

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

_____ апреля _____ 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Установки автоматизированного бесконтактного
ультразвукового контроля рельсов
зеркально-теневым методом
EMATEST-RAIL-I**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

654-21-019 МП

Москва 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	3
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	12
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А (ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ)	13

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок установок автоматизированного бесконтактного ультразвукового контроля рельсов зеркально-теневым методом EMATEST-RAIL-I (далее по тексту – установки), заводские номера NK.1520.001 (установка EMATEST-RAIL-I-25) и № NK.1510.001 (установка EMATEST-RAIL-I-100), изготовленных ООО «Компания «Нординкрафт», г. Череповец Вологодской обл.

Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемых установок к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 2-2021, ГЭТ 193-2011.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

Интервал между поверками – 1 год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения (далее – по) средства измерений	9	да	да
4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки	10.1	да	да
5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координаты дефекта относительно переднего торца рельса	10.2	да	да

2.2 Поверка установок осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальные предприниматели.

2.3 Поверка установки прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 1, а установку признают не прошедшей поверку.

2.4 Не допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 18 до 28;
- относительная влажность воздуха, %, не более 75.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки установок допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющий право на поверку (аттестован-

ными в качестве поверителей), изучивший устройство и принцип работы средств поверки по эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средства измерения или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
10.1	Тестер ультразвуковой МХ01-УЗТ-1 (далее – тестер), размах напряжения высокочастотного сигнала на нагрузке 50 Ом ($2,0 \pm 0,3$) В, диапазон ослабления аттенюатора от 0 до 101 дБ с дискретностью 0,1 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности на частоте 10 МГц $\pm(0,1+0,0075 \cdot N)$ дБ, где N – значение устанавливаемого ослабления в [дБ]
10.2	Штангенциркуль двусторонний Micron (далее – штангенциркуль), диапазон измерений от 0 до 500 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ мм
10.2	Мера из комплекта мер моделей дефектов СО5 (далее – мера СО5), номинальное значение расстояния от переднего торца рельса до оси симметрии МД (МН1, МW1) и его отклонение 200^{+0}_{-2} мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения расстояния от переднего торца рельса до МД
10.2	Мера из комплекта мер моделей дефектов СО8 (далее – мера СО8), номинальное значение расстояния от переднего торца рельса до оси симметрии МД (МН1, МW1) и его отклонение 750_{-3} мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения расстояния от переднего торца меры до МД ± 5 мм
Вспомогательное оборудование	
10.2	Линейка измерительная металлическая торговой марки «Калиброн» (далее – линейка), ц. д. 1 мм

5.2 Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

5.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналоги, обеспечивающие определение метрологических характеристик установки с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Работа с установкой и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на средства поверки.

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80.

6.3 Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

75.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие установки следующим требованиям:

- комплектность установки в соответствии с руководством по эксплуатации (далее – РЭ);
 - отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность установки;
 - наличие маркировки установки в соответствии с документацией.
- 7.2 Результаты поверки считать положительными, если установка соответствует требованиям, приведенным в п. 6.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Если установка и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 5.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа.

8.2 Подготовить установку и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ.

8.3 Запустить ПО «EMATEST-RAIL-I».

8.4 В соответствии с РЭ для установки EMATEST-RAIL-I-25 провести контроль меры CO5, для установки EMATEST-RAIL-I-100 - контроль меры CO8. Скорость перемещения меры установить в диапазоне от 0,9 до 1,6 м/с.

8.5 Результат поверки считать положительным, если контроль меры завершился без ошибок, в мере выявлены и отображаются на экране модели дефектов MW1, MW2, MW3, MH1, MH2, MH3 (рисунок 1).

