

ПромАвтоматика  
194044, Россия, г. Санкт-Петербург, Пироговская набережная, д. 17  
тел.: (812) 603-23-17 факс:(812) 603-23-10. E-mail: [pa@pa.ru](mailto:pa@pa.ru), <http://www.pa.ru>  
Russia, St.-Petersburg, Pirogovskaya nab., 17. Tel:(+7 812) 603-23-17 Fax: (+7 812) 603-23-10

**УТВЕРЖДАЮ**  
(приложение А «Методика поверки»)

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
ООО «ПромАвтоматика»

  
\_\_\_\_\_  
Н.В. Иванникова  
201 6 г.  


  
\_\_\_\_\_  
А.А. Ларионов  
201 6 г.  


Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## ИЗМЕРИТЕЛИ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЛП

Руководство по эксплуатации

ПРГА. 427711.001 РЭ

## Оглавление

Описание и работа .....	5
1 Описание и работа измерителя линейных перемещений .....	5
1.1 Назначение .....	5
1.2 Технические характеристики .....	5
1.3 Устройство и работа и технические характеристики .....	7
1.4 Средства измерения, инструмент и принадлежности .....	9
1.5 Маркировка .....	10
1.6 Упаковка .....	10
Использование по назначению .....	11
2 Эксплуатационные ограничения .....	11
3 Подготовка к использованию .....	11
4 Использование измерителя .....	11
4.1 Порядок включения и выключения .....	11
4.2 Контроль работоспособности .....	11
Техническое обслуживание .....	12
5 Техническое обслуживание .....	12
5.1 Общие указания .....	12
5.2 Виды и периодичность ТО .....	12
5.3 Меры безопасности .....	12
5.4 Порядок технического обслуживания .....	12
5.4.1 Технический осмотр .....	12
5.4.2 Периодическое техническое обслуживание .....	13
5.4.3 Проверка работоспособности .....	13
Текущий ремонт .....	14
6 Текущий ремонт .....	14
6.1 Общие сведения .....	14
7 Текущий ремонт .....	14

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ПРГА.427711.001 РЭ			Лит.	Лист	Листов
					ИЗМЕРИТЕЛЬ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЛП					
					Руководство по эксплуатации					
					Разраб.	Акулов				
					Пров.	Антонов				
					Утв.	Антонов				

8	Хранение .....	14
9	Транспортирование .....	15
10	Утилизация .....	15
	ПРИЛОЖЕНИЕ А МЕТОДИКА ПОВЕРКИ .....	16

Инв. № подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПРГА.427711.001 РЭ  <b>ИЗМЕРИТЕЛЬ ЛИНЕЙНОГО          ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЛП</b> Руководство по эксплуатации			
	Разраб.	Акулов							
Пров.	Антонов				Лит.	Лист	Листов		
Утв.	Антонов					3	27		



## Введение

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения обслуживающим персоналом конструкции, устройства и работы измерителей линейных перемещений ИЛП (в дальнейшем – датчиков) ПРГА. 427711.001, а также содержит указания по техническому обслуживанию, правильной и безопасной технической эксплуатации датчиков.

Руководство по эксплуатации является основным документом определяющим организацию, объём, периодичность и порядок проведения технического обслуживания датчиков.

Руководство содержит технические характеристики, описание принципа действия и другие сведения, необходимые для наиболее полного использования технических возможностей датчиков.

Персонал, участвующий в техническом обслуживании датчиков, должен знать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», должен пройти аттестацию и иметь допуск к работе на электроустановках не ниже III квалификационной группы.

В тексте приняты следующие сокращения:

АЧХ	амплитудно-частотная характеристика;
СИ	средства измерений;
СЧ	составная часть;
ТО	техническое обслуживание;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



## Описание и работа

### 1 Описание и работа измерителей линейных перемещений

#### 1.1 Назначение

1.1.1 Датчики ИЛП преобразуют сигнал осевого смещения (перемещения) или виброперемещения в аналоговый токовый или вольтовый сигнал.

1.1.2 Датчики допускают эксплуатацию в условиях воздействия:

- температура наружного воздуха от минус 25 до плюс 70 °С;
- относительная влажность воздуха 95%, при температуре 25 °С.

