

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «7» декабря 2021 г. № 2749

Регистрационный № 83930-21

Лист № 1  
Всего листов 9

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Виброметры лазерные универсальные VibroFlex**

**Назначение средства измерений**

Виброметры лазерные универсальные VibroFlex (далее – виброметры VibroFlex) предназначены для бесконтактных измерений параметров вибрации и удара при наличии в сигнале постоянных составляющих параметров движения. Виброметры VibroFlex могут применяться в качестве рабочих эталонов для измерения параметров вибрации и ударного движения, а также в составе эталонных установок.

**Описание средства измерений**

Принцип действия виброметров VibroFlex основан на доплеровском сдвиге частоты лазерного излучения видимого или инфракрасного диапазона, отраженного от движущегося объекта. Отраженное от движущейся поверхности объекта излучение содержит информацию о скорости и перемещении объекта. Перемещение поверхности модулирует фазу волны излучения, в то время как скорость движения поверхности сдвигает его оптическую частоту. Поскольку частота лазерного излучения слишком высока для непосредственной демодуляции, в целях выделения измеряемых параметров движения в виброметрах VibroFlex применяют интерферометрическое устройство. В интерферометре происходит смешение измерительной волны излучения и волны опорного луча, поступающих в фотодетектор.

В виброметрах VibroFlex использована схема модифицированного интерферометра Маха-Цандера. Разделение когерентного излучения лазера на измерительный и опорный лучи осуществляется поляризационным светоделителем. Опорный луч направляется посредством зеркала в ячейку Брэгга и далее на светоделитель, после чего попадает непосредственно на первый фотодетектор, а измерительный луч направляется на движущуюся поверхность через светоделитель, фокусирующую линзу и четвертьволновую пластину. Поляризованная рассеянная часть отраженного излучения, собираемая линзой, возвращается в светоделитель опорного луча и направляется на второй фотодетектор. Ячейка Брэгга представляет собой акустооптический элемент, осуществляющий предварительный сдвиг оптической частоты опорного луча на величину несущей частоты встроенного кварцевого генератора. На эту несущую частоту накладывается положительный или отрицательный сдвиг частоты, связанный с эффектом Доплера.

Результирующая интенсивность излучения на поверхности фотодетекторов определяется относительной фазой и частотой смешивающихся волн. Разность фаз опорного и измерительного лучей зависит от разности пройденных ими путей, которая изменяется при перемещении движущейся поверхности. Фазовая модуляция сигнала приводит к его частотной модуляции таким образом, что соответствующая девиация частоты является производной по времени модулированного фазового угла. Скорость движения поверхности объекта измерения будет связана с девиацией частоты по отношению к несущей частоте. Информация,

закодированная в сигнале с высокочастотной несущей гетеродинного интерферометра, менее чувствительна к помехам и искажениям.

Квадратурные выходные сигналы гетеродинного интерферометра с высокочастотным заполнением преобразуют в мгновенную фазу и частоту при помощи цифрового декодирования исходного доплеровского сигнала на основе метода фазовой и частотной демодуляции. Микропроцессоры, входящие в состав лазерного виброметра, производят демодуляцию, полосовую фильтрацию, цифровую обработку и генерацию сигналов скорости, ускорения и перемещения.

Конструктивно виброметры VibroFlex выполнены в виде сенсорной головки с гелий-неоновым или инфракрасным лазером, совмещенным с лазером подсветки, объективом с автофокусировкой измерительного луча и контроллером для обработки доплеровского сигнала. В состав сенсорной головки входят гетеродинный интерферометр с акустооптическим модулятором и драйвер модулятора с кварцевым генератором несущей частоты. В состав контроллера входят цифровые сигнальные процессоры обеспечивающие демодуляцию доплеровского сигнала скорости, фильтрацию сигнала скорости следящим фильтром (при необходимости), полосовую фильтрацию сигнала и фильтрацию сигнала фильтром верхних частот, а также генерацию сигнала скорости при помощи цифро-аналогового преобразователя. Опционально в состав контроллера включены интегратор и дифференциатор сигнала скорости в комплекте с соответствующими фильтрами верхних и нижних частот. Контроллер на лицевой панели имеет разъемы для выходных аналоговых сигналов скорости и, опционально, для сигналов перемещения и ускорения, а также разъем для сброса сигнала интегратора внешним импульсом и разъем сигнала постоянного тока с напряжением, пропорциональным логарифму уровня оптического сигнала сенсорной головки. Управление виброметрами VibroFlex осуществляется с лицевой панели контроллера сенсорного типа или через Web интерфейс по разъему Gigabit Ethernet на задней стенке контроллера.

