

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «17» июля 2023 г. № 1476

Регистрационный № 89528-23

Лист № 1
Всего листов 12

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы параметров вибрации и механических величин многоканальные «ВЕКТОР-П»

Назначение средства измерения

Анализаторы параметров вибрации и механических величин многоканальные «ВЕКТОР-П» (далее - анализаторы) предназначены для измерения в непрерывном режиме параметров абсолютной и относительной вибрации, осевого сдвига, числа оборотов валов и других величин технологических процессов, проведения анализа состояния подшипников, балансировки вращающихся узлов и деталей, обеспечения предупредительной и аварийной сигнализации, сбора, обработки, хранения и передачи данных на ПК. Кроме того, анализаторы проводят мониторинг, диагностику и анализ состояния роторных агрегатов, а также выполняют расчеты по результатам измерений.

Описание средства измерений

Принцип действия анализаторов основан на измерении и обработки электрических сигналов, поступающих от первичных преобразователей: пьезоэлектрических вибропреобразователей, вихретоковых преобразователей, электронных вибропреобразователей, магнитоэлектронных преобразователей, а также других типов датчиков, имеющих выход по напряжению или току.

Анализаторы состоят из контроллера, первичных преобразователей: вибропреобразователей МВ-43-10 (рег. № 16985-08), МВ-44-2 (рег. № 21349-06), МВ-46 (рег. № 34908-07), МВ-47 (рег. № 41842-09), изготавливаемых ЗАО «Вибро-прибор», акселерометров Bently Nevada (рег. № 86416-22), преобразователей перемещения токовых роторных ВН-ППТ (рег. № 56536-14), изготавливаемых Bently Nevada, LLC, США, емкостных преобразователей серии ТМК-121-хх, преобразователей перемещения токовых роторных ТМК-161-х, преобразователей частоты вращения ТМК-172-х и вторичных измерительных преобразователей ТМК-271-х и ТМК-272-х, изготавливаемых ООО «ГК Инновация».

Анализаторы имеют восемь каналов измерения: три канала для подключения преобразователей частоты вращения ТМК-172-х и пять каналов для подключения остальных типов преобразователей.

Анализаторы включают в себя каналы измерения абсолютной и относительной вибрации, осевого сдвига, частоты вращения и аналоговых электрических сигналов. Анализатор позволяет производить расчет модуля вектора виброскорости, модуля вектора виброперемещения и упругой деформации.

Структурная схема анализаторов приведена на рисунке 1.

