

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Осциллографы С1-157/4, С1-157/5, С1-157/6

Назначение средства измерений

Осциллографы С1-157/4, С1-157/5, С1-157/6 (далее - осциллографы) предназначены для исследования периодических электрических сигналов путем визуального наблюдения и измерения их амплитудных и временных параметров в полосе частот от 0 до 120 МГц по шкале экрана электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

Описание средства измерений

Осциллографы выполнены в виде настольного переносного прибора и состоят из следующих составных частей: аттенюатор канала А; аттенюатор канала Б; усилитель предварительный Y; линия задержки; усилитель выходной Y; усилитель горизонтального отклонения; усилитель импульсов подсвета; блок развертки; блок управления; ЭЛТ; калибратор; тестер компонентов (осциллограф С1-157/4); АЦП (осциллограф С1-157/5); мультиметр (осциллограф С1-157/6); блок питания, в состав которого входит схема управления ЭЛТ.

Принцип действия состоит в следующем: исследуемые сигналы подаются на входы аттенюаторов каналов А и Б. В аттенюаторах осуществляется ослабление сигналов до величины, обеспечивающей заданный размер изображения по вертикали на экране ЭЛТ.

В предварительном усилителе осуществляется усиление сигналов, калибровка усиления в каждом канале, инвертирование сигнала в канале Б, смещение сигналов в каждом канале с целью перемещения изображения сигналов по вертикали, выбор каналов (одного, двух или их суммы).

Линия задержки задерживает исследуемый сигнал на время, компенсирующее задержку сигнала в схемах синхронизации, развертки и подсвета, что позволяет наблюдать фронты коротких импульсов. Выходной усилитель Y усиливает выходной сигнал до величины, удобной для исследования сигнала на экране ЭЛТ.

В блоке развертки осуществляется синхронизация сигнала для получения неподвижного изображения сигнала на экране ЭЛТ, выбор источника синхронизации от тракта вертикального отклонения, внешним сигналом или от сети, выбор полярности синхронизирующего сигнала, диапазона частот синхронизации, выработка пилообразных напряжений для осуществления развертки изображения по горизонтали, формирование сигналов для подсвета изображения и для коммутации каналов вертикального отклонения, усиление пилообразных напряжений до величины обеспечивающей необходимое отклонение луча на экране ЭЛТ, смещение изображения сигналов по горизонтали, калибровка по горизонтали. Калибратор служит для периодической поверки и калибровки коэффициентов отклонения и развертки и для частотной компенсации делителя 1:10.

Блок управления осуществляет выбор режимов работы осциллографа.

ЭЛТ служит для преобразования электрических сигналов, поступающих с усилителей горизонтального и вертикального отклонения и усилителя импульсов подсвета, в видимое изображение сигнала на экране ЭЛТ.

Тестер компонентов (осциллограф С1-157/4) вырабатывает двухполярный сигнал треугольной формы для подачи на исследуемые двухполюсники и ступеньки напряжения или тока для подачи на управляющий электрод трехполюсников и выдает в тракты вертикального и горизонтального отклонения и в усилитель подсвета необходимые сигналы для получения вольт-амперных характеристик (ВАХ) на экране ЭЛТ.

Осциллограф С1-157/4 имеет тестер компонентов, предназначенный для наблюдения ВАХ двух- и трехполюсников.

Осциллограф С1-157/5 имеет блок аналого-цифрового преобразователя (АЦП), предназначенный для наблюдения по двум каналам электрических сигналов и измерения их параметров в полосе частот от 0 до 75 МГц в цифровом режиме. Осуществляет регистрацию электрических сигналов с максимальной частотой дискретизации 100 МГц в памяти 64 Кбайт на канал с возможностью дальнейшего просмотра этих сигналов.

АЦП (осциллограф С1-157/5) преобразует и накапливает в памяти сигнал из каналов А и Б, выводит на экран запомненный сигнал и рабочие параметры, а также курсоры, если они включены.

Мультиметр (осциллограф С1-157/6) служит для измерения напряжения и силы постоянного тока, средних квадратических значений напряжения и силы переменного тока, электрического сопротивления постоянному току, тестирования полупроводниковых диодов и проверки электрических цепей на короткое замыкание («прозвонка»).