1.1.3 Окружающая среда должна быть не взрывоопасной, не содержащей токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих электронные изделия и изоляцию

#### 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные параметры и характеристики датчиков приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1

Параметр	Ед. изм.	Значение	Примечание
Диапазон измерений:			
-осевого смещения	мм	от 1,5 до 4	
-размаха виброперемещения	мм	от 0,035 до 2,5	
Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте 45 Гц	мА/мм	6,7	
Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте 45 Гц	В/мм	3,2	
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения в нормальных условиях, %	%	±10	
Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от действительного значения в диапазоне рабочих температур, %	%	±0,5	
Рабочее напряжение питания	В	от 15 до 30	DC
Диапазон рабочих частот	Гц	от 0,5 до 100	
Диапазон выходного напряжения	В	от 0 до 10	
Диапазон выходного токового сигнала	мА	от 0 до 20	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне измерений осевого смещения (перемещения), %: от 1,5 до 3,7 мм от 1,5 до 4 мм	%	±7 ±11	
Нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне измерений размаха виброперемещения, %, не более: от 0,035 до 2 мм от 0,035 до 2,5 мм	%	±7 ±11	
Неравномерность амплитудной характеристики относительно базовой частоты 45Гц, не более	%	±5	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений размаха виброперемещения в диапазоне: от 0,035 до 2 мм от 0,035 до 2,5 мм	%	±9 ±12,5	
Диапазон рабочих температур	°С	от минус 25 до плюс 70	
Ток холостого хода	мА	≤8	
Защита от короткого замыкания		Есть	
Защита от обратной полярности		Есть	

Указанные в таблице 1.1 номинальные коэффициенты преобразования актуальны при измерении расстояния до мишени из стали. В случае использования другого материала мишени следует руководствоваться корректировочными коэффициентами, указанными в таблице 1.2.

При этом  $K = K_n * K_k$ , где

$K$  – фактический коэффициент преобразования для данного материала;

$K_n$  – номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте 45 Гц;

$K_k$  – корректировочный коэффициент.

Таблица 1.2 Корректировочные коэффициенты

Материал мишени	Коэффициент, $K_k$
St37	1
Al	0,3
Нержавеющая сталь	0,7
Ms	0,4

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------



### 1.3 Устройство и работа, технические характеристики

#### 1.3.1 Конструкция датчика

Изделие представляет собой резьбовой цилиндр М12х1 длиной 62мм.

Вес 140г.

Внешний вид датчика представлены на рис. 1.1

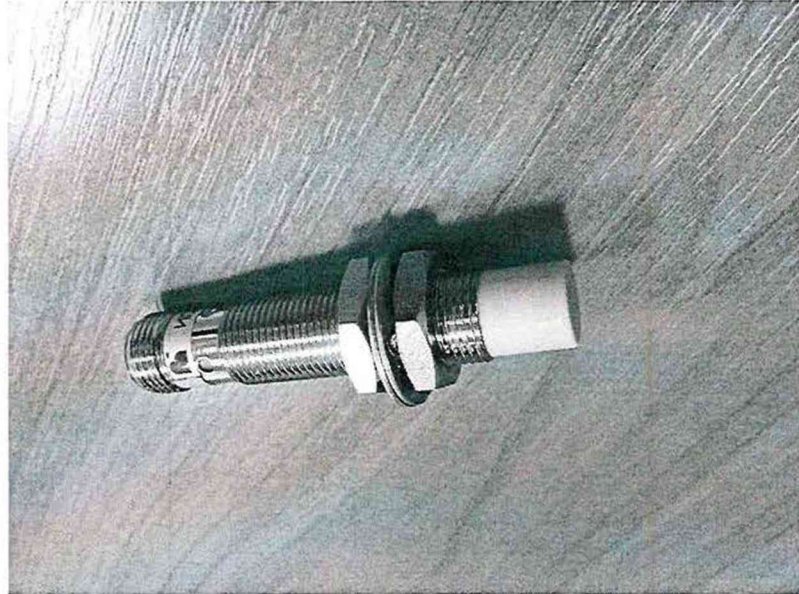


Рис. 1.1 Внешний вид датчика

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПРГА.427711.001 РЭ

Лист

7



### 1.3.2 Описание работы датчика

Датчики ИЛП являются индуктивными.

Для обеспечения работоспособности датчиков требуется внешний источник постоянного напряжения 15..30В (параметр  $U_{in}$  таблицы 1.1).

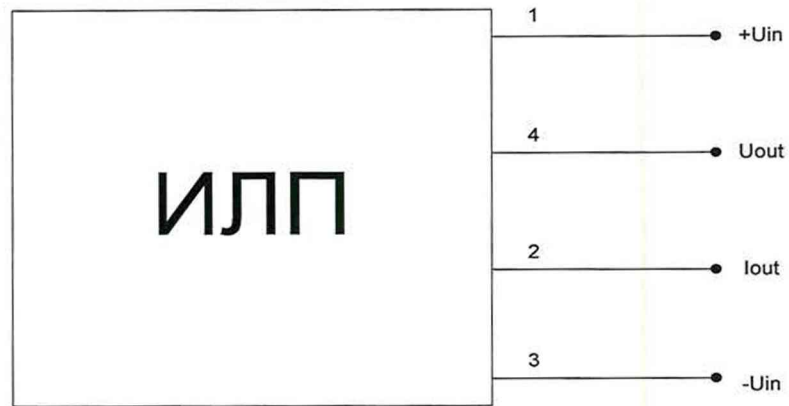


Рис 1.2 Схема подключения  
Выходной сигнал формируется относительно контакта 3 разъёма датчика.