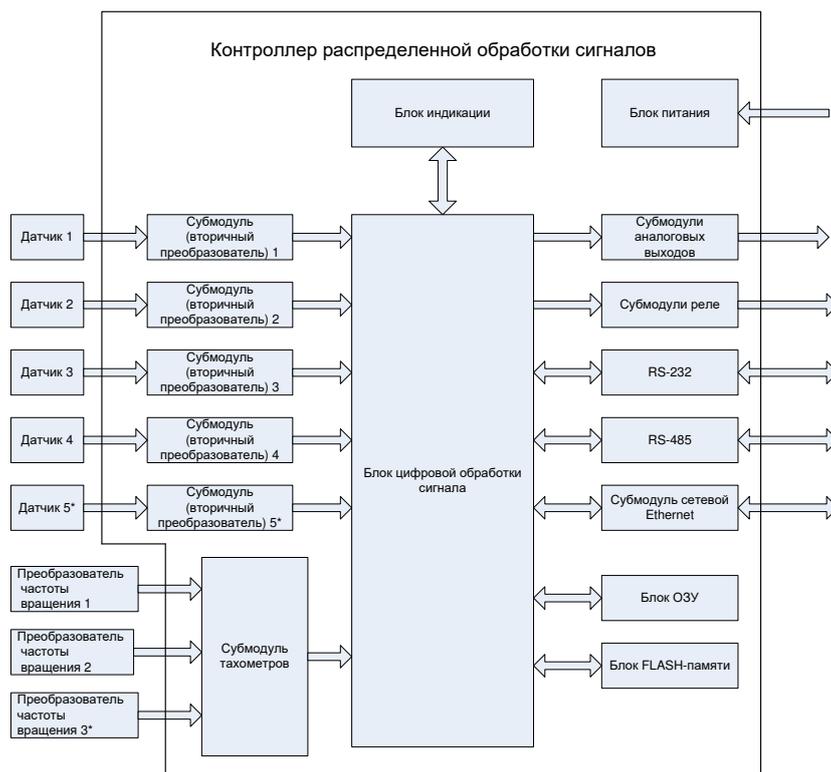


Рисунок 1 – Структурная схема анализаторов «ВЕКТОР-П»

Каналы измерения абсолютной вибрации включают в себя первичные вибропреобразователи МВ-43-10 (рег. № 16985-08), МВ-44-2 (рег. № 21349-06), МВ-46 (рег. № 34908-07), МВ-47 (рег. № 41842-09), изготавливаемых ЗАО «Вибро-прибор» (г.С-Петербург), акселерометры Bently Nevada (рег. № 86416-22), изготавливаемые Bently Nevada, LLC, США, емкостных датчиков серии ТМК-121-хх и вторичный измерительный преобразователь, конструктивно выполненный в виде субмодуля контроллера.

Первичные вибропреобразователи МВ-43-10, МВ-44-2, МВ-46-1 и МВ-47-1 представляют собой пьезоэлектрические вибропреобразователи инерционного типа, использующие прямой пьезоэлектрический эффект, т.е. электрический заряд чувствительного элемента пропорционален ускорению, воздействию на преобразователь. Модели МВ-43-10, МВ-44-2, МВ-46-1 и МВ-47-1 отличаются диапазонами измерения, коэффициентами преобразования.

Акселерометры Bently Nevada (рег. № 86416-22) представляют собой пьезоэлектрические вибропреобразователи инерционного типа, использующие прямой пьезоэлектрический эффект, т.е. электрический заряд чувствительного элемента пропорционален ускорению, воздействию на преобразователь. Все модели включают встроенные либо вынесенные цепи преобразования сигнала заряда в сигнал напряжения, опционально — цепи интегрирования ускорения в скорость. Отличаются типом выходного сигнала (ускорение, скорость), коэффициентами преобразования по напряжению.

Первичные вибропреобразователи модели ТМК-121-х представляют собой электронные преобразователи, принцип действия которых основан на MEMS-технологии. Вибропреобразователи модели ТМК-121-х имеют два исполнения: ТМК-121-В и ТМК-121-2RM, которые отличаются типом разъема и длиной кабеля.

Каналы измерения относительной вибрации и осевого сдвига включают в себя первичные преобразователи перемещения токовихревые VN-ППТ (рег. № 56536-14), изготавливаемых Bently Nevada, LLC, США, преобразователи перемещения токовихревые ТМК-161-х и вторичный измерительный преобразователь, конструктивно выполненный в виде субмодуля контроллера. Первичные преобразователи модели ТМК-161-х представляют собой вихретоковые датчики, принцип действия которых совместно со вторичным преобразователем основан на взаимодействии электромагнитного поля, создаваемого датчиком, с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в электропроводящем объекте контроля. Используемое преобразование параметрического типа позволяет проводить измерения зазора и его изменения, пропорционального виброперемещению. Датчики являются преобразователями параметрического типа и могут работать, начиная с частоты равной нулю (постоянный входной сигнал). Преобразователи ТМК-161-х имеют три типа исполнения: ТМК-161-10, ТМК-161-3/8 и ТМК-161-16, которые отличаются диаметром резьбы.

