно быть меньше, чем ширина колеи в данном месте. С помощью рулетки определить середину расстояния между упорами и отметить это положение с помощью маркера (отметка середины направляющей).

10.1.3 Проверка диапазона и точности измерения ПВИ

10.1.3.1 Установить планку установочную над крышей вагона на высоту $H^* = 1000 \pm 50$ мм относительно верхней поверхности короба ПВИ. Установленную высоту проверить с применением рулетки.

10.1.3.2 Проверить параллельность установки планки установочной относительно короба ПВИ измерением с помощью рулетки расстояния l_1 и l_2 от крайних точек крыши короба ПВИ до крайних точек планки установочной. Условие параллельности считается выполненным, если измеренные значения расстояния l_1 и l_2 не отличаются более, чем ± 2 мм, т.е. если выполняется условие:

$$-2 \text{ мм} \leq l_1 - l_2 \leq 2 \text{ мм} \quad (1)$$

Таблица 5.1 Результаты измерений высоты от верхней поверхности короба ПВИ до имитаторов КП

Установленная высота планки установочной относительно базовой линии ПВИ	Результаты измерения смещения от отметки планки установочной, мм			
	$S_{(0)1}=$	$S_{(0)2}=$	$S_{(0)3}=$	$S_{(0)4}=$
$H^*1=1000 \text{ мм}$	$S_{11}=$	$S_{12}=$	$S_{13}=$	$S_{14}=$
	Результаты измерения высоты от верхней поверхности короба до каждого имитатора КП, мм			
	$h_{0(11)}$	$h_{0(12)}$	$h_{0(13)}$	$h_{0(14)}$
	$h_{(11)}$	$h_{(12)}$	$h_{(13)}$	$h_{(14)}$
$H^*2=1750 \text{ мм}$	Результаты измерения смещения от отметки планки установочной, мм			
	$S_{21}=$	$S_{22}=$	$S_{23}=$	$S_{24}=$
	Результаты измерения высоты от верхней поверхности короба до каждого имитатора КП, мм			
	$h_{0(21)}$	$h_{0(22)}$	$h_{0(23)}$	$h_{0(24)}$
	$h_{(21)}$	$h_{(22)}$	$h_{(23)}$	$h_{(24)}$
$H^*3=2500 \text{ мм}$	Результаты измерения смещения от отметки планки установочной, мм			
	$S_{31}=$	$S_{32}=$	$S_{33}=$	$S_{34}=$
	Результаты измерения высоты от верхней поверхности короба до каждого имитатора КП, мм			
	$h_{0(31)}$	$h_{0(32)}$	$h_{0(33)}$	$h_{0(34)}$
	$h_{(31)}$	$h_{(32)}$	$h_{(33)}$	$h_{(34)}$

Таблица 5.2 Расстояния от риски планки установочной до имитаторов КП

№ положения имитатора КП	Величина смещения КП, мм	Заданные значения $S_{\text{по}(j)}$, мм	Измеренные значения, $S_{\text{л}(j)}$, мм	Заданные значения $S_{\text{по}(j)}$, мм	Измеренные значения $S_{\text{п}(j)}$, мм
1	-300	1350		1950	
2	-700	950		2350	
3	+300	1950		1350	
4	+700	2350		950	

Примечание - при правильном измерении суммы расстояний $S_{\text{л}(j)}$ и $S_{\text{п}(j)}$ для одинаковых значений j должны отличаться не более, чем на 1 мм. Если отличия больше, то надо повторить измерения.

10.1.3.3 Схема измерения высоты и смещения имитаторов КП с обозначением точек измерения представлена на рисунке Б.1 приложение Б.

10.1.3.4 Отметку середины планки установочной принять за начало отсчета.

Штангенциркулем измерить высоты от верхней поверхности короба ПВИ до каждого имитатора КП, установленного на высоте H^*1 . Результаты измерений $h_{0(11)}, h_{0(12)}, h_{0(13)}, h_{0(14)}$ для положения имитаторов КП в четырех точках занести в таблицу 5.1

10.1.3.5 Систему подготовить к работе согласно эксплуатационной документации. Включить систему, запустить ПО «msd-wires».

10.1.3.6 ПВИ измерить положение имитаторов КП Результаты измерений смещений имитаторов $S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}$ и высот имитаторов $h_{(11)}, h_{(12)}, h_{(13)}, h_{(14)}$ занести в таблицу 5.1.

10.1.3.7 Последовательно установить планку установочную на высоту $H^*2=1750\pm50 \text{ мм}$ и $H^*3=2500\pm50 \text{ мм}$ относительно верхней поверхности короба ПВИ. Установленную высоту

проверить с применением рулетки. Повторить процедуры измерений по п. 10.1.3.4...10.1.3.6. Результаты измерений занести в таблицу 5.1.

10.1.3.8 Вычислить взаимное расположение имитаторов КП относительно друг друга, измеренное рулеткой в п. 10.1.2.2:

по горизонтали:

$$\Delta S_{0(1-2)} = S_{(0)2} - S_{(0)1} \quad (2)$$

$$\Delta S_{0(2-3)} = S_3 - S_2 \quad (3)$$

$$\Delta S_{0(3-4)} = S_4 - S_3 \quad (4)$$

Примечание - расстояние между имитаторами КП могут быть измерены на высоте $H^* = 1000$ мм;

по вертикали:

$$\Delta h_{0(1-2)} = h_{0(23)} - h_{0(13)} \quad (5)$$

$$\Delta h_{0(2-3)} = h_{0(33)} - h_{0(23)} \quad (6)$$

Примечание - расстояния по вертикали могут быть вычислены у третьего имитатора).

10.1.3.9 Вычислить взаимные положения имитаторов КП относительно друг друга по горизонтали, измеренные ПВИ:

$$\begin{aligned} \Delta S_{1(1-2)} &= S_{12} - S_{11} & \Delta S_{1(2-3)} &= S_{13} - S_{12} & \Delta S_{1(3-4)} &= S_{14} - S_{13} \\ \Delta S_{2(1-2)} &= S_{22} - S_{21} & \Delta S_{2(2-3)} &= S_{23} - S_{22} & \Delta S_{2(3-4)} &= S_{24} - S_{23} \\ \Delta S_{3(1-2)} &= S_{32} - S_{31} & \Delta S_{3(2-3)} &= S_{33} - S_{32} & \Delta S_{3(3-4)} &= S_{34} - S_{33} \end{aligned} \quad (7)$$

10.1.3.10 Результаты расчета занести в таблицу 5.3.