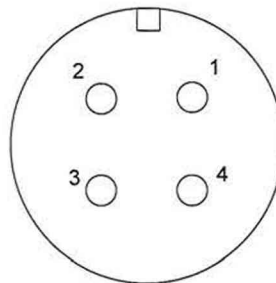


Рис. 1.3 Контакты разъёма датчика

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.4 Средства измерения, инструмент и принадлежности  
 1.4.1 Перечень СИ, инструментов и принадлежностей, применяемых для ТО и ремонта датчиков, приведён в таблице 1.4  
 Таблица 1.4

Наименование	Основные требования к оборудованию	Рекомендуемое оборудование
Мультиметр цифровой	Измерение напряжения 24 В, с погрешностью измерения не более $\pm 1\%$ Измерение тока 20мА, с погрешностью измерения не более $\pm 1\%$	Fluke 15B+ (г/р № 59778-15)
Штангенциркуль	Контроль задаваемого зазора 1,5-4 мм с погрешностью измерения не более $\pm 1\%$	ШЦЦ-1 (г/р № 24156-02) ООО НПЗ `Челябинский инструментальный завод` (ЧИЗ), г. Челябинск
Виброустановка поверочная 2-ого разряда по ГОСТ Р 8.800-2012	Формирование виброперемещений амплитудой до 4мм частотой до 100Гц	DVC-500 (г/р № 58770-14)

Примечание: Возможно применение СИ других типов, метрологические характеристики которых удовлетворяют предъявленным требованиям

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

### 1.5 Маркировка датчика

Маркировка датчиков ИЛП содержит следующую информацию:

- обозначение предприятия-изготовителя;
- краткое наименование, год изготовления и заводской номер в рамках года выпуска;

Конкретное содержание маркировки, наносимой на датчик ИЛП, и место её нанесения соответствует указаниям конструкторской документации.

Маркировку производится типографским способом, штампованием или другим пригодным способом.

При необходимости данные могут наноситься на нескольких языках.

### 1.6 Упаковка

Упаковка обеспечивает защиту от климатических и механических повреждений при транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и хранении.

Упаковка блоков, транспортируемых в районы с тропическим климатом, и при перевозке морским транспортом обеспечивает защиту от воздействия:

- относительной влажности воздуха 100 % при температуре 35°C;
- морского тумана при температуре до 50°C;
- биологических факторов (грибков, плесневых грибков, термитов, грызунов).

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



## Использование по назначению

### 2 Эксплуатационные ограничения

Климатические условия монтажа и эксплуатации должны соответствовать требованиям 1.1.2 настоящего РЭ. Возможность работы датчика в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться предприятием-изготовителем.

Условия эксплуатации соответствуют требованиям 1.1.3 настоящего РЭ.

Допустимые отклонения напряжения питания приведены в п. 1.2.1, таблица 1.1

### 3 Подготовка к использованию

Меры безопасности при подготовке датчика

При эксплуатации датчика необходимо строго соблюдать:

"Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей";

"Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей";

"Правила устройства электроустановок".

К работе с датчиком допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

Необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

при проведении монтажных и профилактических работ датчик должен быть отключен от сети питания;

## 4 Использование

### 4.1 Порядок включения и выключения

Питание датчика осуществляется напряжением 15..30 V DC, которое подается на контакты 1 и 3 датчика при помощи кабеля питания (для опытного образца). Сначала подключается кабель питания к датчику, а затем – к сети. Отключение производится в обратном порядке (кабель питания отключается от сети, затем от датчика).

### 4.2 Контроль работоспособности

Датчик считается работоспособным, если его функционирование прошло в соответствии с п.п. 1.1.1, а технические характеристики соответствуют параметрам, приведённым в таблицах 1.1, 1.2

Интв. № подл.	Подп. и дата	Взам. интв. №	Интв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

# Техническое обслуживание

## 5 Техническое обслуживание

### 5.1 Общие указания

Надёжная работа датчика будет обеспечена только при своевременном и правильном проведении ТО. При проведении ТО должно быть обращено внимание на правильность выполнения операций, на точность проводимых измерений. Все неисправности, обнаруженные во время осмотров и проведении ТО, должны быть устранены обслуживающим персоналом.