Преобразователи перемещения токовихревые VN-ППТ (рег. № 56536-14) представляют собой вихретоковые датчики, принцип действия которых совместно со вторичным преобразователем основан на взаимодействии электромагнитного поля, создаваемого датчиком, с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в электропроводящем объекте контроля. Используемое преобразование параметрического типа позволяет проводить измерения зазора и его изменения, пропорционального виброперемещению. Датчики являются преобразователями параметрического типа и могут работать, начиная с частоты равной нулю (постоянный входной сигнал). Преобразователи перемещения токовихревые VN-ППТ имеют различные варианты исполнения в зависимости от диаметра измерительной головки, вида резьбы, длины соединительного кабеля.

Каналы измерения частоты вращения включают в себя первичные преобразователи модели ТМК-172-х либо ТМК-161-х и вторичные измерительные преобразователи моделей ТМК-271-х и ТМК-272-х. Первичные преобразователи моделей ТМК-172-х работают на основе эффекта Холла, заключающегося в возникновении э.д.с. на гранях полупроводника, ортогональных граням, запитанным постоянным током, при помещении его в магнитное поле и имеют импульсный выход. Преобразователи модели ТМК-172-х имеют три исполнения: ТМК-172-В, ТМК-172-2RM и ТМК-172-У, которые отличаются типом разъема и длиной кабеля. Первичный преобразователь либо ТМК-161-х подключается непосредственно к контроллеру, ТМК-172-х – либо непосредственно, либо через вторичный преобразователь ТМК-272-х.

Вторичный измерительный преобразователь ТМК-272-х осуществляет усиление сигнала датчика модели ТМК-172-х и преобразование его в выходной импульсный сигнал, частота которого равна частоте следования меток. Вторичный измерительный преобразователь ТМК-271-х осуществляет преобразование сигналов, поступающих от датчиков частоты вращения.

Контроллер имеет четыре варианта исполнения отличающиеся материалом корпуса, габаритными размерами и наличием индикации.

Контроллер выполняет следующие функции:

- предварительную обработку сигналов от первичных преобразователей и преобразование их в цифровой код;
- определение измеряемых параметров и величин, производных от них;
- отображение значений измеряемых величин на встроенном алфавитно-цифровом дисплее (для исполнения с дисплеем);
- запись значений измеряемых величин во встроенную память контроллера с возможностью последующей передачи на внешние устройства (в частности, на ПК) через цифровые интерфейсы RS-485, RS-232 и LAN для дальнейшей обработки и хранения.

Контроллер имеет в своем составе до шестнадцати реле, которые могут быть запрограммированы на срабатывание при фиксации события (отклонение измеряемой величины от заранее заданного диапазона).

Первичные измерительные преобразователи, контроллер и вторичные измерительные преобразователи частоты вращения, входящие в состав анализатора, имеют свои заводские номера в формате порядкового номера, состоящего из цифр. Номер контроллера – пятизначное число, номер преобразователей – номер контроллера, знак тире и номер преобразователя – шестизначное число. Заводской номер контроллера наносится методом наклейки на боковой поверхности корпуса в соответствии с рисунком 2. Заводские номера первичных измерительных преобразователей наносятся на соединительный провод методом наклейки под термоусадку в соответствии с рисунками 3-5. Заводские номера вторичных преобразователей частоты вращения наносятся на корпус методом наклейки в соответствии с рисунком 6.

Общий заводской номер анализатора соответствует заводскому номеру контроллера. Пломбирование анализаторов не предусмотрено.

Нанесение знака поверки на анализатор не предусмотрено.

Анализаторы работают с программным обеспечением «МПО процессорной платы», которое предназначено для анализа, отображения и хранения данных измерений.

Общий вид анализаторов параметров вибрации и механических величин многоканальных «Вектор-П» и место нанесения заводского номера приведены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общий вид анализаторов параметров вибрации и механических величин многоканальных «Вектор-П» и место нанесения заводского номера

Общий вид преобразователей модели ТМК-121-х и место нанесения заводского номера приведены на рисунке 3.