Пример расчета:

S_{12} – первый ряд второй имитатор (слева);

S_{11} – первый ряд первый имитатор и т.д.;

Если $S_3 = +300$, а $S_2 = -300$, то:

$$\Delta S_{1(2-3)} = 300 - (-300) = 600,$$

если $S_4 = 600$, то $\Delta S_{1(3-4)} = 600 - 300 = 300$,

$$\Delta S_{1(1-2)} = -300 - (-600) = 300$$

Таблица 5.3 Результаты вычисления взаимного положения имитаторов КП

$\Delta S_{0(1-2)} =$			$\Delta S_{0(2-3)} =$			$\Delta S_{0(3-4)} =$		
$\Delta S_{1(1-2)}$	$\Delta S_{2(1-2)}$	$\Delta S_{3(1-2)}$	$\Delta S_{1(2-3)}$	$\Delta S_{2(2-3)}$	$\Delta S_{3(2-3)}$	$\Delta S_{1(3-4)}$	$\Delta S_{2(3-4)}$	$\Delta S_{3(3-4)}$

10.1.3.11 Рассчитать взаимное положение имитаторов КП относительно друг друга по вертикали, измеренное ПВИ:

$$\begin{aligned} \Delta h_{1(1-2)} &= h_{21} - h_{11} & \Delta h_{1(2-3)} &= h_{31} - h_{21} \\ \Delta h_{2(1-2)} &= h_{22} - h_{12} & \Delta h_{2(2-3)} &= h_{32} - h_{22} \\ \Delta h_{3(1-2)} &= h_{23} - h_{13} & \Delta h_{3(2-3)} &= h_{33} - h_{23} \\ \Delta h_{4(1-2)} &= h_{24} - h_{14} & \Delta h_{4(2-3)} &= h_{34} - h_{24} \end{aligned} \quad (8)$$

Результаты расчета занести в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 Результаты вычисления взаимного положения имитаторов КП

$\Delta h_{0(1-2)} =$				$\Delta h_{0(2-3)} =$			
$\Delta h_{1(1-2)}$	$\Delta h_{2(1-2)}$	$\Delta h_{3(1-2)}$	$\Delta h_{4(1-2)}$	$\Delta h_{1(2-3)}$	$\Delta h_{2(2-3)}$	$\Delta h_{3(2-3)}$	$\Delta h_{4(2-3)}$

Результаты поверки считаются положительными, если одновременно выполняются условия:

$$|\Delta S_{(1-2)} - \Delta S_{0(1-2)}| \leq 3 \text{ мм для } i=1, 2, 3 \quad (9)$$

$$|\Delta S_{(2-3)} - \Delta S_{0(2-3)}| \leq 3 \text{ мм для } i=1, 2, 3 \quad (10)$$

$$|\Delta S_{(3-4)} - \Delta S_{0(3-4)}| \leq 3 \text{ мм для } i=1, 2, 3 \quad (11)$$

$$|\Delta h_{(1-2)} - \Delta h_{0(1-2)}| \leq 3 \text{ мм для } i=1, 2, 3, 4 \quad (12)$$

$$|\Delta h_{(2-3)} - \Delta h_{0(2-3)}| \leq 3 \text{ мм для } i=1, 2, 3, 4 \quad (13)$$

10.1.4 Подготовительные работы к проведению измерений абсолютной погрешности измерения высоты имитатора КП над УГР и смещения имитатора КП относительно оси токоприёмника (зигзаг и вынос) с использованием портала.

10.1.4.1 Портал представлен на рисунках В.1 и В.2 приложение В.

10.1.4.2 Измерения проводить без вагона. Направляющую установить на головки рельсов. На направляющей 2СР.352.6100 (рисунок А.1 приложение А) установить и закрепить упоры, расстояние между которыми должно быть меньше, чем ширина колеи в данном месте. С помощью рулетки определить середину расстояния между упорами и отметить это положение маркером (отметка середины направляющей).

10.1.4.3 Установить выбор программных режимов дальномера и выбрать режим измерения расстояния относительно позиционной скобы дальномера. Переместить направляющую влево до касания левого упора в головку левого рельса.

10.1.4.4 На направляющей вертикально установить дальномер в каретке, чтобы лазер дальномера попадал в центр имитатора КП портала. Дальномером измерить расстояние H_1 до имитатора КП на портале. Увеличить измеренное расстояние на 5 мм (радиус имитатора КП 4СР.352.4907). Измерить расстояние от отметки середины направляющей до отметки, нанесенной на корпус каретки дальномера (S_1). Результаты измерений занести в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 Результаты измерений и расчётов имитатора КП портала

№ пары	Результаты измерений и расчетов (S)			
	Серия измерений, мм			Действительное значение смещения $S_{\text{КП(д)}}$, мм
1	S_1		S_2	
2	S_3		S_4	
№ пары	Результаты измерений и расчетов (H)			
	Серия измерений, мм			Действительное значение высоты $H_{\text{КП(д)}}$, мм
1	H_1		H_2	
2	H_3		H_4	

10.1.4.5 Развернуть каретку с дальномером на угол 180° и повторить измерения п. 10.1.3.4. Результаты измерений H_2 , S_2 занести в таблицу 5.5.

10.1.4.6 Переместить направляющую вправо до касания правого упора в головку правого рельса и повторить измерения по п.10.1.4.4. Результаты измерений H_3 , S_3 и H_4 , S_4 занести в таблицу 5.8.