Источник вторичного электропитания служит для получения ряда напряжений постоянного и переменного токов, которые необходимы для работы всех устройств осциллографа. На блоке вторичного электропитания находится схема управления ЭЛТ.

Внешний вид осциллографов приведен на рисунках 1-3.

Схема пломбировки осциллографов от несанкционированного доступа приведена на рисунке 4.



Рисунок 1 - Внешний вид осциллографа С1-157/4

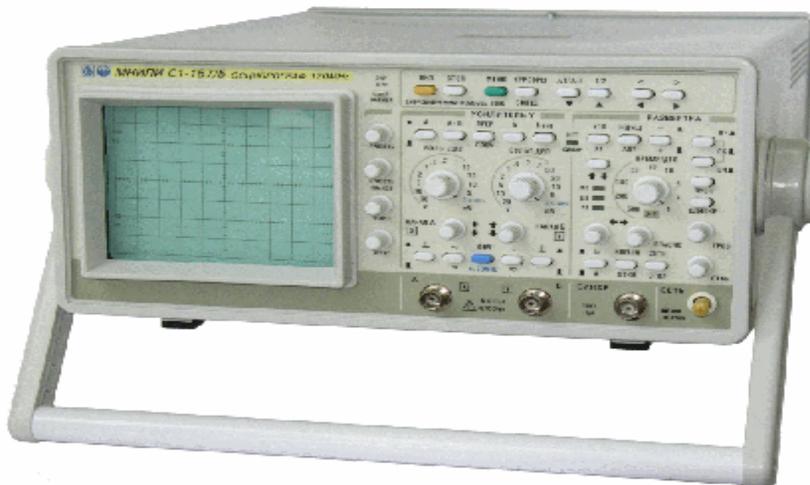


Рисунок 2 - Внешний вид осциллографа С1-157/5

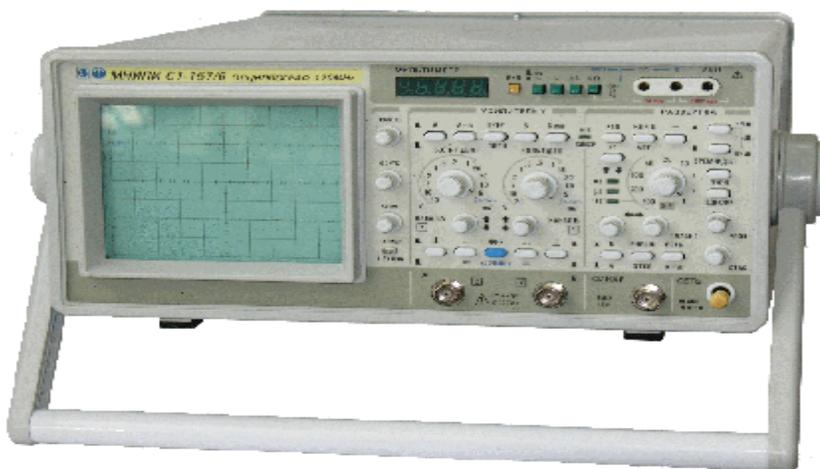


Рисунок 3 - Внешний вид осциллографа С1-157/6

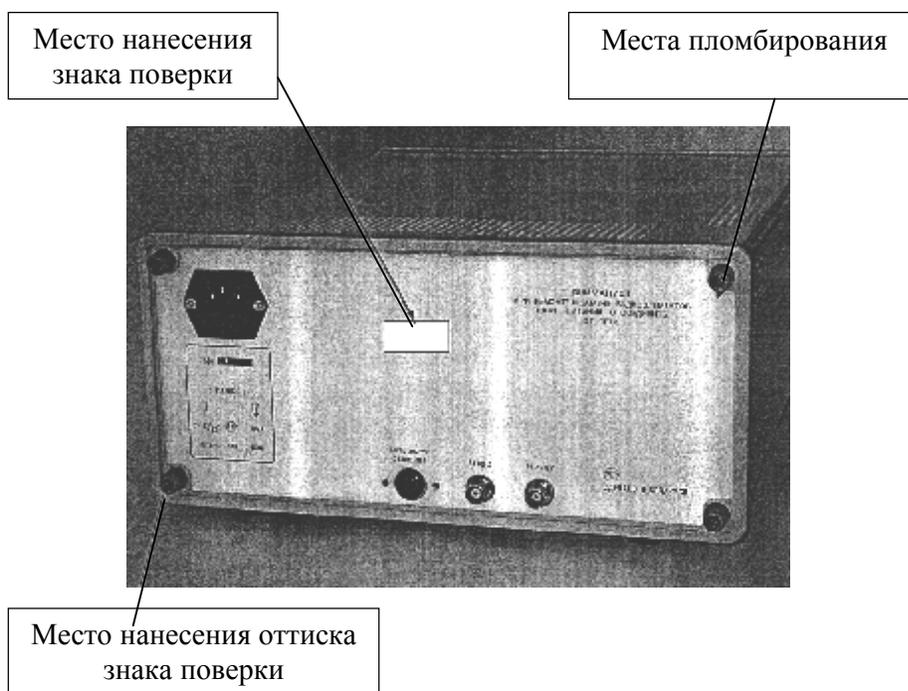


Рисунок 4 - Схема пломбировки осциллографов от несанкционированного доступа

Программное обеспечение осциллографов

Метрологически значимым в осциллографах является встроенное программное обеспечение (ПО) контроллера. ПО обеспечивает обработку сигналов, поступающих с аналого-цифрового преобразователя (АЦП), для последующего вывода осциллограммы на экран.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
ПО АЦП осциллографа С1-157/1	8430 и выше	V2.5 и выше		

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «А» (в соответствии с МИ 3286-2010).

Метрологические и технические характеристики

Рабочая часть экрана ЭЛТ, мм (дел):

- по горизонтали100 (10);

- по вертикали 80 (8);

Количество каналов в тракте Y 2;

Диапазон коэффициентов отклонения, В/дел от 0,002 до 20.

Пределы допускаемой основной погрешности коэффициентов отклонения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Тип осциллографа	В нормальных условиях эксплуатации, %	В рабочем диапазоне температур, %