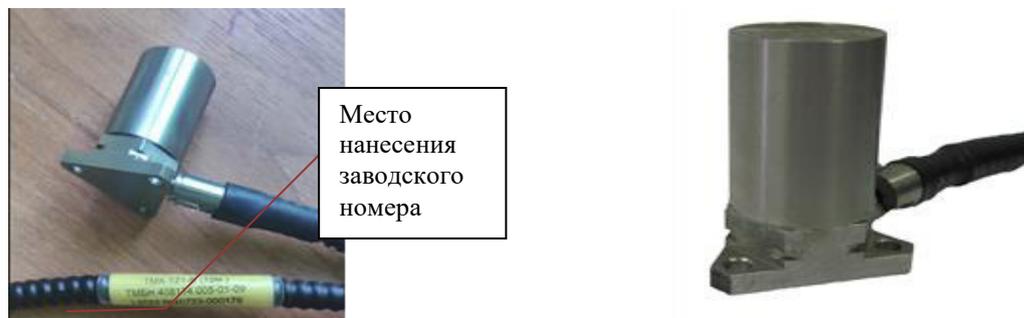


Рисунок 3 – Преобразователи модели ТМК-121-х и место нанесения заводского номера

Общий вид преобразователей модели ТМК-161-х и место нанесения заводского номера приведены на рисунке 4.

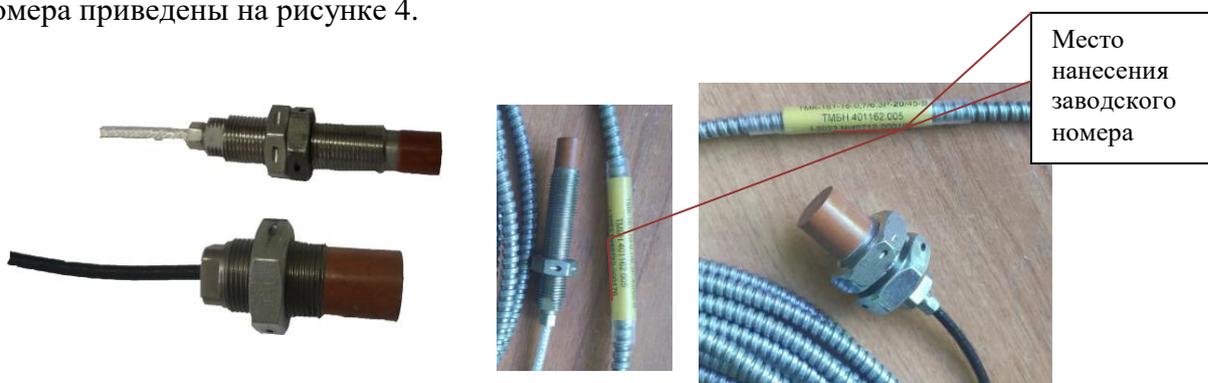


Рисунок 4 – Преобразователи модели ТМК-161-х и место нанесения заводского номера

Общий вид преобразователей модели ТМК-172-х и место нанесения заводского номера приведены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Преобразователи модели ТМК-172-х и место нанесения заводского номера

Общий вид преобразователей моделей ТМК-271 и ТМК-272-х и место нанесения заводского номера приведены на рисунке 6.