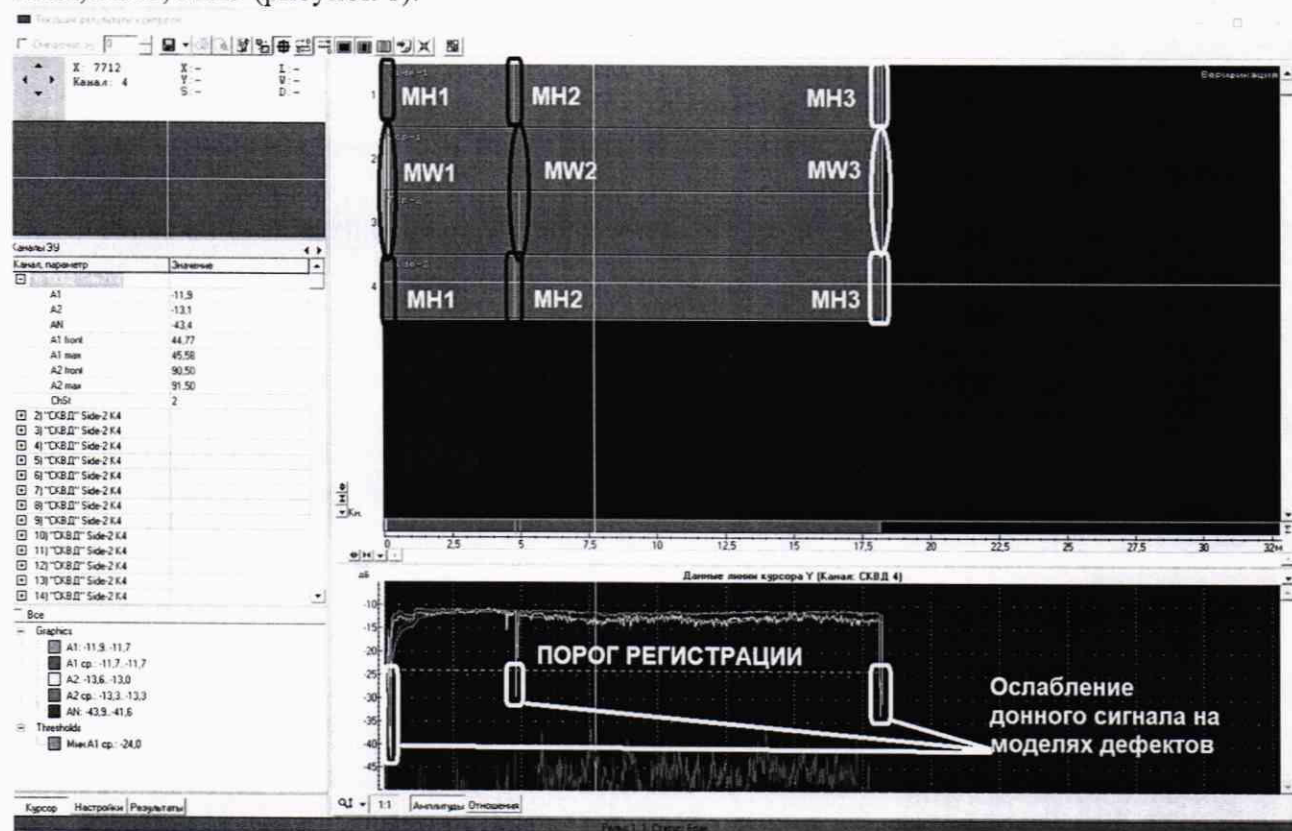


Рисунок 1 – Результат контроля

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В верхней части окна ПО «EMATEST-RAIL-I» зайти в меню «Помощь», далее выбрать «О программе».

9.2 В появившемся окне прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.3 На экране панели автоматики в правом верхнем углу прочитать идентификационное

наименование и номер версии ПО.

9.4 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	EMATEST-RAIL-I	NK_PLC
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.6	не ниже 210120
Цифровой идентификатор ПО	–	

9.5 Результат поверки считать положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки

10.1.1 В верхней части окна ПО «EMATEST-RAIL-I» зайти в меню «Параметры ВРЧ», далее в окне «Канал» установить параметры аналогично рисунку **Ошибка! Источник ссылки не найден.** и нажать «ОК».

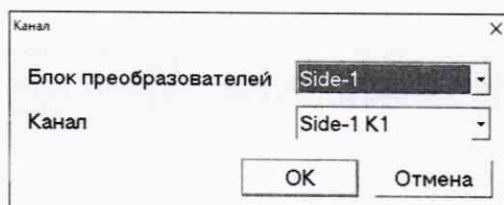


Рисунок 2 – Настройки окна «Канал»

10.1.2 В появившемся окне «Side-1 K1» убрать галочку в пункте «Включить ВРЧ», затем нажать кнопку «Во все», далее «ОК».