С1-157/4, С1-157/5, С1-157/6	±3	±4,5
	С делителем 1:10	
	±4	±6,0
С1-157/5 при работе в цифровом режиме	±3	±4,5
	С делителем 1:10	
	±4	±6,0

Параметры переходной характеристики (ПХ) каждого из каналов вертикального отклонения не превышают значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Тип осциллографа	Положение кнопки «20 МГц»	Время нарастания, нс	Выброс, %	Время установления, нс	Неравномерность после времени установления, %	Неравномерность на участке установления, %
С1-157/4, С1-157/5, С1-157/6	Отжата	При непосредственном входе				
		3	9	15	3	9
		С делителем 1:10				
		3	9	Н	Н	Н
С1-157/5 при работе в цифровом режиме		При непосредственном входе				
		5	9	25	3	9
С1-157/4, С1-157/5, С1-157/6	Нажата	17,5	Н	Н	Н	Н

Диапазон коэффициентов развертки

с возможностью их 10-кратной растяжки, с/дел от $2 \cdot 10^{-8}$ до 0,5;

Пределы допускаемой основной погрешности

коэффициентов развертки, % ±3 (±5 с растяжкой);

Пределы допускаемой основной погрешности измерения временных интервалов при коэффициентах развертки 20, 50 и 100 нс/дел (при нажатой кнопке «x10») и при коэффициенте 20 нс/дел без растяжки, % ±6;

Пределы допускаемой погрешности коэффициентов развертки в рабочем диапазоне температур, %

без растяжки ±4,5;

с растяжкой ±7,5;

Пределы допускаемой погрешности измерения временных интервалов в рабочем диапазоне температур, % ±9;

Потребляемая мощность, В·А, не более 90;

Масса, кг, не более 7,3;

Диапазон температур рабочих условий применения, °С от 5 до 40.