10.1.4.7 Рассчитать действительные значения смещения S от оси токоприемника и высоты H от УГР для имитатора КП, установленного на портале и занести в таблицу 5.5:

$$S_{\text{КП(д)}} = \frac{\sum_{i=1}^4 S_i}{4} \quad (14)$$

$$H_{\text{КП(д)}} = \frac{\sum_{i=1}^4 H_i}{4}. \quad (15)$$

Результаты расчетов $H_{\text{КП(д)}}$ и $S_{\text{КП(д)}}$ занести в таблицу 5.5.

10.1.5 Измерение абсолютной погрешности высоты КП над УГР и смещения КП относительно оси токоприёмника (зигзаг и вынос) с использованием портала.

10.1.5.1 Систему подготовить к работе согласно эксплуатационной документации и запустить ПО «msd-wires».

10.1.5.2 Установить вагон под портал и системой провести измерения высоты H_{kp} имитатора КП над уровнем верха головок рельсов и смещения S_{kp} относительно оси токоприёмника. Результаты измерений занести в таблицу 5.5 ($H_{kp(j)}$ и $S_{kp(j)}$).

10.1.5.3 С целью исключения влияния наклона вагона на результаты измерений провести проверку компенсации наклона вагона:

- с помощью домкратов поднять один из бортов вагона на высоту 30 ± 5 мм. Системой провести измерения высоты $H_{kp(2)}$ имитатора КП над уровнем верха головок рельсов и смещения $S_{kp(2)}$ относительно оси токоприёмника;

- результаты измерений занести в таблицу 5.6 в раздел измеренные значения;

10.1.5.4 повторить измерения по п. 10.1.5.3 системой еще для значений наклона вагона 45-50 мм и 60-70 мм, результаты измерений занести в таблицу 5.6 (значения $H_{kp(3)}$, $S_{kp(3)}$ и $H_{kp(4)}$, $S_{kp(4)}$, соответственно). Занести в таблицу 5.6 значения $H_{kp(d)}$ и $S_{kp(d)}$.

10.1.5.5 Повторить измерения по п. 10.1.5.3 для правого борта вагона и занести результаты измерений в таблицу 5.6 (значения $H_{kp(5)}$, $S_{kp(5)}$, $H_{kp(6)}$, $S_{kp(6)}$ и $H_{kp(7)}$, $S_{kp(7)}$, соответственно).

Таблица 5.6 Результаты измерений высоты и смещения

№ измерения	Действительные значения, мм		Измеренные значения, мм		ΔH_j	ΔH	ΔS_j	ΔS
	$H_{kp(d)}$	$S_{kp(d)}$	$H_{kp(j)}$	$S_{kp(j)}$				
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

10.1.5.6 Погрешность измерения высоты имитатора КП над уровнем верха головок рельсов рассчитать по формуле для каждого измерения и занести в таблицу 5.6:

$$\Delta H_j = H_{kp(j)} - H_{kp(d)} \quad (16)$$

10.1.5.7 Погрешность измерения смещения имитаторов КП относительно оси токоприёмника (зигзаг и вынос) рассчитать по формуле для каждого измерения и занести в таблицу 5.9:

$$\Delta S_j = S_{kp(j)} - S_{kp(d)} \quad (17)$$

10.1.5.8 За значение абсолютной погрешности ΔH и ΔS принять максимальное по модулю значение для всех точек измерений при разных наклонах вагона из рассчитанных значений. Результаты занести в таблицу 5.6.

10.1.5.9 Результаты поверки считаются положительными, если:

– значение абсолютной погрешности измерения высоты контактного провода над УГР не превышает ± 10 мм;

– значение абсолютной погрешности измерения смещения контактного провода относительно оси токоприёмника (зигзаг и вынос) не превышает ± 10 мм.

10.1.6 Измерение абсолютной погрешности высоты КП от УГР и смещения КП относительно оси токоприёмника (зигзаг и вынос) с использованием рамы калибровочной

10.1.6.1 Установить планку установочную с любым одним имитатором КП на высоту примерно $H^*_{\text{I}}=5500$ мм относительно УГР. Установленную высоту проверить с применением рулетки.

10.1.6.2 Переместить направляющую вправо до касания правого упора в головку правого рельса. На направляющей со стороны левого борта кузова вагона в месте расположения шкалы линейки установить каретку с дальномером. Установить выбор программных режимов дальномера и выбрать режим измерения расстояния относительно позиционной скобы дальномера.

10.1.6.3 Дальномером измерить расстояние $H_{\text{L}(1)}$ со стороны левого борта вагона от направляющей до отметки на планке установочной. Результаты измерений занести в таблицу 5.7.

Таблица 5.7 Результаты измерений и расчётов для левого борта вагона

№ пары	Результаты измерений и расчетов (L)				Результат измерения L_{L} , мм
	Серия измерений, мм			Среднее значение, мм	
1	$L_{\text{L}(1)}$		$L_{\text{L}(2)}$		
2	$L_{\text{L}(3)}$		$L_{\text{L}(4)}$		
№ пары	Результаты измерений и расчетов (H)				Результат измерения H_{L} , мм
	Серия измерений, мм			Среднее значение, мм	
1	$H_{\text{L}(1)}$		$H_{\text{L}(2)}$		
2	$H_{\text{L}(3)}$		$H_{\text{L}(4)}$		

10.1.6.4 Измерить расстояние $L_{\text{L}(1)}$ от отметки середины направляющей до отметки, нанесенной на корпус каретки дальномера. Результаты измерений занести в таблицу 5.7.

10.1.6.5 Развернуть держатель с дальномером на угол 180° и повторить измерения п.п. 10.1.6.3, 10.1.6.4. Результаты измерений $H_{\text{L}(2)}$, $L_{\text{L}(2)}$ занести в таблицу 5.7.

Сместить направляющую влево до касания левого упора в головку левого рельса. Повторить измерения по п.п. 10.1.6.3-10.1.6.5, получая результаты измерений $H_{\text{L}(3)}$, $L_{\text{L}(3)}$, $H_{\text{L}(4)}$, $L_{\text{L}(4)}$. Результаты измерений занести в таблицу 5.7.