10.1.3 В верхней части окна ПО «EMATEST-RAIL-I» зайти в меню «Параметры синхроимпульса». В появившемся окне нажать кнопку «Период ЗИ», установить галочку в пункте «Автоматически отключать ЗИ», установить в поле значений «Период, мкс» – 1000, затем нажать кнопку «Применить».

10.1.4 В верхней части окна ПО «EMATEST-RAIL-I» зайти в меню «Состояние каналов». В появившемся окне установить усиление «0» на всех блоках преобразователей, и оставить активным только канал 1 приемника установки на блоке преобразователей «Side 1» (рисунок 3).

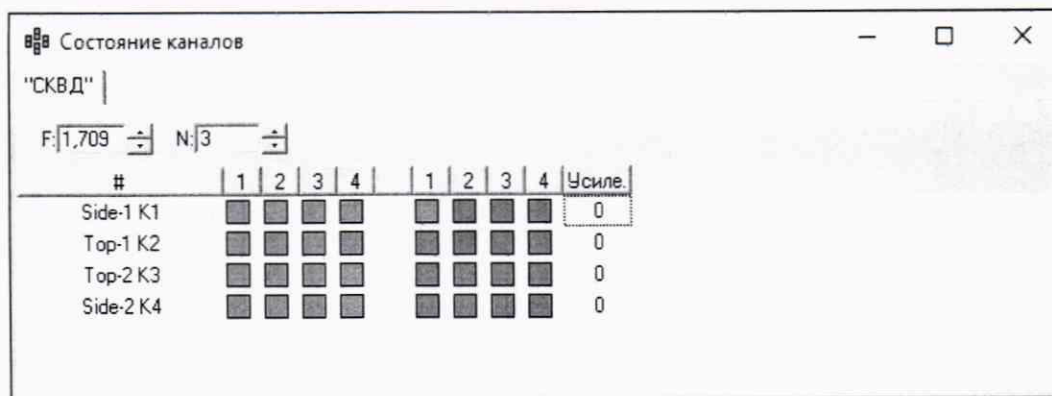


Рисунок 3 – Настройки окна «Состояние каналов»

10.1.5 Присоединить блок адаптера для подключения УЗ-Тестера (далее – адаптер УЗ-Тестера) из состава установки в соответствии с РЭ к блоку преобразователей установки «Side 1». Перед подключением адаптера УЗ-Тестера необходимо выкрутить предохранитель на блоке преобразователей установки!

10.1.6 Собрать схему в соответствии с рисунком 4.

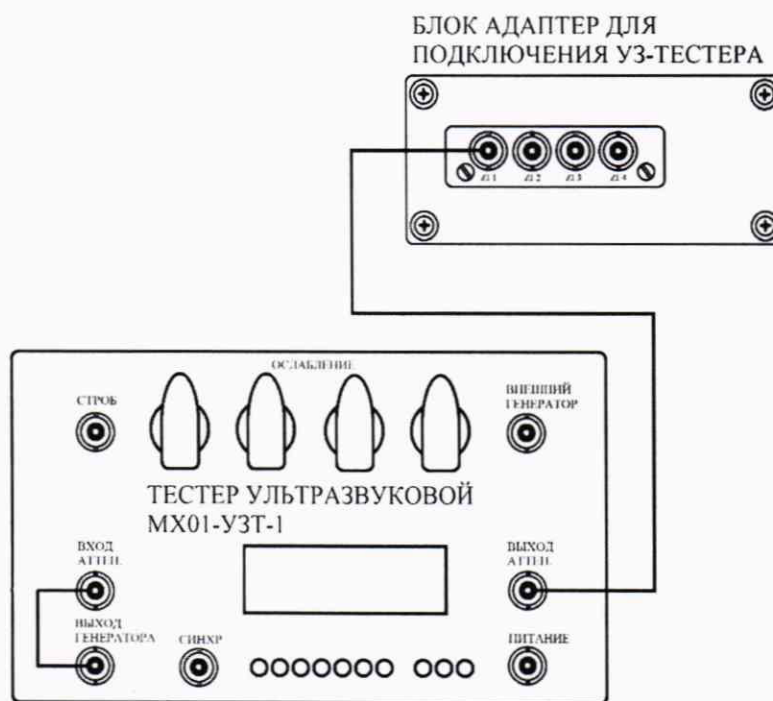


Рисунок 4 – Схема соединения для измерений отношения амплитуд сигналов на входе приемника установки