Основные параметры и характеристики осциллографа С1-157/5

Диапазон коэффициентов развертки, с/дел от $10 \cdot 10^{-9}$ до 10;

Пределы допускаемой основной погрешности коэффициентов развертки от 0,1 мкс/дел до 100 с/дел, % ±3;

Пределы допускаемой основной погрешности измерения временных интервалов для коэффициентов развертки от 0,01 до 0,05 мкс/дел, % ±4;

Пределы допускаемой погрешности коэффициентов развертки в рабочем диапазоне температур, % ±4,5;

Пределы допускаемой погрешности измерения временных интервалов для коэффициентов развертки от 0,01 до 0,05 мкс/дел в рабочем диапазоне температур, % ±6.

Осциллограф обеспечивает следующие виды цифровых измерений:

- измерение напряжения между двумя курсорами по одному из каналов;

- измерение временных интервалов между двумя курсорами.

Пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжений между курсорами δ_U , определяются по формуле (1):

$$\delta_U = \pm (2,5 + U_n/U), \quad (1)$$

где U_n – верхний предел измерений установленного диапазона, В, равный 8 дел;

U – значение измеряемого напряжения, В.

Пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжений между курсорами с делителем 1:10 при значении измеряемого напряжения не менее 25% установленного диапазона с учетом делителя, $\delta_{U\partial}$, в процентах, определяются по формуле (2):

$$\delta_{U\partial} = \pm (2,5 + U_n/U), \quad (2)$$

Пределы допускаемой погрешности измерения напряжений между курсорами в рабочем диапазоне температур δ_{Up} , в процентах, определяются по формуле (3):

$$\delta_{Up} = \pm (1,5 + \delta_U), \quad (3)$$

Пределы допускаемой основной погрешности измерения временных интервалов между курсорами δ_T , в процентах, при коэффициентах развертки $K_{разв}$ от 1 мкс/дел до 100с/дел, определяются по формуле (4):

$$\delta_T = \pm (1,5 + T_n/T), \quad (4)$$

где $T_n = 10 \cdot K_{разв}$ – длительность развертки, с;

T – длительность измеряемого интервала, с;

$K_{разв}$ – коэффициент развертки, с/дел.

Пределы допускаемой основной погрешности измерения временных интервалов между курсорами δ_T , в процентах, при коэффициентах развертки $K_{разв}$ от 10 нс/дел до 500 нс/дел, определяются по формуле (5):

$$\delta_T = \pm (2,5 + T_n/T), \quad (5)$$

Пределы допускаемой погрешности измерения временных интервалов между курсорами в рабочем диапазоне температур $\delta_{Тр}$, в процентах, определяются по формуле (6):

$$\delta_{Тр} = \pm (1,5 \cdot \delta_T), \quad (6)$$

В цифровом режиме должна обеспечиваться индикация основных режимов работы осциллографа, индикация курсоров и результатов курсорных измерений.

Основные параметры и характеристики осциллографа С1-157/6

Осциллограф обеспечивает измерение напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности до 500 В с верхними значениями пределов $U_{П} - 2, 20, 200, 500$ В. Формат индикации 3 ½ разряда.

Пределы допускаемой основной погрешности при измерении напряжения постоянного тока приведены в таблице 4.

Таблица 4

Верхний предел измерения ($U_{П}$), В	Цена ед. мл. разряда	Пределы допускаемой основной погрешности, %
2.00	1 мВ	$\delta = \pm [0,2 + 0,1 (U_{П}/U - 1)]$
20.00	10 мВ	
200.0	100 мВ	
500	1 В	$\delta = \pm [0,5 + 0,1 (U_{П}/U - 1)]$

Примечание – Здесь и далее:
 - U (I, R) – значение измеряемого напряжения (тока, сопротивления);
 - ед. мл. разряда – единица младшего разряда

Входное сопротивление между гнездами «V, кΩ» и «0» осциллографа при измерении напряжения постоянного тока (11 ± 1) МОм.

Осциллограф обеспечивает измерение среднего квадратического значения напряжения переменного тока до 500 В с верхними значениями пределов $U_{П} - 2, 20, 200, 500$ В в диапазоне частот:

- от 40 Гц до 100 кГц – на пределах 2, 20 В;
- от 40 Гц до 20 кГц – на пределе 200 В;
- от 40 Гц до 1 кГц – на пределе 500 В.