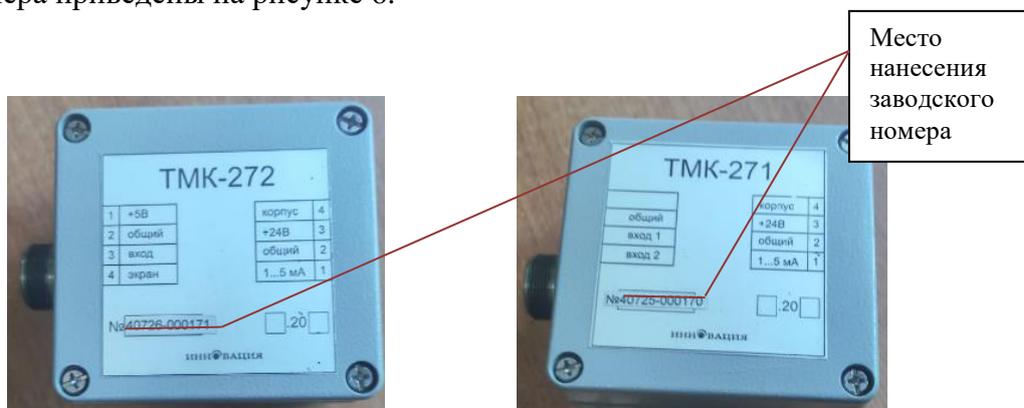


Рисунок 6 – Преобразователи моделей ТМК-271 и ТМК-272-х и место нанесения заводского номера

Программное обеспечение

(ПО) МПО процессорной платы служит для обработки, визуализации и архивации информации, поступающей от измерительных каналов. ПО представляет собой сервисное (фирменное) программное обеспечение, которое поставляется совместно с аппаратурой.

Программное обеспечение взаимодействия с прибором Evector подключается к прибору по цифровым интерфейсам (COM либо ETHERNET) и позволяет считывать показания с прибора в отсутствие блока индикации и осуществлять операции по калибровке и настройке прибора. Данное ПО не является метрологически значимым.

Таблица 1 –Идентификационные данные ПО

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
МПО процессорной платы	МПО VectorP	2017_02_06 rev.0	222e46135020e9b2413b8d6e4ea195c9	MD5
Программа взаимодействия с прибором	Evector	3.0.0 и выше	Не применимо	Не применимо

Защита программы от преднамеренного воздействия обеспечивается тем, что пользователь не имеет возможности изменять команды программы, обеспечивающие управление работой анализатора и процессом измерений.

Защита программы от непреднамеренных воздействий обеспечивается функциями резервного копирования.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует по Р 50.2.077-2014 уровню «высокий».

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование технической характеристики	Значение
Канал измерения абсолютной вибрации	
Диапазон измерения виброскорости, мм/с: Среднее квадратическое значение (далее – СКЗ) Амплитудное значение	от 0,05 до 100 от 0,1 до 100
Диапазон измерения размаха виброперемещения, мкм	от 3 до 1000
Диапазон измерения виброускорения, м/с ² : СКЗ ¹ Амплитудное значение	от 0,1 до 400 от 0,1 до 400
Предел допускаемой относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости (в том числе и низкочастотной) и пикового значения виброскорости в диапазоне измерения от 2 до 100 мм/с на базовой частоте 80 Гц, %	5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения СКЗ виброскорости (в том числе и низкочастотной) в диапазоне измерения от 0,05 до 2 мм/с и амплитудного значения виброскорости в диапазоне измерения от 0,1 до 2 мм/с на базовой частоте 80 Гц, мм/с	±0,1
Предел допускаемой относительной погрешности измерения СКЗ виброускорения и амплитудного значения виброускорения в диапазоне измерения от 0,4 до 400 м/с ² на базовой частоте 80 Гц, %	5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения СКЗ виброускорения и амплитудного значения виброускорения в диапазоне измерения от 0,1 до 0,4 м/с ² на базовой частоте 80 Гц, м/с ²	±0,02
Предел допускаемой относительной погрешности измерения размаха виброперемещения в диапазоне измерения от 60 до 1000 мкм на базовой частоте 80 Гц, %	5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения размаха виброперемещения в диапазоне измерения от 3 до 60 мкм на базовой частоте 80 Гц, мкм	±3
Диапазон рабочих частот при измерении виброскорости низкочастотной вибрации, Гц F _{об} – не более 500 Гц	от 10 до 0,5*F _{об} ² от 10 до 0,7*F _{об} ²
Диапазон рабочих частот при измерении остальных параметров (программируются), Гц	от 0,7 до 200; от 2 до 1000; от 2 до 10000
Неравномерность АЧХ для диапазона от 10 до 1000 Гц в диапазоне рабочих частот от 15 Гц до 900 Гц, %, не более	5
для других диапазонов от 2*f _{ФВЧ} ³ до 0,8*f _{ФНЧ} ³	5
Ослабление АЧХ на частотах вблизи границ диапазона, дБ, не более:	
для диапазона от 10 до 1000 Гц в поддиапазонах от 10 до 15 Гц и от 900 до 1000 Гц	2
для других диапазонов от f _{ФВЧ} ³ до 1,5* f _{ФВЧ} ³ и от 0,9* f _{ФНЧ} до f _{ФНЧ}	3