10.1.7 Установить на тестере следующие параметры работы генератора:

- Режим - непрерывный синус (нажата кнопка «3» блока «режим»);
- Синхронизация внутренняя;
- Частота 1,8 МГц.

10.1.8 На тестере все регуляторы «ОСЛАБЛЕНИЕ» перевести в положение 0 дБ.

10.1.9 В окне «Параметры синхроимпульсов» убрать галочку в пункте «Автоматически отключать ЗИ», затем нажать кнопку «Применить».

10.1.10 Подать сигнал с выхода генератора на вход аттенюатора тестера. На развертке блока преобразователей «Side-1» отобразится сигнал, амплитуду которого необходимо подстроить, меняя амплитуду сигнала генератора УЗ-Тестера, до уровня минус 12 дБ (рисунок

5).

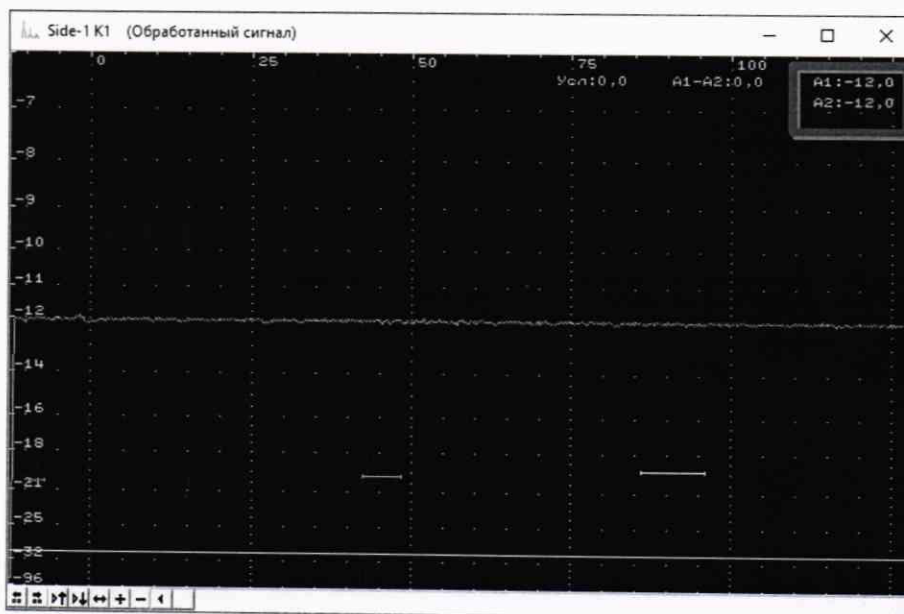


Рисунок 5 – Сигнал, поданный с генератора на развертке блока преобразователей «Side-1»

10.1.11 Регулятором «ОСЛАБЛЕНИЕ» на тестере установить значение 6 дБ. На развертке, в поле, выделенном на рисунке 5 красной рамкой, зафиксировать значение амплитуды. Измерение провести три раза и рассчитать среднее значение амплитуды сигнала по результатам трех измерений.

10.1.12 Рассчитать абсолютную погрешность измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки по формуле (1):

$$\Delta G = |G_A - G_{A0}| - |G_y|, \text{ дБ} , \quad (1)$$

где G_y – ослабление, установленное на тестере, дБ;

G_{A0} – амплитуда сигнала, зафиксированная в пункте 10.1.10;

G_A – среднее значение амплитуды сигнала, полученное в пункте 10.1.11, дБ.

10.1.13 Повторить операции по пунктам 10.1.11 и 10.1.12 для следующих значений «ОСЛАБЛЕНИЕ» на тестере: 12, 18, 24 и 30 дБ.

10.1.14 Повторить операции по пунктам 10.1.10-10.1.13 для всех каналов адаптера УЗ-Тестера.