### 5.2 Виды и периодичность ТО

Техническое обслуживание изделия включает в себя следующие работы:

- технический осмотр проводится не реже 1 раза в 6 месяцев;
- периодическое техническое обслуживание проводится не реже 1 раза в год.

### 5.3 Меры безопасности

При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо соблюдать требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

### 5.4 Порядок технического обслуживания

#### 5.4.1 Технический осмотр

При проведении технического осмотра проводят работы, приведённые в таблице 5.1

Таблица 5.1

Наименование работ	Технические требования	Примечание
Произвести внешний осмотр датчика и систем крепления и питания		
а) проверить крепление датчика к кронштейну	датчик должен быть надёжно закреплён	
б) проверить крепление кронштейна к основанию	кронштейн должен быть надёжно закреплён	
в) проверить надёжность электрических контактных соединений	электрические контактные соединения должны быть надёжны	
г) осмотреть на предмет наличия грязи и пыли	не должно быть пыли и грязи на наружных частях датчика	
д) проверить отсутствие механических повреждений и состояние датчика	не должно быть сколов, вмятин и ржавчины, нарушений лакокрасочного покрытия и	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



	повреждений электрической изоляции кабеля		
Проверить работоспособность	СЧ системы должны функционировать в соответствии с п. 4.2		
Результаты ТО должны быть занесены в паспорт системы			

#### 5.4.2 Периодическое техническое обслуживание

5.4.2.1 При проведении периодического осмотра проводят работы, приведённые в таблице 5.2

Таблица 5.2

Наименование работ	Технические требования	Примечание
Выполнить все работы, приведенные для ТО		Таблица 5.1
Проверить надёжность подключения кабеля к клеммным разъёмам и их состояние.	кабель должен быть надёжно подключен	
Проверить надёжность крепления составных частей системы	Составные части системы должны быть надёжно закреплены	
Проверить работоспособность	Датчик должен функционировать в соответствии с п. 4.2	
Результаты ТО должны быть занесены в паспорт системы		

#### 5.4.3 Проверка работоспособности

5.4.3.1 При проведении проверки датчика на работоспособность проверяется:

- правильность функционирования датчика;
- соответствие технических характеристик датчика требованиям ТУ.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------



## Текущий ремонт

### 6 Текущий ремонт датчика

#### 6.1 Общие сведения

Датчик рассчитан на работу в непрерывном режиме без постоянного обслуживания. Работоспособность датчика оценивается в соответствии с п.п. 4.2 Для датчика возможны следующие типы отказов:

- отказ (повреждение) датчика;
- обрыв кабеля;
- отказ источника питания;
- нарушение механического крепления датчика.

Ремонт производится заменой неисправной составной части системы, определенной по внешним признакам в результате анализа её функционирования.

### 7 Текущий ремонт

Возможные отказы и рекомендации по их устранению представлены в таблице 7.1

Таблица 7.1

Наименование отказа (внешнее проявление)	Возможные причины отказа	Рекомендации по поиску причины и устранению отказа
Отсутствует выходной сигнал	Отказ источника питания (Отсутствует напряжение $U_{in}$ 15..30V DC)	проверить наличие напряжения 15..30 V DC
	Нарушение подключения кабеля к клеммным разъёмам	Проверить подключение кабеля к клеммным разъёмам
	Обрыв удлинительного кабеля	проверить на обрыв кабель; при обрыве кабеля - провести ремонт кабеля или его заменить
	Отказ датчика	Замена датчика
Нарушение частотной характеристики датчика	Нарушение механического крепления датчика	проверить крепление датчика к кронштейну и крепление кронштейна к основанию
	Неисправность датчика	Замена датчика

### 8 Хранение

Хранение готовой продукции осуществляют в упаковке, в крытых помещениях, в условиях, предусмотренных по группе 2 (С) по ГОСТ 15150-69, исключая воздействие прямых солнечных лучей, атмосферных осадков и

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

агрессивных сред (в т. ч. – при отсутствии в воздухе кислотных, щелочных и других примесей).

Температура окружающей среды при хранении устройства должна находиться в пределах от плюс 5 до 40°C, относительная влажность - до 80% при 25°C.

#### 9 Транспортирование

Условия транспортирования должны соответствовать требованиям группы условий 4 (Ж2) по ГОСТ 15150–69.

#### 10 Утилизация

После окончания установленного срока службы датчик подлежит демонтажу и утилизации. Специальных мер безопасности при демонтаже и утилизации не требуется. Демонтаж и утилизация не требуют специальных приспособлений и инструментов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПРГА.427711.001 РЭ	Лист
											15



## ПРИЛОЖЕНИЕ А МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на измеритель линейных перемещений ИЛП ( в дальнейшем – датчик) и устанавливает методы его первичной поверки при выпуске из производства, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – 1 год.