Продолжение таблицы 2 – Метрологические характеристики

Наименование технической характеристики	Значение
Спад АЧХ за пределами диапазона рабочих частот, дБ/окт, не менее: для диапазона от 0,7 до 200, от 2 до 1000 для других диапазонов	15 18
<i>Примечания:</i>	
1. Пределы допускаемой погрешности указаны по цифровому индикатору и унифицированному сигналу;	
2. $F_{об}$ – оборотная частота вращения;	
3. $f_{ФВЧ}$, $f_{ФНЧ}$ – нижняя и верхняя граничные частоты выбранного рабочего частотного диапазона. $2 \leq f_{ФВЧ} \leq 10$; $200 \leq f_{ФНЧ} \leq 1000$	
Канал измерения относительной вибрации	
Диапазон измерений размаха виброперемещения, мкм	от 2 до 2000
Диапазон измерений амплитудного значения виброперемещения, мкм	от 2 до 1000
Диапазон измерений зазора, мм	от 0 до 5
Диапазон измерения СКЗ виброперемещения, мкм	от 2 до 1000
Предел допускаемой относительной погрешности измерений размаха виброперемещения в диапазоне от 80 до 2000 мкм и амплитудного значения виброперемещения в диапазоне от 80 до 1000 мкм на базовой частоте 80 Гц, %	5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений размаха виброперемещения и амплитудного значения в диапазоне от 2 до 80 мкм на базовой частоте 80 Гц, мкм	± 4
Предел допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения на базовой частоте 80 Гц, % не более	5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений зазора на базовой частоте 80 Гц, мкм	± 20
Диапазоны рабочих частот при измерении виброперемещения, Гц	от 0,4 до 1000; от 5 до 500; от 10 до 1000
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от $2 \cdot f_{ФВЧ}$ до $0,8 \cdot f_{ФНЧ}$ Гц включ., %, не более	5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от $f_{ФВЧ}$ до $2 \cdot f_{ФВЧ}$ и от $0,8 \cdot f_{ФНЧ}$ до $f_{ФНЧ}$ Гц, дБ, не более	3
Спад АЧХ за пределами диапазона рабочих частот, дБ/окт, не менее	18
<i>Примечания:</i>	
Пределы допускаемой погрешности указаны по цифровому индикатору и унифицированному сигналу.	
Канал измерения осевого сдвига	
Диапазон измерения осевого сдвига, мм	от - 2,5 до +2,5

Продолжение таблицы 2 – Метрологические характеристики

Наименование технической характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений осевого сдвига, мкм	± 20
<i>Примечания:</i> Пределы допускаемой погрешности указаны по цифровому индикатору и унифицированному сигналу.	
Канал измерения напряжения разбаланса резистивных мостов	
Диапазон измерений напряжения разбаланса, мВ/В	± 40
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0 до 2000
Предел допускаемой приведённой погрешности измерения разбаланса в диапазоне частот, %	± 3
Канал измерения аналоговых электрических сигналов	
Диапазон измерений входного напряжения, В	от 0 до 11
Диапазон измерений входного тока, мА	от 0 до 20
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения тока (напряжения), %	0,5
Канал измерения частоты вращения	
Диапазон измерения частоты вращения, об/мин:	от 5 до 180000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты вращения по цифровым интерфейсам в диапазоне от 5 до 30000 включ., об/мин	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты вращения по цифровым интерфейсам в диапазоне от 30000 до 180000, об/мин	± 10
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты вращения по унифицированному сигналу, %	± 1

Таблица 3 – Основные технические характеристики.