Виброметры VibroFlex построены по модульному принципу, обеспечивающему универсальное подключение к контроллеру VibroFlex Connect различных сенсорных головок: VibroFlex Neo, VibroFlex Compact, VibroFlex Fiber, VibroFlex QTec, VibroFlex Xtra, образующих модификации виброметров VibroFlex. Модификации отличаются длиной волны применяемого лазера, амплитудными и частотными диапазонами измерения скорости и, опционально, перемещения и ускорения. Для модификаций виброметров VibroFlex возможны различные комплектации короткофокусными и длиннофокусными объективами, оптоволоконными насадками на сенсорную головку, устройствами позиционирования лазерного луча, устройствами крепления сенсорных головок и объективов, треногами, транспортировочными контейнерами, а также устройствами аналого-цифрового преобразования выходных сигналов скорости, ускорения и перемещения. Комплектации для модификаций виброметров VibroFlex отличаются буквенно-цифровыми расширениями в обозначении модификации на заводских шильдиках сенсорной головки и контроллера.

Знак поверки в виде наклейки наносится на контроллер VibroFlex Connect виброметров.

На контроллере VibroFlex Connect и на сенсорной головке виброметров VibroFlex расположена в виде наклейки шильда, которая содержит информацию о модели, серийном номере и дате изготовления виброметров. Виброметры VibroFlex конструктивно защищены пломбой в виде голографической наклейки, которая имеет разрушаемый слой, и при попытке несанкционированного вскрытия повреждается.

Общий вид виброметров, сенсорных головок и контроллера VibroFlex приведен на рисунках 1 - 7.