### 1А МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1А

Таблица 1А

Наименование операции	Пункт методики поверки	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6А.1	+	+
Опробование	6А.2	+	+
Проверка действительного значения коэффициента преобразования и его отклонения от номинального значения	6А.3	+	+
Проверка нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений осевого смещения	6А.4	+	+
Проверка неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот	6А.5	+	+
Проверка нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений размаха виброперемещения	6А.6	+	+
Проверка допускаемой относительной погрешности измерений размаха виброперемещения	6А.7	+	+

### 2А СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице ,1.4 РЭ  
Все средства измерения и оборудование должны иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации.

### 3А ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации ПРГА. 427711.001 РЭ.

### 4А УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Поверку регистраторов проводят в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха (20 ±5)°С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

### 5А ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие операции:

- проверка комплектности системы в соответствии с разделом 1.3 РЭ;
- выдержка поверяемой системы и средств поверки при температуре поверки в течение 2 часов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------



## 6А ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6А.1 Внешний осмотр.

6А.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов, влияющих на работоспособность датчика;
- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в руководстве по эксплуатации;
- наличие всех крепежных элементов;
- резьбовые части электрических разъемов не должны иметь видимых повреждений.

6А.1.2 Результат операции считается положительным, если выполняются все вышеперечисленные требования в п.6А.1.1.

### 6А.2 Опробование

6А.2.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком 1А.

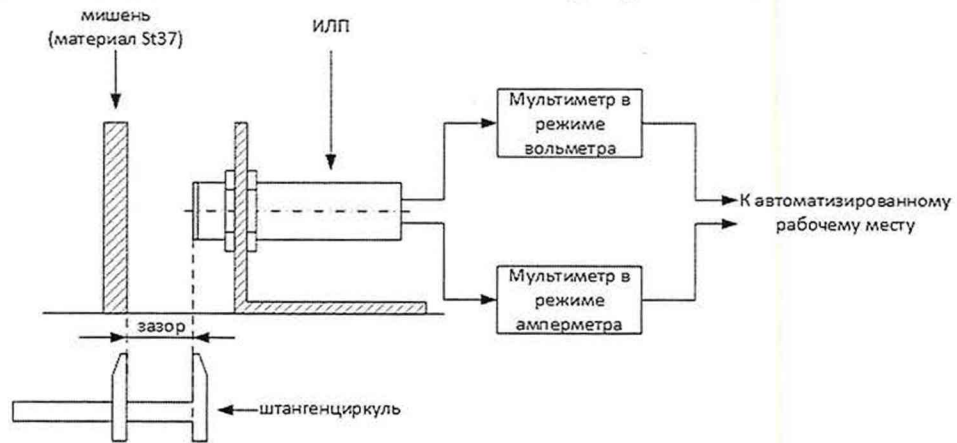


Рисунок 1А – Схема подключения измерителя линейного виброперемещения при опробовании, проверке диапазона измерения.

Проверка проводится в соответствии со схемой на рис. 1А и схемами подключения на рис.2А и рис.3А.