Наименование технической характеристики	Значение
Напряжение питания контроллеров, В	от 21 до 27
Условия эксплуатации: диапазон рабочих температур, °С: контроллера в исполнении 1- 3 контроллера в исполнении 4 преобразователей моделей МВ-43-10; МВ-44-2; МВ-46-1; МВ-47-1 преобразователей моделей ТМК-121-х преобразователей моделей ТМК-161-х преобразователей моделей ТМК-172-х преобразователей моделей ТМК-271 и ТМК-272-х	от -60 до +70 от 0 до +70 от -60 до +250 от -40 до +125 от 0 до +120 от -30 до +110 от -60 до +70
Габаритные размеры, мм, не более: контроллера в исполнении 1 контроллера в исполнении 2 контроллера в исполнении 3 контроллера в исполнении 4 преобразователей моделей МВ-43-10; МВ-44-2; МВ-46-1; МВ-47-1; ТМК-121-х; преобразователей моделей ТМК-161-х; преобразователей моделей ТМК-172-х преобразователей моделей ТМК-271 и ТМК-272-х	290 × 300 × 130 270 × 350 × 120 зависит от типа бокса 105 × 105 × 26 70 × 50 × 60 Ø 10 или Ø 16 × L, где L – длина кабеля Ø 16 × 50 95 × 76 × 75
Масса, кг, не более: контроллера в исполнении 1 контроллера в исполнении 2 контроллера в исполнении 3 контроллера в исполнении 4 преобразователей моделей МВ-43-10; МВ-44-2; МВ-46-1; МВ-47-1; ТМК-121-х; преобразователей моделей ТМК-161-х преобразователей моделей ТМК-172-х преобразователей моделей ТМК-271 и ТМК-272-х	4,5 5,0 зависит от типа бокса 0,6 0,2 0,15 0,2 0,2

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Анализатор параметров вибрации и механических величин в комплекте с первичными преобразователями	«Вектор-П»	1 шт.	Точные модификации первичных преобразователей из комплекта поставки указывается в паспорте
Комплект монтажных и запасных частей		1 компл.	
Паспорт	ТМБН 402158.001-ПС	1 экз.	
Руководство по эксплуатации	ТМБН.402158.001	1 экз.	
Комплект программного обеспечения	МПО VectorP	1 комплект	
Программа конфигурирования	Evector	1 комплект	

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе ТМБН.402158.001 «Анализаторы параметров вибрации и механических величин многоканальные «ВЕКТОР-П». Руководство по эксплуатации», раздел 3 «Использование по назначению».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 сентября 2021 г. № 1942 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091 «Государственный первичный эталон единиц силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

Технические условия ТМБН.402158.001ТУ «Анализаторы параметров вибрации и механических величин многоканальные «ВЕКТОР-П. Технические условия».

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «ГК Инновация»

(ООО «ГК Инновация»)

ИНН 7724682696

Юридический адрес: 115230, г. Москва. Хлебозаводский пр-д. д.7, стр. 9, эт. 9, помещ. XVI, к. 2, оф. 121

Тел.: +7 (495) 620-09-00

E-mail: gk@gkin.ru

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «ГК Инновация»

(ООО «ГК Инновация»)

ИНН 7724682696

Юридический адрес: 115230, г. Москва. Хлебозаводский пр-д. д.7, стр. 9, эт. 9, помещ. XVI, к. 2, оф. 121

Адрес места осуществления деятельности: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19А, стр. 9

Тел.: +7 (495) 620-09-00

E-mail: gk@gkin.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46

Тел./факс: +7 (495) 437-55-77 / 437-56-66

E-mail: office@vniims.ru

Web-сайт: www.vniims.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30004-13.

