

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Аппаратура «Вибробит 400»

#### Назначение средства измерений

Аппаратура «Вибробит 400» (далее аппаратура) предназначена для непрерывного измерения и контроля среднеквадратического значения (СКЗ) виброускорения, виброскорости и размаха виброперемещения опор подшипников, относительного виброперемещения валов и других узлов, относительного смещения вращающихся валов, корпусов подшипников деталей и узлов, а также скорости вращения ротора.

#### Описание средства измерений

Принцип действия аппаратуры основан на преобразовании измеряемой величины в пропорциональный ей электрический сигнал и дальнейшей его обработке.

Аппаратура представляет собой автономные виброметры с пьезоэлектрическими и вихретоковыми датчиками (вибропреобразователями), измерители относительного смещения и частоты вращения оборудования.

Аппаратура состоит из датчиков (первичные преобразователи), измерительных преобразователей (вторичные преобразователи) и коробок преобразователей (для установки измерительных преобразователей).

Внешний вид аппаратуры «Вибробит 400» представлен на рисунке 1, структурная схема представлена на рисунке 2.

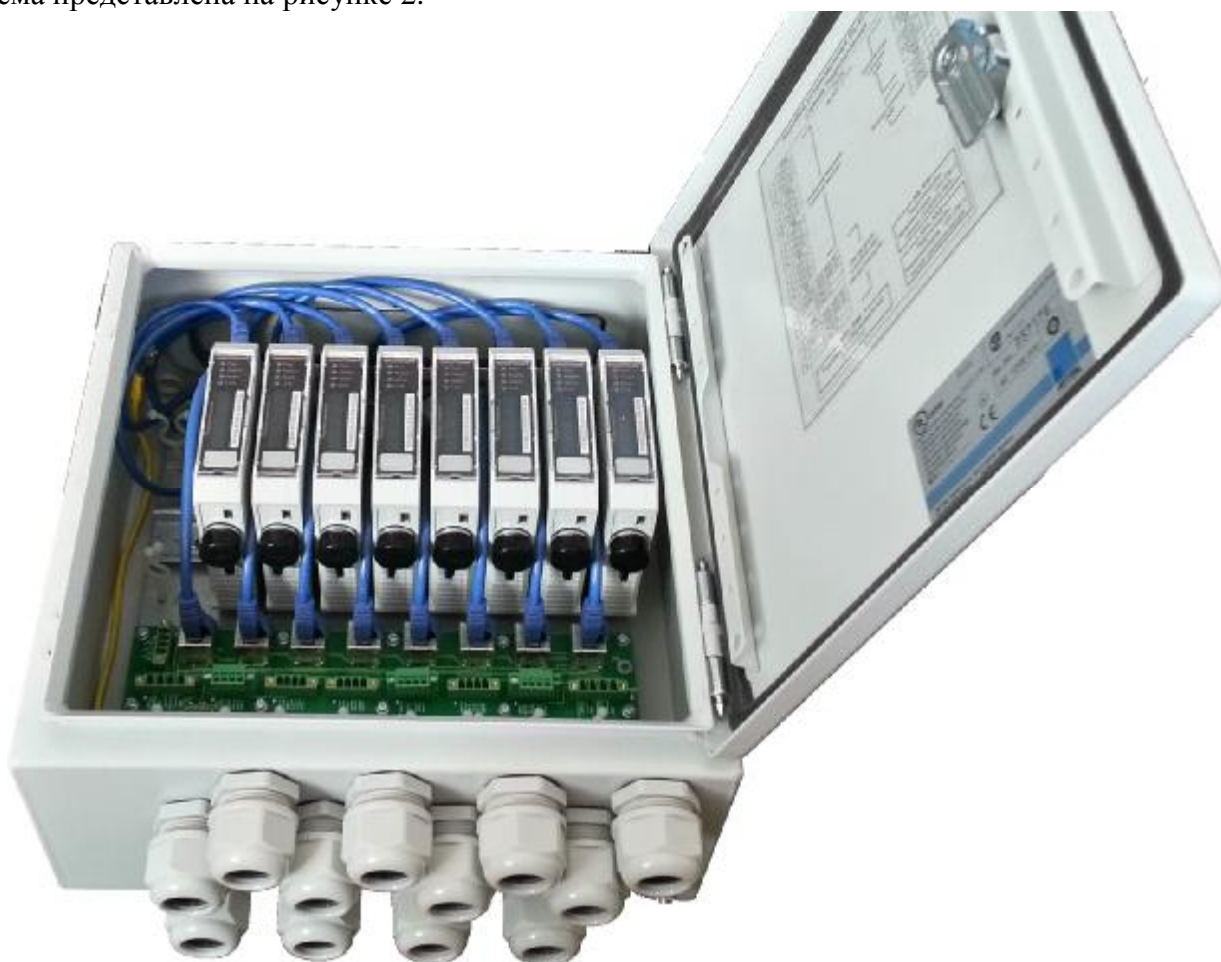


Рисунок 1 - Аппаратура «Вибробит 400».

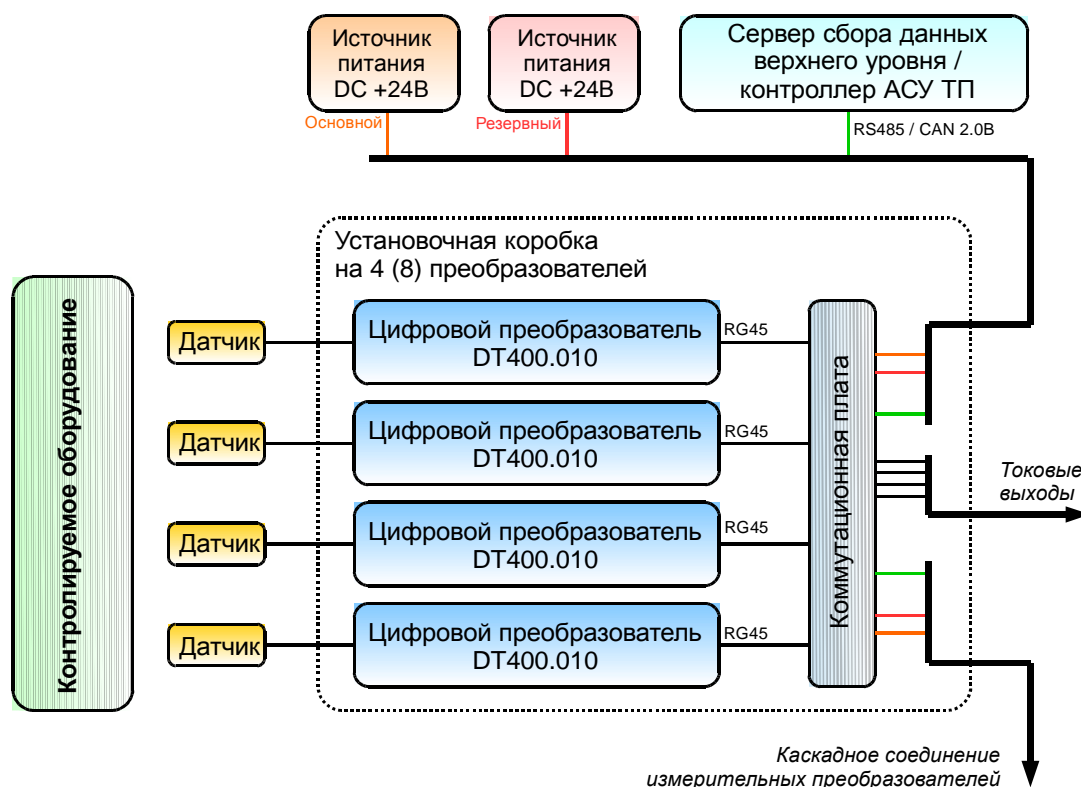


Рисунок 2 - Структурная схема.

Первичными преобразователями являются вихретоковые датчики типа ES400, RS400, DS400 и пьезоэлектрические датчики типа PS400, IPS400.

Датчики всех типов имеют одинаковые разъемные соединения с измерительными преобразователями, что упрощает монтаж аппаратуры на объекте контроля.