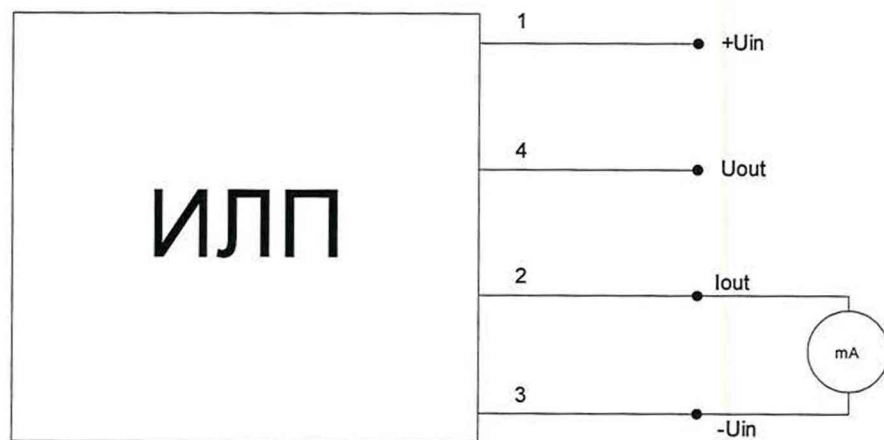


Рисунок 2А. Проверка токового выхода датчика

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

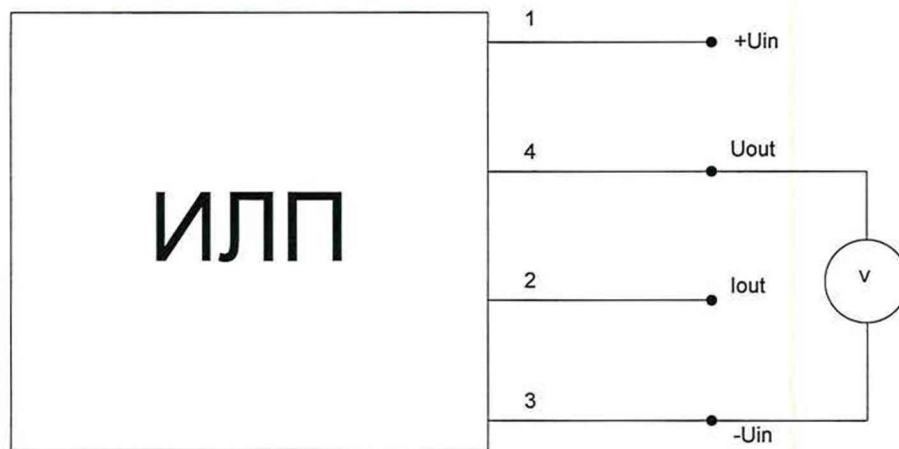


Рисунок 3А. Проверка вольтового выхода датчика

6А.2.2 Подключить питание 15..30В на входы  $U_{in}$ .

6А.2.3 На стенде изменяемого виброперемещения установить сначала минимальную величину зазора до мишени, после чего плавно отводить датчик от мишени. Зафиксировать минимальное значение зазора  $S_0$ , при котором выходное напряжение превысит 50мВ, а выходной ток 0,1мА. Затем увеличить расстояние до мишени до максимального значения - 4 мм, при этом постоянный ток и постоянное напряжение на выходах датчика должны меняться до  $\approx 20$  мА и 10В - при максимальном. Контроль постоянного тока и постоянного напряжения производить с помощью мультиметров.

6А.2.4 Результаты опробования считаются удовлетворительными, а датчик - пригодным для проведения измерений величины виброперемещения, если при плавном увеличении величины зазора постоянный ток, измеренный мультиметром на выходе блока, изменяется от  $\approx 0,1$  мА при минимальном зазоре до  $\approx 20$  мА - при максимальном, а постоянное напряжение изменяется от  $\approx 0,05$ В при минимальном зазоре до  $\approx 10$ В - при максимальном.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

6А.3 Проверка действительного значения коэффициента преобразования и его отклонения от номинального значения

6А.3.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком 4А.

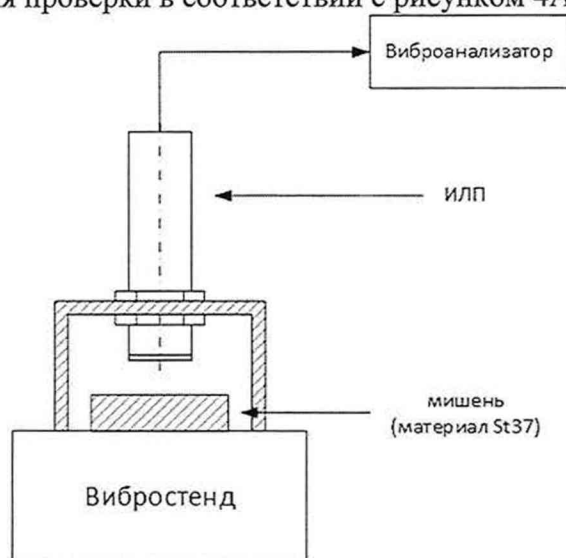


Рисунок 4А – Схема подключения измерителя линейного виброперемещения ИЛП при определении действительного значения коэффициента преобразования и его отклонения от номинального значения, нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерения зазора, неравномерности АЧХ.

6А.3.2 Установить зазор ( $S_{уст}$ ) между датчиком и мишенью на стенде изменяемого зазора, равный 2,5 мм. Контроль производить с помощью штангенциркуля.

6А.3.3 На виброустановке воспроизводят виброперемещение в соответствии с табл. 2А.1 и 2А.2. Произвести измерение тока ( $I_{вых.}$ ) и напряжения ( $U_{вых.}$ ) на выходе датчика. Число измерений ( $n$ ) - не менее трех. Полученные значения занести в табл.2А.1 и 2А.2.