10.1.6.6 Рассчитать значения L_{L} и H_{L} по формулам:

$$L_{\text{L}} = \frac{\sum_{i=1}^4 L_{\text{L}i}}{4} \quad (18)$$

$$H_{\text{L}} = \frac{\sum_{i=1}^4 H_{\text{L}i}}{4} \quad (19)$$

Результаты расчетов занести в таблицу 5.7

10.1.6.7 Повторить операции с п.п. 10.1.6.3-10.1.6.5 для правого борта. Результаты измерений занести в таблицу 5.8.

10.1.6.8 Рассчитать значения L_{II} и H_{II} по формулам:

$$L_{\text{II}} = \frac{\sum_{i=1}^4 L_{\text{II}i}}{4} \quad (20)$$

$$H_{\text{II}} = \frac{\sum_{i=1}^4 H_{\text{II}i}}{4} \quad (21)$$

Результаты расчетов занести в таблицу 5.8

Таблица 5.8 Результаты измерений и расчётов для правого борта вагона

№ пары	Результаты измерений и расчетов (L)				Результат измерения L _п , мм
	Серия измерений, мм			Среднее значение, мм	
1	L _{п(1)}		L _{п(2)}		
2	L _{п(3)}		L _{п(3)}		
№ пары	Результаты измерений и расчетов (H)				Результат измерения H _п , мм
	Серия измерений, мм			Среднее значение, мм	
1	H _{п(1)}		H _{п(2)}		
2	H _{п(3)}		H _{п(3)}		

10.1.6.9 Рассчитать действительное значение высоты установленного имитатора КП над УГР и его смещения относительно оси токоприёмника:

$$H_{\text{кп}} = \frac{H_{\text{п}} \cdot S_{\text{п(j)}} + H_{\text{п}} \cdot S_{\text{л(j)}}}{S_{\text{л(j)}} + S_{\text{п(j)}}} + d \quad (22)$$

$$S_{\text{кп}} = \frac{S_{\text{л(j)}} \cdot L_{\text{п}} - S_{\text{п(j)}} \cdot L_{\text{п}}}{S_{\text{л(j)}} + H_{\text{п(j)}}} \quad (23)$$

где j – номер имитатора КП по таблице

S_{п(j)} – расстояние от левой риски планки установочной до каждого имитатора, измеренные рулеткой из таблицы 5.2;

S_{л(j)} – расстояние от правой риски планки установочной до каждого имитатора, измеренные рулеткой из таблицы 5.2;

L_п, H_п, L_п и H_п – расстояния из таблиц 5.7 и 5.8;

d – сумма расстояний от УГР до позиционной скобы дальномера, установленного в каретку и расстояния от низа планки установочной до центра имитатора КП.

Результаты занести в таблицу 5.9.

10.1.6.10 Систему подготовить к работе согласно эксплуатационной документации. Запустить ПО «msd-wires».

10.1.6.11 Системой провести 4 измерения высоты имитатора КП над УГР и смещения относительно оси токоприёмника. Результаты измерений H_{кп(i)кив} и S_{кп(i)кив}, где i = 1...4, занести в таблицу 5.9 (измеренные значения).

Таблица 5.9 Результаты измерений высоты и смещения

№ положения имитатора КП	Действительное значение d, мм	Действительные значения, мм		Измеренные значения, мм	
		H _{кп(d)}	S _{кп(d)}	H _{кп(i)кив}	S _{кп(i)кив}
1					
2					
3					
4					

10.1.6.12 Погрешность измерения высоты имитатора КП над УГР рассчитать по формуле:

$$\Delta H_i = H_{\text{кп}(i)\text{кив}} - H_{\text{кп}(i)\text{д}} \quad (24)$$

Погрешность измерения смещения имитатора КП относительно оси токоприёмника рассчитать по формуле:

$$\Delta S_i = S_{\text{кп}(i)\text{кив}} - S_{\text{кп}(i)\text{д}} \quad (25)$$

10.1.6.13 За значение абсолютной погрешности ΔH и ΔS принять максимальное по модулю значение погрешностей для всех измерений.

10.1.6.14 Результаты поверки считаются положительными, если:

- значение абсолютной погрешности измерения высоты контактного провода над УГР не превышает ± 10 мм;

- значение абсолютной погрешности измерения смещения контактного провода относительно оси токоприёмника (зигзаг и вынос) не превышает ± 10 мм.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерения отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно уровня верха головок рельсов (далее - УГР).

10.2.1 Систему подготовить к работе согласно эксплуатационной документации. Включить систему и запустить ПО Подсистемы «ДБП-2», «msd-rails».

10.2.2 Абсолютную погрешность измерения отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно УГР определять с применением шаблонов мер длины либо мер длины концевых плоскоконцовых (далее – КМД) и вспомогательного приспособления согласно таблицы 3.

10.2.2 Взаимное расположение вагона, средств поверки и вспомогательных приспособлений приведены на рисунке Г.1 приложение Г.

10.2.3 Вагон с помощью домкратов, установленных с каждого борта вагона, поднять на высоту 100 мм от УГР.

10.2.4 Под вагон на рельсы установить стенд для проверки параметров датчиков положения кузова МЛАС.401749.909 (далее – стенд).

10.2.5 На стенд установить имитаторы головок рельсов (далее – имитаторы), совместить их с положением рельсов таким образом, чтобы имитаторы находились строго над рельсами.

10.2.6 На стенд под имитаторы установить КМД с номинальным значением длины 80 мм с каждой стороны, чтобы приспособление находилось на высоте 80 мм над УГР (рисунок Г.1 схема «а» приложение Г).

10.2.7 Последовательно с правой стороны на стенд на КМД 80 мм установить КМД с номинальными значениями длины 10 мм, 20 мм, 50 мм для точек -10 мм, -30 мм, -80 мм нижнего диапазона измерения (рисунок Г.1 схема «б», приложение Г).