Принцип действия вихретоковых датчиков основан на взаимодействии электромагнитного поля, создаваемого датчиком, с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в электропроводящем объекте контроля (роторе). Питание вихретокового датчика осуществляется переменным напряжением фиксированной частоты (несущая), амплитуда которого модулируется пропорционально расстоянию между датчиком и объектом контроля. Таким образом, амплитудная огибающая несущей частоты является информационной частью выходного сигнала, которая выделяется путем демодуляции. Используемое преобразование параметрического типа позволяет проводить измерения статического зазора и его изменения, пропорционального виброперемещению. Датчики являются преобразователями параметрического типа и могут работать, начиная с частоты равной нулю (постоянный входной сигнал). Модели датчиков различаются диапазонами измерений. В зависимости от модели датчики используются с измерительными преобразователями типа DT400.010 соответствующего исполнения.

Внешний вид вихретоковых датчиков приведен на рисунках 3 - 7.

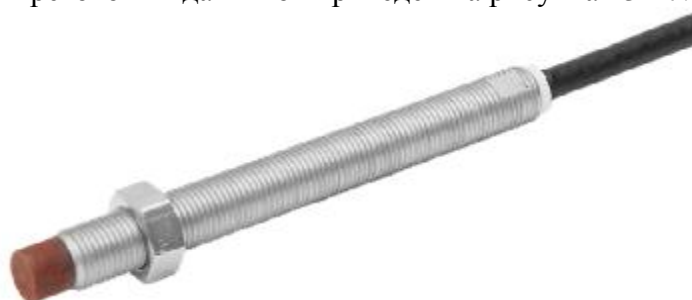


Рисунок 3 - Внешний вид датчика вихретокового типа ES400.010.



Рисунок 4 - Внешний вид датчика вихрекового типа ES400.016.



Рисунок 5 - Внешний вид датчика вихрекового типа ES400.027.



Рисунок 6 - Внешний вид датчика вихрекового типа DS400.020.



Рисунок 7 - Внешний вид датчика вихрекового типа RS400.050 со штоком.

Пьезоэлектрические датчики серии PS400 и IPS400 являются преобразователями инерционного типа и используют прямой пьезоэлектрический эффект. Электрический заряд чувствительного элемента пропорционален ускорению, воздействию на преобразователь. Модели датчиков различаются типом крепления, выходным сигналом (по заряду или напряжению) и диапазоном измерения.

Внешний вид пьезоэлектрических датчиков приведен на рисунках 8 - 9.



Рисунок 8 - Внешний вид датчика пьезоэлектрического типа PS400.317 и IPS400.317.



Рисунок 9 - Внешний вид датчика пьезоэлектрического типа PS400.610 и IPS400.610.

В качестве вторичных преобразователей используются измерительные преобразователи серии DT400.010. Преобразователи изготавливаются по исполнениям, поддерживают работу со всеми типами датчиков аппаратуры «Вибробит 400» и выполняют все заявленные виды измерений.

На корпусе измерительного преобразователя предусмотрена светодиодная индикация отображающая текущее состояние преобразователя и цифровой индикатор с результатами измерений.

Цифровые измерительные преобразователи имеют стандартные унифицированные выходные сигналы:

- унифицированные, постоянного тока: (4 – 20) мА
- дискретные, типа оптореле;
- цифровые интерфейсы: RS 485, CAN 2.0 B, диагностический USB.

Наличие стандартизованных интерфейсов управления и унифицированных выходов обеспечивает аппаратуре «Вибробит 400» электрическую и функциональную совместимость с другими типами средств измерений и информационно-измерительными системами.

Внешний вид измерительных преобразователей серии DT400.010 приведен на рисунке 10.



Рисунок 10 - Внешний вид измерительного преобразователя DT400.010.

На корпусе измерительного преобразователя DT400.010 расположена защитная пломба, предохраняющая его от несанкционированного вскрытия. Защитная пломба представляет собой наклейку с предупреждающей информацией: «Повреждение наклейки лишает гарантии». Наклейка устанавливается в нижней части корпуса измерительного преобразователя, скрепляя две его половины, как показано на рисунке 11.



Рисунок 11 - Защитная пломба на корпусе измерительного преобразователя.