Рисунок 1 – Общий вид виброметров VibroFlex



Рисунок 2 – Общий вид сенсорной головки VibroFlex Neo



Рисунок 3 – Общий вид сенсорной головки VibroFlex Compact



Рисунок 4 – Общий вид сенсорной головки VibroFlex Fiber



Рисунок 5 – Общий вид сенсорной головки VibroFlex QTec

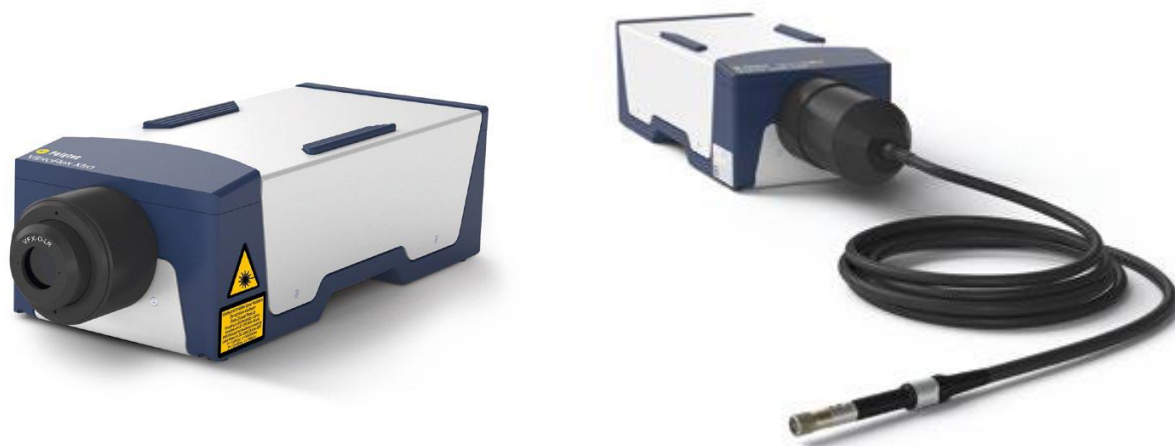


Рисунок 6 – Общий вид сенсорной головки VibroFlex Xtra

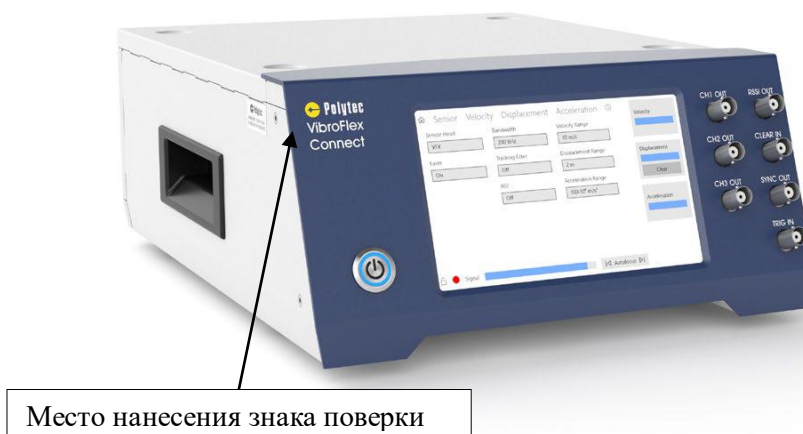


Рисунок 7 – Общий вид контроллера VibroFlex Connect

### Программное обеспечение

Для управления режимами измерений виброметров VibroFlex используется встроенное программное обеспечение (далее – ПО), а для сбора, обработки, хранения, анализа и визуализации результатов измерений используется автономное ПО Polytec Vibrometer Software (VibSoft), устанавливаемое на компьютер или ноутбук. Взаимодействие виброметров VibroFlex с ПО VibSoft осуществляется в цифровом виде по разъему Gigabit Ethernet или при помощи аналого-цифрового преобразователя (АЦП) VIB-E-220 с USB выходом, подключаемого к аналоговым выходам виброметров. ПО по структуре является целостным, выполняет математические функции формирования выходного сигнала и функции управления параметрами отображения.

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014 – «высокий».

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Встроенное ПО	Автономное ПО
Идентификационное наименование ПО	VVXF110	VibSoft
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0	не ниже 5.5
Цифровой идентификатор ПО	-	-

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики виброметров VibroFlex

Наименование характеристики	Значение				
	VibroFlex Neo	VibroFlex Compact	VibroFlex Fiber	VibroFlex QTec	VibroFlex Xtra
Диапазоны измерений скорости (амплитуда), м/с	± (от $1 \cdot 10^{-5}$ до 12)			± (от $1 \cdot 10^{-5}$ до 30)	
Диапазоны измерений ускорения (пиковые значения по ГОСТ Р ИСО 16063-22), м/с <sup>2</sup>	±(от $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^6$ )				
Диапазоны измерений перемещения (амплитуда), м	±(от $1 \cdot 10^{-10}$ до 2,5)				
Доверительные границы относительной погрешности измерения параметров вибрации в диапазонах частот, % от 0,1 до 0,5 Гц включ. свыше 0,5 до 20 Гц включ. свыше 20 до 800 Гц включ. свыше 800 до 2000 Гц включ. свыше 2000 до 5000 Гц включ. свыше 5000 до 10000 Гц включ. свыше 10000 до 20000 Гц включ. свыше 20000 до 50000 Гц (ГОСТ ISO 16063-41)	±(от 0,5 до 1,0) ±(от 0,3 до 0,8) ±(от 0,2 до 0,5) ±(от 0,2 до 0,7) ±(от 0,3 до 0,8) ±(от 0,4 до 0,8) ±(от 0,5 до 1,0) ±(от 0,8 до 1,0)				
Частотный диапазон измерения синусоидальной вибрации, Гц	от 0,1 до 20000				
Частоты среза фильтров верхних частот, Гц	1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120, 250				
Частоты среза фильтров нижних частот, кГц	1, 2, 5, 10, 20, 50, 100				
Несущая частота гетеродина модулятора сигнала скорости, МГц	40,000 ±0,001				
Частотные диапазоны демодуляции сигнала скорости, кГц	(от 0 до 100); (от 0 до 3000); (от 0 до 24000)				
Неравномерность частотной характеристики контроллера в частотных диапазонах демодуляции сигнала скорости, дБ, не более	±0,1; ±0,3; +1/-2,0				
Диапазон изменений выходного сигнала (амплитуда) на нагрузках 1 МОм и 50 Ом, В	±2; ±1				