10.1.15 Повторить операции по пунктам 10.1.1-10.1.14 для всех блоков преобразователей установки.

10.1.16 Результат поверки считать положительным, если значения абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки в диапазоне от 0 до 30 дБ находятся в пределах ± 2 дБ.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координаты дефекта относительно переднего торца рельса

10.2.1 Определение диапазона измерения координат дефекта относительно переднего торца рельса выполнить в два этапа:

- определение нижней границы диапазона – путём контроля меры СО5 (для установки EMATEST-RAIL-I-25), содержащей модели дефектов, подлежащих выявлению установкой, расположенных на расстоянии 200 мм от переднего торца рельса, и путем контроля меры СО8 (для установки EMATEST-RAIL-I-100), содержащей модели дефектов, подлежащих выявлению установкой, расположенных на расстоянии 750 мм от переднего торца рельса;

- определение верхней границы диапазона - при помощи колеса энкодера (одометра), входящего в состав установки. Координата дефекта вдоль оси рельса эквивалентна пути, пройденному колесом энкодера (одометра).

10.2.2 Определение нижней границы диапазона

10.2.2.1 Подготовить установку к работе в соответствии с РЭ.

10.2.2.2 Получить дефектограмму контроля меры СО5 (для установки EMATEST-RAIL-I-25) и СО8 (для установки EMATEST-RAIL-I-100), прошедшей через установку на рабочей скорости (скорость перемещения должна быть в диапазоне от 0,9 до 1,6 м/с.).

10.2.2.3 По дефектограмме определить измеренную установкой координату положения моделей дефектов MW1, MN1.

10.2.2.4 Измерения повторить пять раз. Рассчитать среднее значение координаты положения моделей дефектов по результатам пяти измерений.

10.2.2.5 Рассчитать абсолютную погрешность определения координаты дефекта по длине рельса для нижней границы диапазона как разность между средним значением по результатам пяти измерений координаты дефекта по длине рельса и действительным положением модели дефекта, взятым из протокола поверки меры.

10.2.3 Определение верхней границы диапазона

10.2.3.1 Измерить штангенциркулем диаметр d , мм, колеса энкодера (одометра) десять раз в разных точках. Усреднить результат и получить значение d_{cp} , мм.

10.2.3.2 Рассчитать среднее квадратическое отклонение S_x , мм, среднего арифметического серии измерений диаметра колеса d , мм, по формуле (2):

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{j=n} (d_j - d_{cp})^2}{n(n-1)}} \quad , \quad (2)$$

где d_j – значение диаметра, полученное при j -м измерении, мм;

$n=10$ – число измерений.

10.2.3.3 Рассчитать значение случайной погрешности ε , мм, серии измерений диаметра по формуле (3):

$$\varepsilon = t \cdot S_x \quad , \quad (3)$$

где t – коэффициент Стьюдента ($t=2,262$).

10.2.3.4 Рассчитать значение среднего квадратического отклонения неисключённой систематической погрешности S_θ , мм, серии измерений по формуле (4):

$$S_\theta = \frac{\theta_\Sigma}{\sqrt{3}} \quad , \quad (4)$$

где θ_Σ – абсолютная погрешность штангенциркуля, приведённая в его свидетельстве о поверке, мм.

10.2.3.5 Рассчитать значение суммарного среднего квадратического отклонения S_Σ , мм, серии измерений диаметра по формуле (5):

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\theta^2 + S_x^2} \quad . \quad (5)$$

10.2.3.6 Рассчитать значение абсолютной погрешности Δ , мм, серии измерений диаметра по формуле (6):

$$\Delta = K \cdot S_\Sigma \quad , \quad (6)$$

где K – коэффициент, который рассчитывается по формуле (7):

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_\Sigma}{S_x + S_\theta} \quad . \quad (7)$$

10.2.3.7 Рассчитать длину окружности $l_{окр}$, мм, по формуле (8):

$$l_{окр} = \pi \cdot d_{cp} \quad . \quad (8)$$

10.2.3.8 На колесе энкодера (одометра) цветным маркером нанести прямую линию, в качестве метки отсчета оборотов. Затем установить линейку как показано на рисун-

ке 6 (необходимо жестко зафиксировать ее магнитами).