## Программное обеспечение

Функционирование измерительного преобразователя DT400.010 осуществляется на основе высокопроизводительного микроконтроллера компании Microchip, под управление встроенного программного обеспечения (ПО) «Vibrobot 400. Firmware DT400.10».

ПО функционально не разделяется на метрологически значимую и метрологически незначимую части.

Встроенное ПО записывается в энергонезависимую память микроконтроллера на заводе-изготовителе. Модификация встроенного ПО преобразователя невозможна без нарушения защитной пломбы корпуса.

Уровень защиты ПО измерительного преобразователя соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010. Метрологически значимая часть ПО преобразователя и измеренные данные не требуют специальных средств защиты от преднамеренных и не преднамеренных изменений.

Существующих идентификационных данных (признаков) достаточно для однозначной идентификации ПО.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Другие идентификационные данные (если имеются)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Vibrobot 400. Firmware DT400.10	01.00	0xF7D837E3	-	CRC-32

## Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики, включая показатели точности, аппаратуры «Вибробит 400» поканально представлены ниже.

Таблица 2 - Канал измерения виброускорения.

Наименование параметра	Норма
Диапазоны измерения, м/с <sup>2</sup>	от 0,2 до 10; от 0,3 до 16
Диапазоны частот, Гц	от 10 до 2000; от 2 до 2000
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерения СКЗ виброускорения при доверительной вероятности 0,95 на базовой частоте, %: - по цифровому индикатору; - по унифицированному токовому выходу.	± 2,5; ± 3,0.
Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	± 1,0
Границы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	±2,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона от 10 до 2000 Гц в диапазонах частот, %, не более: - от 10 до 20 Гц; - от 20 до 500 Гц; - от 500 до 2000 Гц.	+2,5; -10,0; ± 2,5; +2,5; -10,0.

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона от 2 до 2000 Гц в диапазонах частот, %, не более: - от 2 до 5 Гц; - от 5 до 500 Гц; - от 500 до 2000 Гц.	+2,5; -10,0; ± 2,5; +2,5; -10,0.
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения СКЗ виброускорения, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальной до конечных значений диапазона рабочих температур, %: - для датчика; - для измерительного преобразователя.	± 8,0; ± 2,0.
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной влиянием переменного магнитного поля сетевой частоты, %: - для датчика; - для измерительного преобразователя.	± 0,5; ± 0,5.
Базовая частота измерений, Гц	80

Таблица 3 - Канал измерения виброскорости.

Наименование параметра	Норма
Диапазоны измерения, мм/с	от 0,3 до 16 от 0,6 до 32
Диапазоны частот, Гц	от 10 до 1000 от 2 до 1000
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости при доверительной вероятности 0,95 на базовой частоте, %: - по цифровому индикатору; - по унифицированному токовому выходу.	± 2,5; ± 3,0.
Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	± 1,0
Границы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	±2,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона от 10 до 1000 Гц в диапазонах частот, %, не более: - от 10 до 20 Гц; - от 20 до 500 Гц; - от 500 до 1000 Гц.	+2,5; -10,0; ± 2,5; +2,5; -10,0.
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона от 2 до 1000 Гц в диапазонах частот, %, не более: - от 2 до 5 Гц; - от 5 до 500 Гц; - от 500 до 1000 Гц.	+2,5; -10,0; ± 2,5; +2,5; -10,0.
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения СКЗ виброскорости, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальной до конечных значений диапазона рабочих температур, %: - для датчика;	± 8,0;

- для измерительного преобразователя.	$\pm 2,0$ .
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной влиянием переменного магнитного поля сетевой частоты, %: - для датчика; - для измерительного преобразователя.	$\pm 0,5$ ; $\pm 0,5$ .
Базовая частота измерений, Гц	80