Формат индикации 3 ½ разряда.

Пределы допускаемой основной погрешности осциллографа при измерении среднего квадратического напряжения переменного тока синусоидальной формы приведены в таблице 5.

Таблица 5

Верхний предел измерения ($U_{П}$), В	Цена ед. мл. разряда	Диапазон частот	Пределы допускаемой основной погрешности, %
2.000	1 мВ	от 40 Гц до 1 кГц включ.	$\delta = \pm [0,4 + 0,1 (U_{П}/U - 1)]$
20.00	10 мВ		
200.0	100 мВ		
500	1В	от 40 Гц до 1 кГц включ.	$\delta = \pm [0,5 + 0,15 (U_{П}/U - 1)]$
2.000	1 мВ	св. 1 до 20 кГц включ.	$\delta = \pm [1 + 0,25(U_{П}/U - 1)]$
20.00	10 мВ		
200.0	100 мВ		
Верхний предел измерения ($U_{П}$), В	Цена ед. мл. разряда	Диапазон частот	Пределы допускаемой основной погрешности, %
2.000	1 мВ	св. 20 до 50 кГц включ.	$\delta = \pm [1,5 + 0,5(U_{П}/U - 1)]$
20.00	10 мВ		
2.000	1 мВ	св. 50 до 100 кГц включ.	$\delta = \pm [2 + 1(U_{П}/U - 1)]$
20.00	10 мВ		

Пределы допускаемой дополнительной погрешности при измерении напряжения переменного тока несинусоидальной формы в диапазоне частот от 40 Гц до 20 кГц с коэффициентом амплитуды $K_a < 3$ и длительностью импульсов ≥ 20 мкс $\pm 1,5$ %.

Осциллограф обеспечивает измерение силы постоянного тока до 2 А с верхним значением предела $I_{\Pi} - 2000$ мА.

Формат индикации 3 ½ разряда.

Пределы допускаемой основной погрешности при измерении силы постоянного тока приведены в таблице 6.

Таблица 6

Верхний предел измерения (I_{Π}), мА	Цена ед. мл. разряда, мА	Пределы допускаемой основной погрешности, %	Максимальное падение напряжения на входных гнездах осциллографа, В
2000	1	$\delta = \pm [0,4 + 0,1(I_{\Pi}/I - 1)]$	1,5

Осциллограф обеспечивает измерение силы переменного тока до 2 А с верхним значением предела $I_{\Pi} - 2000$ мА в диапазоне частот от 40 Гц до 5кГц.

Формат индикации 3 ½ разряда.

Пределы допускаемой основной погрешности при измерении силы переменного тока приведены в таблице 7.

Таблица 7

Верхний предел измерения (I_{Π}), мА	Цена ед. мл. разряда, мА	Пределы допускаемой основной погрешности, %
2000	1	$\delta = \pm [0,6 + 0,1(I_{\Pi}/I - 1)]$

Осциллограф должен обеспечивать измерение сопротивления постоянному току до 2 МОм с верхними значениями пределов $R_{\Pi} - 2, 20, 200, 2000$ кОм.

Формат индикации при измерении сопротивления постоянному току 3 ½ разряда.

Пределы допускаемой основной погрешности при измерении сопротивления постоянному току приведены в таблице 8.

Таблица 8

Верхний предел измерения (R_{Π}), кОм	Цена ед. мл. разряда, мА	Пределы допускаемой основной погрешности, %
2.000	1 Ом	$\delta = \pm [0,3 + 0,1(R_{\Pi}/R - 1)]$
20.00	10 Ом	
200.0	100 Ом	
2000	1 кОм	

Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения при изменении температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С в рабочем диапазоне температур равны пределам основной погрешности для каждого вида измерений.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на переднюю панель осциллографа методом офсетной печати и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Осциллограф С1-157/4

1 ЗИП эксплуатационный – 1 компл.;

2 Руководство по эксплуатации. УШЯИ.411161.050 РЭ – 1 шт.;

3 Методика поверки. УШЯИ.411161.050 МП. МРБ МП. 1958-2009 – 1 шт.