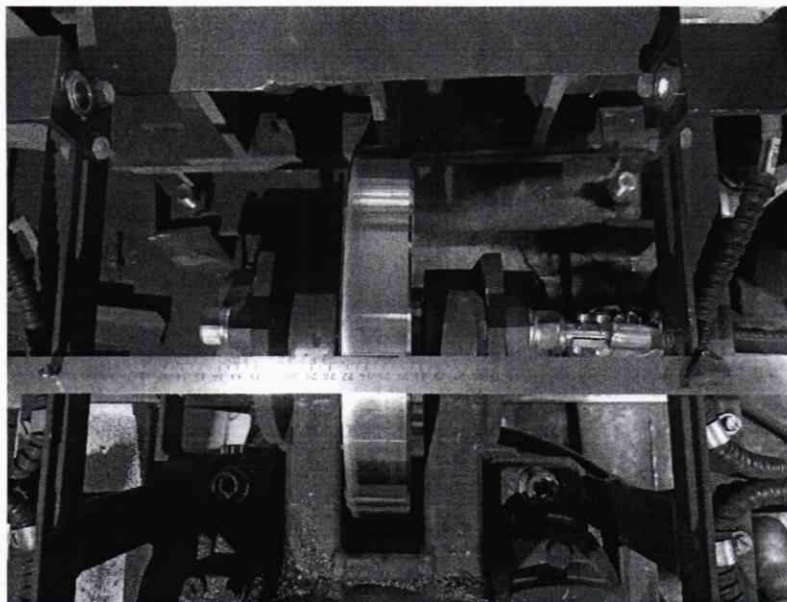


Рисунок 6 – Нанесение метки на колесо энкодера

10.2.3.9 На экране панели автоматики выбрать режим «Калибровка» (рисунок 7) и нажать кнопку «Пуск»

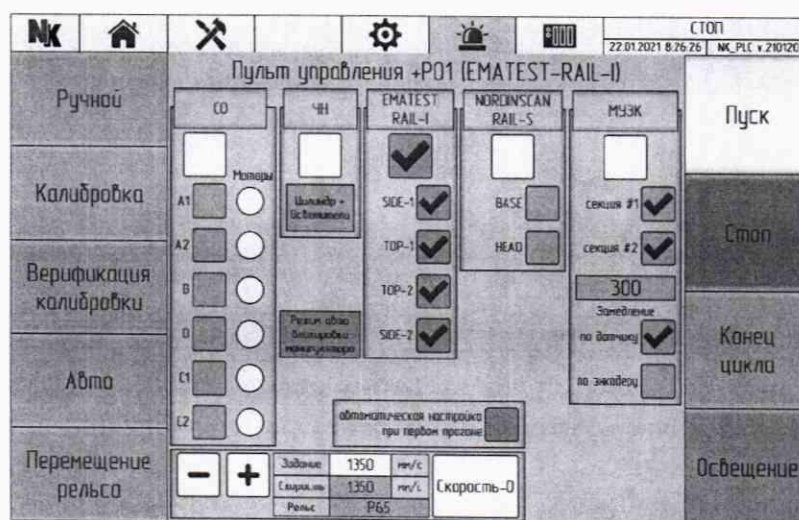


Рисунок 7 – Выбор режима «Калибровка»

10.2.3.10 Поднять первое колесо энкодера (одометра) для начала измерений (рисунок 8).

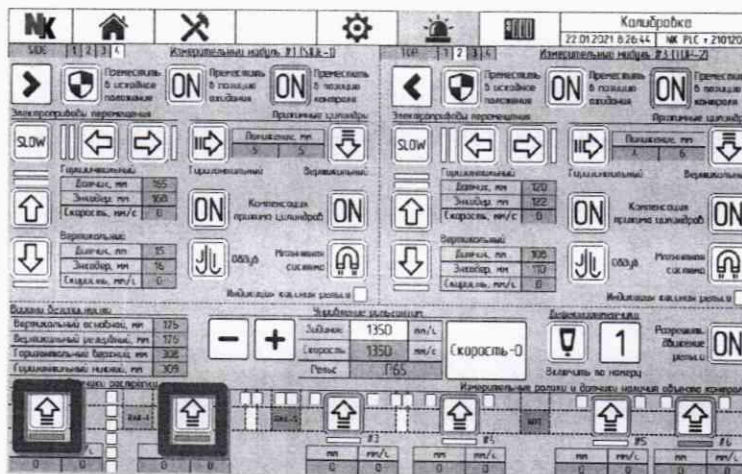


Рисунок 8 – Меню режима «Калибровка». Кнопки для поднятия первого и второго колес энкодера (одометра) отмечены красным квадратом