10.2.8 Для каждой точки системой провести измерения отклонения высоты правого борта вагона относительно уровня верха головок имитаторов $h_{\text{пп}(-10)}$, $h_{\text{пп}(-30)}$, $h_{\text{пп}(-80)}$. Действительные значения КМД и результаты измерений занести в таблицу 6.1

Таблица 6.1 Результаты измерений для точек нижнего диапазона измерений

Точки диапазона измерений	Номинальные значения КМД, мм	Действительные значения, мм	Измеренные значения высоты правого борта ($h_{\text{пп}}$), мм	Измеренные значения высоты левого борта ($h_{\text{пп}}$), мм
-10 мм	10			
-30 мм	10+20			
-80 мм	10+20+20			

10.2.9 Снять КМД 80 мм и провести измерения отклонения высоты правого борта вагона в диапазоне от 0 до 80 мм. Для этого последовательно снять КМД 10 мм, 20 мм, 50 мм и провести измерения отклонения высоты правого борта вагона относительно уровня верха головок имитаторов $h_{\text{пп}(+10)}$, $h_{\text{пп}(+30)}$, $h_{\text{пп}(+80)}$ для точек +10 мм, +30 мм, +80 мм верхнего диапазона измерения (схема «в»). Результаты измерений занести в таблицу 6.2.

Повторить измерения по п.п.10.2.6...10.2.9 для левого борта вагона. Результаты измерений занести в таблицу 6.1 и в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 Результаты измерений для точек верхнего диапазона измерений

Точки диапазона измерений	Номинальные значения КМД, мм	Действительные значения, мм	Измеренные значения высоты правого борта ($h_{\text{п}}$), мм	Измеренные значения высоты левого борта ($h_{\text{л}}$), мм
+10 мм	10			
+30 мм	10+20			
+80 мм	10+20+50			

10.2.10 Погрешность измерения отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно УГР рассчитать для трёх точек верхнего и нижнего диапазона измерений по формуле:

$$\Delta h_i = h_{(\text{п/л})i} - L_{i(\text{кмд})}, \quad (26)$$

где i – точка диапазона измерений, мм;

$h_{\text{п/л}}$ – измеренные значения высоты правого/левого борта вагона, мм;

$L_{i(\text{кмд})}$ – действительное значение длины КМД для заданной точки диапазона измерений, мм.

10.2.11 За значение абсолютной погрешности принять максимальное по модулю значение для всех точек верхнего и нижнего диапазонов измерений из рассчитанных значений в таблице 5.3 и в таблице 5.4, взятых по модулю.

Результаты поверки считаются положительными, если полученное значение абсолютной погрешности измерения отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно УГР в диапазоне измерений ± 80 мм не превышает ± 1 мм.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерения горизонтального смещения продольной оси вагона относительно оси пути.

Абсолютную погрешность измерения горизонтального смещения продольной оси вагона относительно оси пути определять с применением мер длины концевых плоскопараллельных (далее – КМД) и вспомогательного приспособления согласно таблице 4.

Взаимное расположение вагона, средств поверки и вспомогательных приспособлений приведены на рисунке Г.1 приложение Г.

10.3.1 К нижней металлической рейке стенда (далее – нижняя рейка стендса) с правой стороны зафиксировать торцевую пластину под углом 90° .

10.3.2 Систему подготовить к работе согласно эксплуатационной документации. Включить систему и запустить ПО подсистемы видео измерительной msd-wires.

10.3.3 Слева от торцевой пластины на нижнюю рейку стендса последовательно установить КМД с номинальными значениями длины 10 мм, 20 мм и 20 мм, формируя наборы в 10 мм, 30 мм и 50 мм. При каждой установке КМД совместить поверхности КМД с торцевой пластиной и перемещать относительно головок рельсов вправо на длину соответствующей КМД (рисунок Г.1 схема «д» приложение Г). При этом продольная ось вагона смещается на 10 мм, 30 мм и 50 мм влево относительно оси пути.

10.3.4 Для каждой точки провести измерения горизонтального смещения продольной оси вагона относительно оси пути влево $L_{\text{л}(10)}$, $L_{\text{л}(30)}$, $L_{\text{л}(50)}$ для точек 10 мм, 30 мм, 50 мм диапазона измерения смещения влево. Действительные значения КМД 10 мм, 20 мм и 20 мм. Результаты измерений занести в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 Результаты измерений горизонтального смещения оси пути влево

Точки диапазона измерений	Номинальные значения КМД, мм	Действительные значения КМД, мм	Измеренные значения смещения (L_i), мм
10 мм	10		
30 мм	10 + 20		
50 мм	10 + 20 + 20		

10.3.5 Погрешность измерения горизонтального смещения продольной оси вагона относительно оси пути рассчитать для трёх точек диапазона измерений для правого и левого бортов вагона по формуле:

$$\Delta L_i = L_{(п/л)i} - L_{i(\text{кмд})}, \quad (27)$$

где i – точка диапазона измерений, мм;

$L_{п/л}$ – измеренные значения горизонтального смещения продольной оси вагона относительно оси пути для правого/левого борта вагона, мм;

$L_{i(\text{кмд})}$ – действительное значение длины КМД для заданной точки диапазона измерений, мм.

За значение абсолютной погрешности принять максимальное по модулю значение для всех точек диапазона измерений из рассчитанных значений.

10.3.6 Результаты поверки считаются положительными, если полученное значение абсолютной погрешности измерения отклонения высоты правого и левого бортов вагона относительно УГР в диапазоне измерений ± 50 мм не превышает ± 1 мм.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке и (или) внесение записи о проведенной поверке в паспорт средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

11.3 При отрицательных результатах поверки средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

К.А. Ревин

Приложение А
(обязательное)