Таблица 4 - Канал измерения абсолютного виброперемещения

Наименование параметра	Норма
Диапазоны измерения, мкм	от 10 до 500; от 20 до 1000.
Диапазоны частот, Гц	от 5 до 500; от 2 до 200.
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерения размаха виброперемещения при доверительной вероятности 0,95 на базовой частоте, %: - по цифровому индикатору; - по унифицированному токовому выходу.	$\pm 2,5$ ; $\pm 3,0$ .
Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	$\pm 2,0$
Границы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	$\pm 2,0$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона от 5 до 500 Гц в диапазонах частот, %, не более: - от 5 до 20 Гц; - от 20 до 500 Гц.	+2,5; -10,0; $\pm 2,5$ .
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона от 2 до 200 Гц в диапазонах частот, %, не более: - от 2 до 20 Гц; - от 20 до 200 Гц.	+2,5; -10,0; $\pm 2,5$ .
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения размаха виброперемещения, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальной до конечных значений диапазона рабочих температур, %: - для датчика; - для измерительного преобразователя.	$\pm 8,0$ ; $\pm 2,0$ .
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной влиянием переменного магнитного поля сетевой частоты, %: - для датчика; - для измерительного преобразователя.	$\pm 0,5$ ; $\pm 0,5$ .
Базовая частота измерений, Гц	40



Таблица 5 - Канал измерения относительного виброперемещения.

Наименование параметра	Норма
Диапазоны измерения, мкм	от 10 до 500; от 20 до 1000.
Диапазоны частот, Гц	от 5 до 500; от 0,05 до 160.
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерения размаха виброперемещения при доверительной вероятности 0,95 на базовой частоте, %: - по цифровому индикатору; - по унифицированному токовому выходу.	$\pm 4,0$ ; $\pm 4,5$ .
Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	$\pm 3,0$
Границы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	$\pm 2,0$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона от 5 до 500 Гц в диапазонах частот, %, не более: - от 5 до 20 Гц; - от 20 до 500 Гц.	+2,5; -10,0; $\pm 2,5$ .
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона от 0,05 до 160 Гц, %, не более:	$\pm 2,5$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения размаха виброперемещения, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальной до конечных значений диапазона рабочих температур, %: - для датчика; - для измерительного преобразователя	$\pm 3,0$ ; $\pm 2,0$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной влиянием переменного магнитного поля сетевой частоты, %: - для датчика - для измерительного преобразователя	$\pm 0,5$ ; $\pm 0,5$
Базовая частота измерений, Гц	40

Таблица 6 - Канал измерения смещения

Наименование параметра	Норма
Диапазоны измерения, мм	от 0 до 2; от 0 до 4; от 0 до 8; от 0 до 10; от 0 до 15; от 0 до 16; от 0 до 20; от 0 до 25; от 0 до 30; от 0 до 35; от 0 до 40; от 0 до 45; от 0 до 50; от 0 до 100; от 0 до 160; от 0 до 360.
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения при доверительной вероятности 0,95, %: - по цифровому индикатору; - по унифицированному токовому выходу.	$\pm 2,5$ ; $\pm 3,0$ .
Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу, %	$\pm 3,0$
Границы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального по унифицированному токовому выходу, %	$\pm 2,0$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальной до конечных значений диапазона рабочих температур, %: - для датчика; - для измерительного преобразователя.	$\pm 3,0$ ; $\pm 2,5$ .
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной влиянием переменного магнитного поля сетевой частоты, %: - для датчика; - для измерительного преобразователя.	$\pm 0,5$ ; $\pm 0,5$ .

Таблица 7 - Канал измерения скорости вращения

Наименование параметра	Норма
Диапазоны измерения и сигнализации оборотов ротора, об/мин	1 – 12 000
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения по цифровому индикатору в диапазоне температур при доверительной вероятности 0,95, не более, об/мин:	$\pm 1,0$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения по унифицированному токовому выходу в диапазоне температур при доверительной вероятности 0,95, не более, %:	$\pm 1,0$

Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу, %	± 3,0
Границы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального по унифицированному токовому выходу, %	±2,0

Таблица 8 - Технические характеристики

Наименование параметра	Норма
Напряжение питания (постоянное), В	от 18 до 36
Ток потребления измерительного преобразователя, мА, не более - при напряжении питания 24 В; - при напряжении питания 18 В.	110; 130.
Основные цифровые интерфейсы связи: - для исполнений преобразователей с кодом «RS»; - для исполнений преобразователей с кодом «CN».	RS485 (ModBus RTU); CAN2.0B.
Габаритные размеры (в зависимости от типа коробки преобразователей) (высота × длина × ширина), мм, не более	300x338x161
Масса (в зависимости от спецификации на поставку), кг, не более	10