Осциллограф С1-157/5

- 1 ЗИП эксплуатационный – 1 компл.;
- 2 Руководство по эксплуатации. УШЯИ.411161.050-01 РЭ – 1 шт.;
- 3 Методика поверки. УШЯИ.411161.050-01 МП. МРБ МП. 1959-2009 – 1 шт.

Осциллограф С1-157/6

- 1 ЗИП эксплуатационный – 1 компл.;
- 2 Руководство по эксплуатации. УШЯИ.411161.050-02 РЭ – 1 шт.;
- 3 Методика поверки. УШЯИ.411161.050-02 МП. МРБ МП. 1960-2009 – 1 шт.

Поверка

осуществляется по документам УШЯИ.411161.050 МП (МРБ МП. 1958-2009) «Осциллограф С1-157/4. Методика поверки», УШЯИ.411161.050-01 МП (МРБ МП. 1959-2009) «Осциллограф С1-157/5. Методика поверки», УШЯИ.411161.050-02 МП (МРБ МП. 1960-2009) «Осциллограф С1-157/6. Методика поверки», утвержденным руководителем Республиканского унитарного предприятия «Белорусский государственный институт метрологии» в 2009 г.

Основные средства поверки:

- вольтметр универсальный В7-65 (Рег. № 20250-06), диапазон измерений напряжения постоянного тока от 20 мкВ до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,03$ %; диапазон частот от 20 Гц до 1 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,03$ %;

- прибор для калибровки осциллографов импульсного типа И1-9 (Рег. № 5787-76), диапазон напряжения от 4 мВ до 100 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности напряжения в режиме калибровки $\pm 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3$ мкВ;

- генераторы испытательных импульсов И1-15 (Рег. № 7513-79), длительность фронта $\tau_f \leq 0,25$ нс, выброс на вершине ≤ 3 %, длительность импульса $\tau_n \geq 250$ нс, напряжение от 12 мВ до 10В;

- генератор сигналов низкочастотный Г3-112/1 (Рег. № 6703-02), диапазон измерений от 10 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm [2 + (30/f)]$ % (10 Гц - 1 МГц); ± 3 % (выше 1 МГц);

- генератор сигналов высокочастотный Г4-143 (Рег. № 6948-78), диапазон измерений от 25 до 120 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты 1%;

- калибратор-вольтметр универсальный В1-28 (Рег. № 10759-86), диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 2А, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,05$ %;

- магазин сопротивлений Р4831 (Рег. № 38510-08), диапазон значений воспроизводимого сопротивления от 10 Ом до 100 кОм, класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$;

- магазин сопротивлений Р40102 (Рег. № 10547-86), диапазон значений воспроизводимого сопротивления от 10 кОм до 10 МОм, класс точности 0,02.

Сведения о методиках (методах) измерений

Осциллограф С1-157/4. Руководство по эксплуатации. УШЯИ.411161.050 РЭ.
Осциллограф С1-157/5. Руководство по эксплуатации. УШЯИ.411161.050-01 РЭ.
Осциллограф С1-157/6. Руководство по эксплуатации. УШЯИ.411161.050-02 РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к осциллографам С1-157/4, С1-157/5, С1-157/6

ГОСТ 22737-90 Осциллографы электронно-лучевые. Общие технические требования и методы испытаний.

Осциллографы С1-157/4, С1-157/5, С1-157/6. Технические условия.
ТУ ВУ 100039847.094-2009.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

При выполнении работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством РФ обязательным требованиям.

Изготовитель

Открытое акционерное общество «Минский научно-исследовательский приборостроительный институт» (ОАО «МНИПИ»)

Адрес: 220113, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73

Тел/факс: (017) 262-21-24/262-88-81

e-mail: oaomnipi@mail.belpak.by

<http://www.mnipi.by>

Экспертиза проведена

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»).

Юридический адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, городское поселение Менделеево, Главный лабораторный корпус.

Почтовый адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, п/о Менделеево

Телефон: (495) 744-81-12, факс: (495) 744-81-12

E-mail: office@vniiftri.ru

Заместитель Руководителя
Федерального агентства
по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«___»_____2013 г.