Таблица 2А.1

Виброперемещение $S$ (мкм)	Ток на выходе датчика $I_{вых.}$ (мА)			$K_{пр.I}$ , мА/мм	$\Delta I$ , %
	№ измерения $I_{вых.i}$		$I_{вых.ср}$		
500					

Таблица 2А.2

Виброперемещение $S$ (мкм)	Напряжение на выходе датчика $U_{вых.}$ (В)			$K_{пр.U}$ , В/мм	$\Delta U$ , %
	№ измерения $U_{вых.i}$		$U_{вых.ср}$		
500					

6А.3.4 По формулам (1.1) и (1.2) рассчитать среднее значение величины выходного тока ( $I_{вых.ср}$ ) [мА] и выходного напряжения ( $U_{вых.ср}$ ) [В] и полученные значения занести в табл.2А.1 и 2А.2.

$$I_{вых.ср} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{вых.i}}{n} \quad (1.1)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------



$$U_{\text{ВЫХ. ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{ВЫХ. } i}}{n} \quad (1.2)$$

6А.3.5 По формулам (2.1) и (2.2) рассчитать действительные коэффициенты преобразования датчика ИЛП по току ( $K_{\text{пр.}I}$ ) и напряжению ( $K_{\text{пр.}U}$ ):

$$K_{\text{пр.}I} = \frac{I_{\text{ВЫХ. ср.}}}{S_{\text{уст.}} - S_0}, (\text{мА/мм}) \quad (2.1)$$

$$K_{\text{пр.}U} = \frac{U_{\text{ВЫХ. ср.}}}{S_{\text{уст.}} - S_0}, (\text{В/мм}) \quad (2.2),$$

где  $S_0$  - минимальное значение зазора  $S_0$ , при котором выходное напряжение превысит 50мВ (порог срабатывания датчика).

Полученные значения занести в табл.2А.1 и 2А.2.

6А.3.6 Рассчитать относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения по току ( $\Delta_I$ ) по формуле (4.1), [%] и относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения по напряжению ( $\Delta_U$ ) по формуле (3.2), [%]:

$$\Delta_I = \frac{K_{\text{пр.}I} - K_{\text{ном.}I}}{K_{\text{ном.}I}} \cdot 100 \quad (3.1)$$

где  $K_{\text{пр.}I}$  - действительное значение коэффициента преобразования по току, мА/мм;

$K_{\text{ном.}I} = 6,7$  мА/мм – номинальное значение коэффициента преобразования по току; полученные значения занести в табл.2А.1

$$\Delta_U = \frac{K_{\text{пр.}U} - K_{\text{ном.}U}}{K_{\text{ном.}U}} \cdot 100 \quad (3.2)$$

где  $K_{\text{пр.}U}$  - действительное значение коэффициента преобразования по напряжению, В/мм;

$K_{\text{ном.}U} = 3,2$  В/мм – номинальное значение коэффициента преобразования по напряжению;

полученные значения занести в табл.2А.2

6А.3.7 Результат поверки считается удовлетворительным, если относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения в диапазоне установленных зазоров от 1,5 до 4 мм не более  $\pm 10,0\%$

6А.4 Проверка нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений осевого смещения

6А.4.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком 1А.

Нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений ( $\delta$ ) определяют на шести фиксированных значениях зазора, одно из которых должно быть минимальным, другое – максимальным.

6А.4.2 Установить зазор ( $S_{\text{уст}}$ ) между датчиком и мишенью на стенде изменяемого зазора, равный 1,5 мм, и занести это значение в табл.3А.1 и 3А.2. Контроль производить с помощью штангенциркуля.

6А.4.3 Произвести измерение тока ( $I_{\text{ВЫХ.}}$ ) и напряжения ( $U_{\text{ВЫХ.}}$ ) на выходе датчика. Число измерений ( $n$ ) - не менее трех. Полученные значения занести в табл.3А.1 и 3А.2.

Таблица 3А.1

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Заданное значение величины зазора мм	№ измерения $I_{вых.i}$ , мА			$I_{вых.ср.}$ мА	$K_{пр.I}$ , мА/мм	$K_{пр.I ср.}$ , мА/мм	$\delta_{Ii}$ , %
	1	2	3				
1,5							
2							
2,5							
3							
3,5							
4,0							

Таблица 3А.2

Заданное значение величины зазора мм	№ измерения $U_{вых.i}$ , В			$U_{вых.ср.}$ В	$K_{пр.U}$ , В/мм	$K_{пр.U ср.}$ , В/мм	$\delta_{Ui}$ , %
	1	2	3				
1,5							
2							
2,5							
3							
3,5							
4,0							

6А.4.4 Выполнить пункты 6А.4.2-6А.4.3 настоящей МП для каждого из заданных значений величины зазора согласно табл.3А.1 и 3А.2 Полученные значения занести в табл.3А.1 и 3А.2