Таблица 9 - Условия эксплуатации

Наименование параметра	Норма
Диапазоны температур, °С: - вихретоковых датчиков (в зависимости от типа датчика); - пьезоэлектрических датчиков (в зависимости от типа датчика); - измерительных преобразователей.	от минус 40 до 125; от минус 40 до 180; от минус 40 до 85; от минус 40 до 180; от минус 40 до 70.
Устойчивость к воздействию внешнего магнитного поля сетевой частоты, А/м, не более: - датчиков (всех типов); - измерительных преобразователей.	400; 100.

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации и паспорта методом печати.

### Комплектность средства измерений

Комплектность измерителей давления и температуры ИДТ представлена в таблице 10.

Таблица 10

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
-	Аппаратура «Вибробит 400»	1 шт.	Состав аппаратуры определяется договором
ВШПА.421412.400.001 ФО	Аппаратура «Вибробит 400». Формуляр	1 экз.	
ВШПА.421412.400.001 РЭ	Аппаратура «Вибробит 400». Руководство по эксплуатации	1 экз.	
ВШПА.421412.400.001 МП	Аппаратура «Вибробит 400». Методика поверки	1 экз.	

### **Поверка**

осуществляется в соответствии с документом ВШПА.421412.400.001 МП «Аппаратура «Вибробит 400». Методика поверки», утвержденным ФБУ «Ростовский ЦСМ» в июне 2014 г.

При проведении поверки применяется следующее поверочное оборудование:

- станция для калибровки преобразователей вибрации 9155 (Госреестр СИ № 45699-10);
- вибропреобразователь ускорения 8305 (Госреестр СИ № 14923-09);
- усилитель измерительный 2635 (Госреестр СИ № 7111-79);
- вольтметр универсальный цифровой В7-78 (Госреестр СИ № 25232-03);
- генератор сигналов специальной и произвольной формы DG1022 (Госреестр СИ № 36589-07);
- индикаторы часового типа ИЧ10, ИЧ50 (Госреестр СИ № 33841-07, 40287-08);
- глубиномер микрометрический ГМ100 (Госреестр СИ № 319-05).

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

ВШПА.421412.400.001 РЭ «Аппаратура «Вибробит 400». Руководство по эксплуатации», раздел 2.2. «Порядок работы с аппаратурой».

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к аппаратуре «Вибробит 400»**

- ГОСТ ИСО 2954-97 «Вибрация машин с возвратно-поступательным и вращательным движением. Требования к средствам измерений»;
- ГОСТ 25275-82 «Система стандартов по вибрации. Приборы для измерения вибрации вращающихся машин. Общие технические требования»;
- ГОСТ 30296-95 «Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов»;
- ГОСТ Р 8.669-2009 Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихретоковыми вибропреобразователями. Методика поверки;
- ВШПА.421412.400.001 ТУ «Аппаратура «Вибробит 400». Технические условия».

### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

### **Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «Вибробит» (ООО НПП «Вибробит»), г. Ростов-на-Дону.

Адрес: Россия, 344092, г. Ростов-на-Дону, ул. Капустина, д.8.

Тел./факс: (863) 218-24-75, 218-24-78.

e-mail: [info@vibrobit.ru](mailto:info@vibrobit.ru).

<http://www.vibrobit.ru>

**Испытательный центр**

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Ростовской области» (ФБУ «Ростовский ЦСМ»), регистрационный номер в Государственном реестре 30042-13 до 11.12.2018 г.

Адрес: 344000, г. Ростов-на-Дону, пр. Соколова, 58.

тел.:(863)264-19-74, 290-44-88, факс: (863)291-08-02, 290-44-88.

e-mail: [rost\\_csm@aanet.ru](mailto:rost_csm@aanet.ru), [metrcsm@aanet.ru](mailto:metrcsm@aanet.ru).

<http://www.csm.rostov.ru>.

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин.

М.п.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.