Взаимное расположение вагона, средств измерений и вспомогательных приспособлений

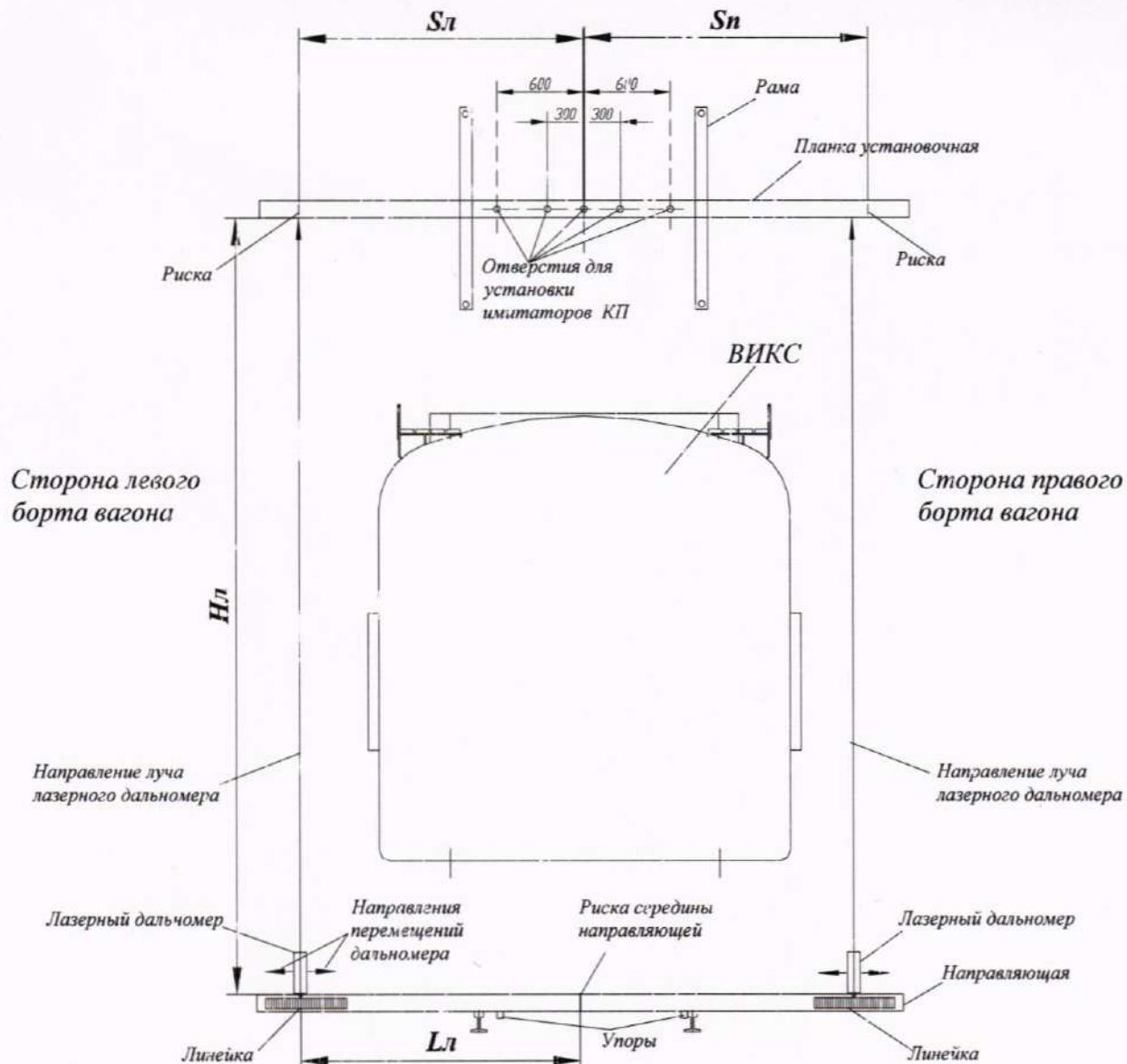


Рисунок А.1 Взаимное расположение вагона, средств поверки и вспомогательных приспособлений

Приложение Б
(обязательное)

Схема измерения высоты и смещения имитаторов КП

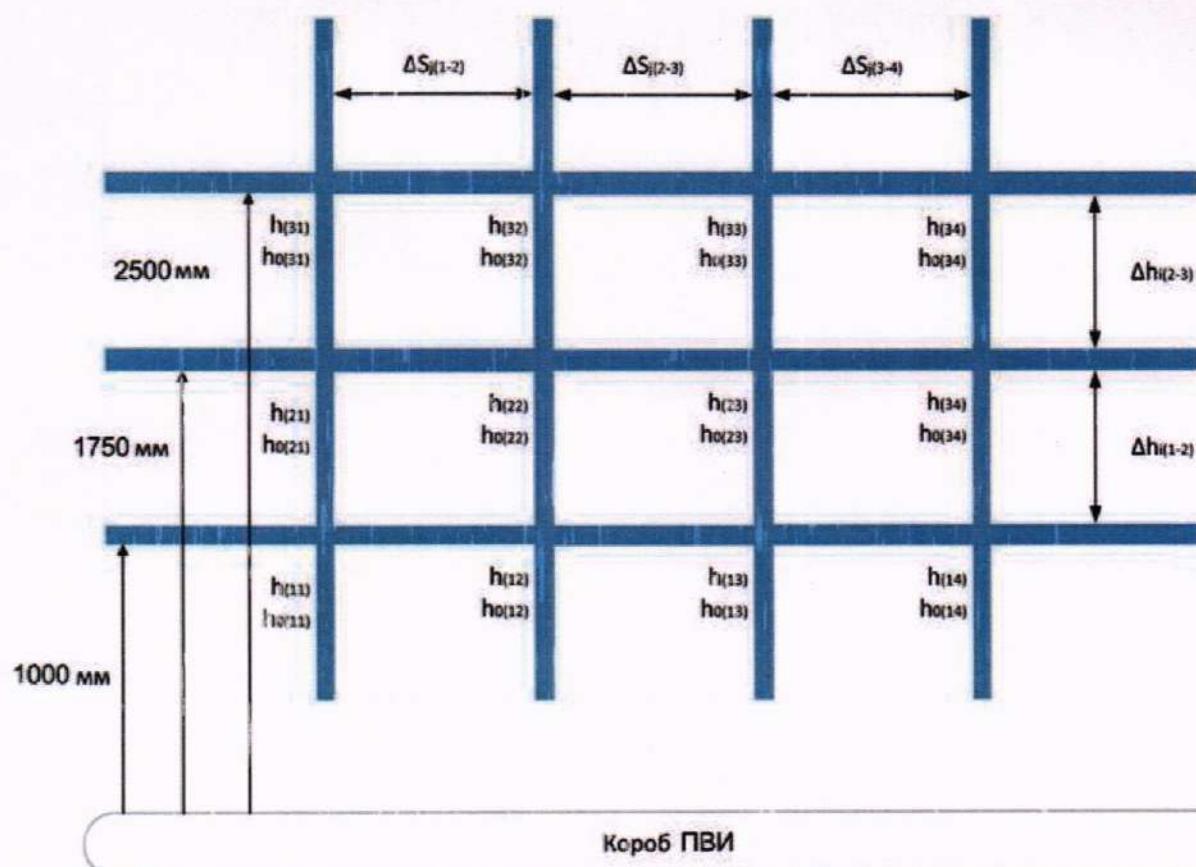


Рисунок Б.1 Схема измерения высоты и смещения имитаторов КП

Приложение В
(обязательное)