Таблица 3 – Основные технические характеристики виброметров VibroFlex

Наименование характеристики	Значение				
	VibroFlex Neo	VibroFlex Compact	VibroFlex Fiber	VibroFlex QTec	VibroFlex Xtra
Выходное сопротивление для аналоговых сигналов скорости, ускорения, перемещения, Ом, не более	50				
Длина волны измерительного лазера, нм	633 (HeNe)			(1550,0 ±2,5)	
Номинальный диапазон расстояний до измеряемого объекта для сенсорной головки с короткофокусным объективом, мм	±(от 25 до 5000)				
Номинальный диапазон расстояний до измеряемого объекта для сенсорной головки с длиннофокусным объективом, м	±(от 0,38 до 100)				
Номинальный диапазон расстояний до измеряемого объекта для миниатюрной головки с оптоволоконным кабелем, мм	±(от 60 до 2000)				
Категория защиты сенсорной головки (пыле - и брызго - защищенность), не хуже	IP40				
Уровень безопасности лазера по ГОСТ ИЕС 60825-1, не выше	класс 2				
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, % не более	от + 5 до + 40 80				
Средний срок службы, лет	10				
Масса контроллера, кг, не более	7,5				
Масса сенсорной головки, кг, не более	3,3	1,0	5,0	5,3	4,6
Габаритные размеры контроллера (длина; ширина; высота), мм, не более	385; 290; 145				
Габаритные размеры сенсорной головки (длина; ширина; высота), мм, не более	365; 125; 90	265; 70; 65	320; 155; 165	385; 135; 100	

**Знак утверждения типа**

наносится на руководство по эксплуатации типографским способом.

## Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Виброметр лазерный универсальный VibroFlex	Модификация по заказу	1 шт.
Руководство по эксплуатации (РЭ) в составе: - РЭ на контроллер; - РЭ на сенсорную головку; - справочник по метрологическим характеристикам виброметров VibroFlex	-	1 экз. 1 экз. 1 экз.
Дополнительные принадлежности	АЦП VIB-E-220, объективы, оптоволоконные насадки на сенсорную головку, устройства позиционирования лазерного луча, устройства крепления сенсорных головок и объективов, треноги, транспортировочные контейнеры	по заказу

### Сведения о методиках (методах) измерений

раздел 4 и 5 руководства по эксплуатации на контроллер.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к виброметрам лазерным универсальным VibroFlex

Приказ Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения»

ГОСТ Р 8.607-2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений девиации частоты

ГОСТ 8.137-84 Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерения ускорения при ударном движении

ГОСТ ISO 16063-41-2014 «Вибрация. Методы калибровки датчиков вибрации и удара. Часть 41. Калибровка лазерных виброметров»

Техническая документация фирмы - изготовителя "Polytec GmbH", Германия

### Изготовитель

Фирма «Polytec GmbH», Германия

Адрес: Polytec-Platz 1-7, 76337 Waldbronn, Germany

Телефон +49 (0) 7243 604-0

Web-сайт: www.polytec.com

E-mail: info@polytec.de



**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»

Адрес: 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

Телефон +7 (812) 251-76-01, факс +7 (812) 713-01-14

Web-сайт: [www.vniim.ru](http://www.vniim.ru)

E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц  
RA.RU.311541