10.2.3.11 Соединить метку на колесе энкодера (одометра) с установленной металлической линейкой, повернув колесо энкодера (одометра) на один оборот в положительном направлении (с точки зрения координаты на экране панели автоматике). Данное значение принять за условный ноль l_0 , мм.

10.2.3.12 Зафиксировать значение координаты l_n для количества оборотов $n_k = 32$ для установки EMATEST-RAIL-I-25 и $n_k = 129$ для установки EMATEST-RAIL-I-100.

Рассчитать отклонения от номинального значения Δl_{nk} , мм, по формуле (9):

$$\Delta l_{nk} = n_k \cdot l_{окр} - (l_n - l_0) \quad (9)$$

где n_k – число оборотов колеса;

$l_{окр}$ – длина коружности колеса одометра, полученная.

10.2.3.13 Рассчитать абсолютную погрешность измерения координат дефекта ΔL_{nk} , мм, для каждого измерения, по формуле (10):

$$\Delta L_{nk} = \sqrt{\Delta l_{nk}^2 + \Delta^2} \quad (10)$$

10.2.3.14 Выполнить измерения по пунктам 10.2.3.10-10.2.3.13 еще 2 раза, и выбрать максимальное из трёх полученных (в соответствии с пунктом 10.2.3.13) значений абсолютной погрешности измерения координат дефекта относительно переднего торца рельса.

10.2.3.15 Повторить операции по пунктам 10.2.3.1-10.2.3.14 для второго колеса энкодера (одометра).

10.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений координаты дефекта относительно переднего торца рельса находятся в пределах, определенных в диапазонах от 200 до 26000 мм (для установки EMATEST-RAIL-I-25) и от 750 до 105000 мм (для установки EMATEST-RAIL-I-100) по формуле (11):

$$\pm(100 + K \cdot 100) \quad (11)$$

где коэффициент K определяется по формуле $K=(L-25)/25$, где L – полная длина контролируемого рельса; полученное значение K округляется в большую сторону до ближайшего целого значения.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 При положительных результатах проверок по пунктам разделов 7-10 , установки EMATEST-RAIL-I признаются пригодными к применению (подтверждено соответствие метрологическим требованиям)

11.2 При отрицательных результатах проверок по пунктам разделов 7-10 , установки EMATEST-RAIL-I признаются непригодными к применению (не подтверждено соответствие метрологическим требованиям)

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом (Приложение А).

12.2 Установка признается годной, если в ходе поверки все результаты положительные.


12.3 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.4 При положительных результатах поверки по заявлению владельца установки или лица, предъявившего ее на поверку, на установку наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт установки вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.5 Установка, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается и на нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Заместитель генерального

директора – начальник НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 Ф.И. Храпов

Заместитель начальника НИО-10

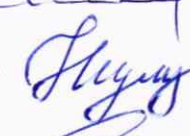
по развитию перспективных направлений
деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ»

 Д.Н. Пилипенко

Начальник 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.В. Стрельцов

Инженер 1 категории 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.С. Неумолотов

Инженер 1 категории 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

 П.С. Мальцев

ПРИЛОЖЕНИЕ А (Форма протокола поверки)
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ первичной/периодической поверки №
от «_____» _____ 20__ года

Средство измерений: _____
Серия и номер клейма предыдущей поверки: _____
Заводской номер: _____
Принадлежащее: _____
Поверено в соответствии с методикой поверки: _____

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____ ;
Атмосферное давление _____ ;
Относительная влажность _____ ;

С применением эталонов: _____

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр _____

2 Опробование _____

3 Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____ / _____ /
Подпись _____ Ф.И.О.