Взаимное расположение вагона, портала и вспомогательных приспособлений

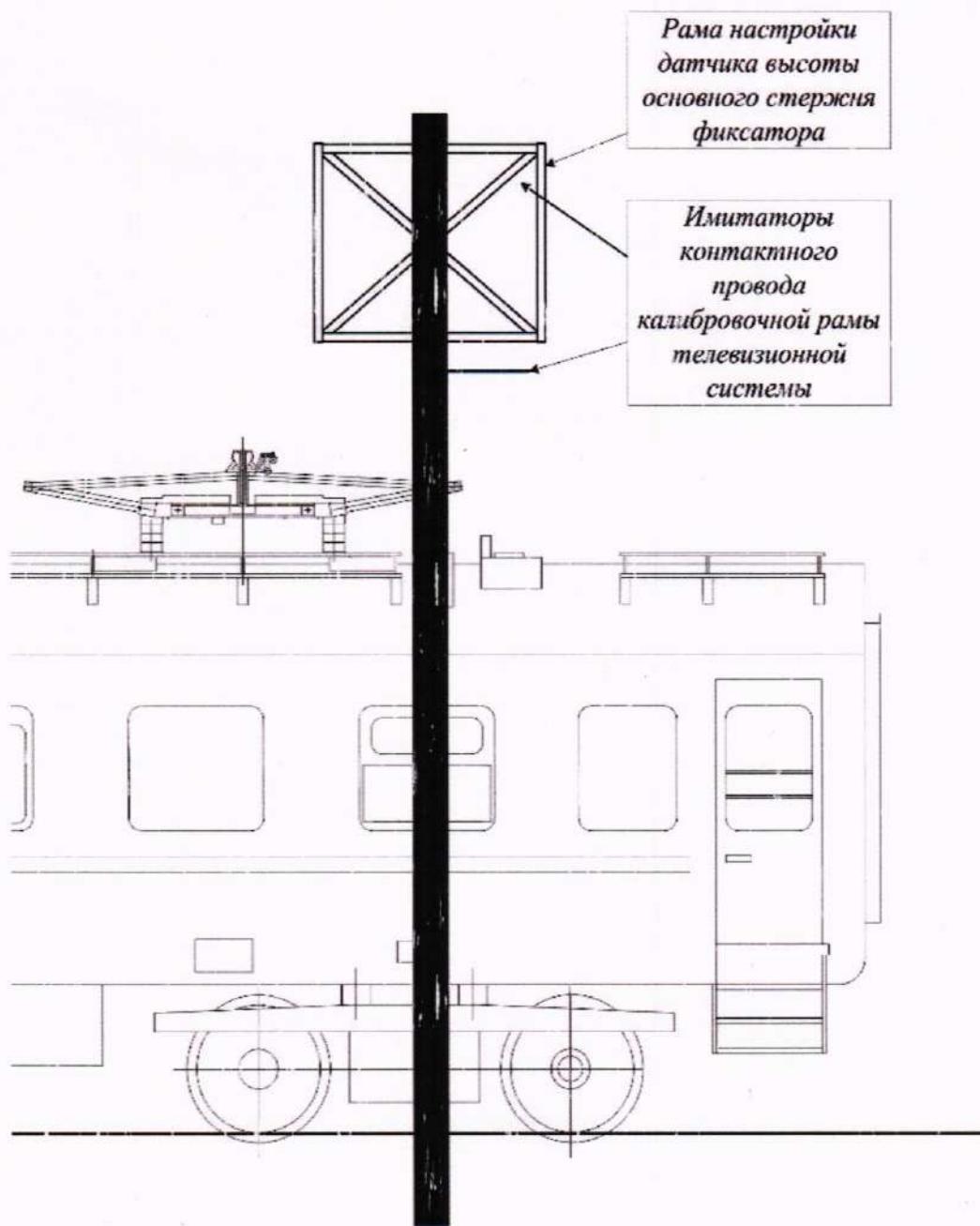


Рисунок В.1 Взаимное расположение вагона, портала и вспомогательных приспособлений

Продолжение приложения В
(обязательное)

Взаимное расположение вагона, портала и вспомогательных приспособлений

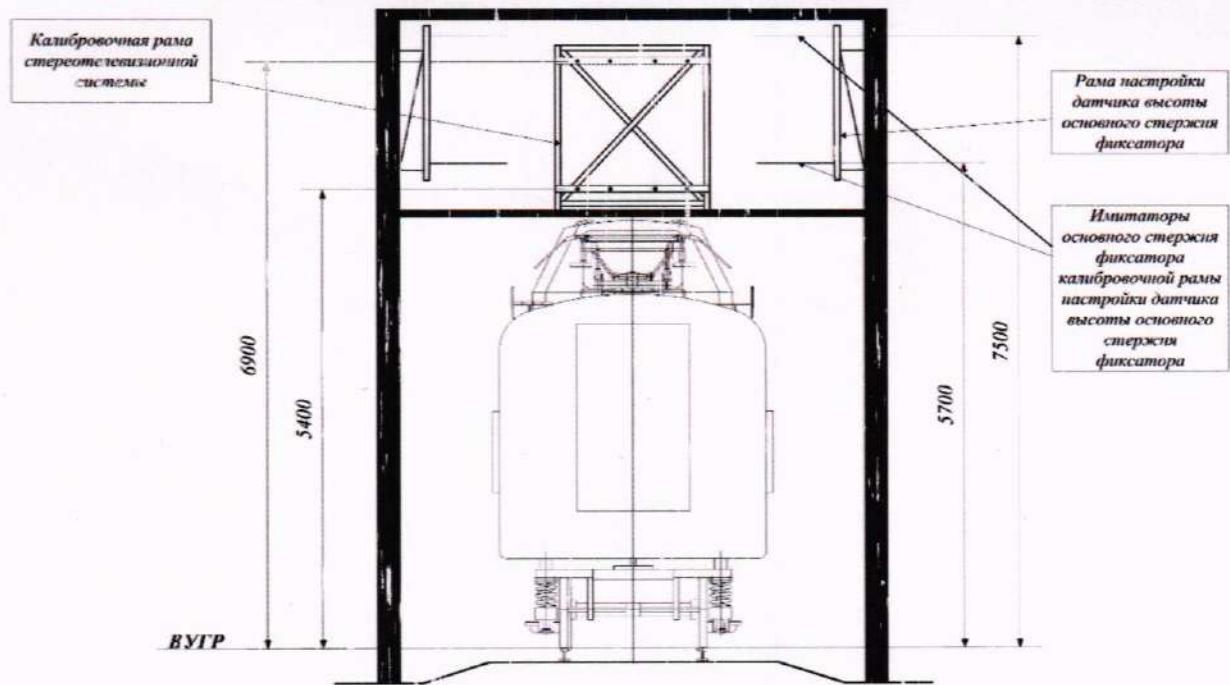
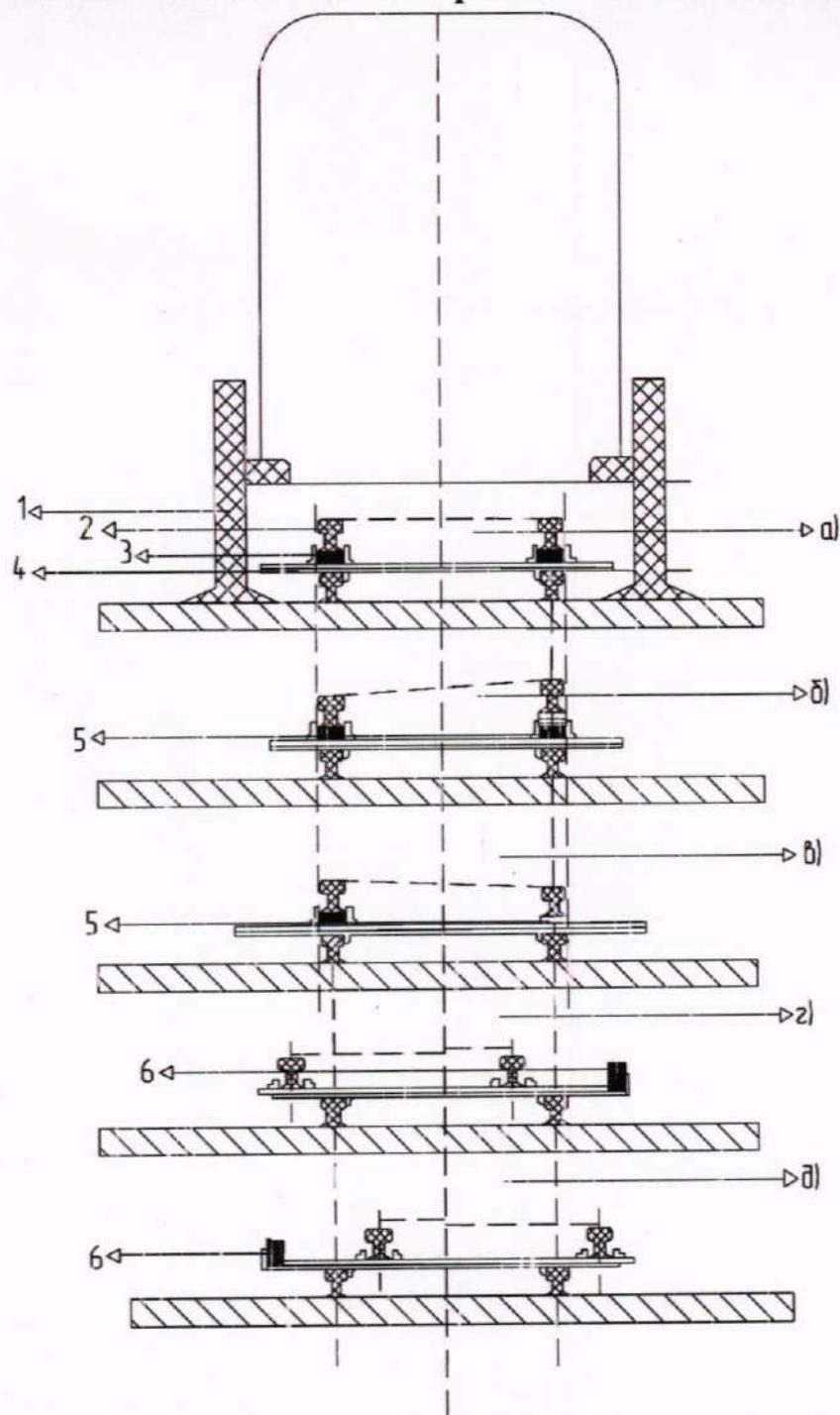


Рисунок В.2 Взаимное расположение вагона, портала и вспомогательных приспособлений

Приложение Г
(обязательное)

Схема расположения вспомогательных приспособлений относительно вагона



**Рисунок Г.1 Схема расположения средств измерений и вспомогательных приспособлений
относительно ВАГОНА**

1 – вагонный домкрат, 2 – имитаторы головок рельсов, 3 – КМД 80 мм, 4 – стенд для проверки параметров датчиков положения кузова, 5 – КМД 10 мм (20 мм, 50 мм), 6 – Торцевая пластина, КМД 10 мм, 20 мм, 20 мм. Схемы – а), б), в), г), д).

Приложение Д
(обязательное)

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от 0 до 6900 мм