6А.4.5 По формулам (2.1) и (2.2) рассчитать действительные коэффициенты преобразования датчика ИЛП по току ( $K_{пр.I}$ ) и напряжению ( $K_{пр.U}$ ) и занести эти значения в табл.3А.1 и 3А.2

6А.4.6 Используя полученные значения ( $K_{пр.I}$ ) и ( $K_{пр.U}$ ), рассчитать среднее действительное значение коэффициента преобразования ( $K_{пр.I ср.}$ ) и ( $K_{пр.U ср.}$ ) в заданном диапазоне величин зазоров по формулам 4.1, [мА/мм] :

$$K_{пр.I ср.} = \frac{\sum_{k=1}^n K_{пр.I}}{n} \quad (4.1)$$

где  $K_{пр.I}$  - действительное значение коэффициента преобразования по току при  $i$ -том значении величины зазора [мА/мм],

$n = 6$  – количество задаваемых значений величин зазоров при определении нелинейности амплитудной характеристики.

и (4.2), [В/мм] :

$$K_{пр.U ср.} = \frac{\sum_{k=1}^n K_{пр.U}}{n} \quad (4.2)$$

где  $K_{пр.U}$  - действительное значение коэффициента преобразования по току при  $i$ -том значении величины зазора [В/мм],

$n = 6$  – количество задаваемых значений величин зазоров при определении нелинейности амплитудной характеристики.

6А.4.7 Для каждого значения задаваемой величины зазора рассчитать относительное отклонение ( $\delta_{Ii}$ ) коэффициента преобразования ( $K_{пр.I}$ ) от среднего арифметического значения ( $K_{пр.I ср.}$ ) по формулам 5.1 и 5.2, %:

Имп. и дата	
Имп. № дубл.	
Взам. инв. №	
Имп. инв. №	
Имп. и дата	
Имп. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------



$$\delta_{li} = \frac{K_{np.I} - K_{np.Icp.}}{K_{np.Icp.}} \cdot 100 \quad (5.1)$$

$$\delta_{Ui} = \frac{K_{np.U} - K_{np.Ucp.}}{K_{np.Ucp.}} \cdot 100 \quad (5.2)$$

За нелинейность амплитудной ( $\delta_{oc}$ ) характеристики поверяемого датчика принимается максимальное абсолютное значение, рассчитанное по формуле 6, [%]:

$$\delta_{oc} = | \delta_{li}, \delta_{Ui} |_{\max} \quad (6)$$

6А.4.8 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если нелинейность амплитудной характеристики датчика в диапазоне измерений зазора от 1,5 до 4 мм не превышает пределов  $\pm 11\%$  для токового и вольтового сигнала, а в диапазоне измерений зазора от 1,5 до 3,7 мм не превышает пределов  $\pm 7\%$  для токового и вольтового сигнала.

6А.5 Проверка неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот.

6А.5.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком 4А. Зазор между датчиком и мишенью выставить равным 2,5 мм.

6А.5.2 Установить на вибростенде величину виброперемещения ( $S_{уст}$ ), равную 500 мкм. Частоту виброперемещения выбрать 0,5 Гц.

6А.5.3 Произвести измерение выходного напряжения ( $U_{изм.}$ ) и выходного тока ( $I_{изм.}$ ) при помощи виброанализатора. Число измерений ( $n$ ) - не менее трех. Полученные значения занести в табл.4А.1 и 4А.2.

Таблица 4А.1

Заданное значение частоты виброперемещения, Гц	№ измерения $U_{изм.i}$ , В			$U_{cp}$ , В	$K_{np.U}$ , В/мм	$\gamma_{i}$ , %
	1	2	3			
0,5						
20						
<b>45</b>						
70						
100						

Таблица 4А.2

Заданное значение частоты виброперемещения, Гц	№ измерения $I_{изм.i}$ , мА			$I_{cp}$ , мА	$K_{np.I}$ , мА/мм	$\gamma_{i}$ , %
	1	2	3			
0,5						
20						
<b>45</b>						
70						
100						

6А.5.4 Выполнить пункт 6А.5.3 настоящей МП для каждого из заданных значений частоты виброперемещения согласно табл.4А.1 и 4А.2. Полученные значения занести в табл.4А.1 и 4А.2.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------



6А.5.5 По формулам 7.1 и 7.2 рассчитать среднее значение измеренного напряжения или тока для указанной частоты.

$$U_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{изм.}i}}{n} \quad (7.1)$$

$$I_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{\text{изм.}i}}{n} \quad (7.2)$$

и занести эти значения в табл.4А.1 и 4А.2.

6А.5.6 По формулам (8.1) и (8.2) рассчитать действительные коэффициенты преобразования датчика ИЛП по току ( $K_{\text{пр.}I}$ ) и напряжению ( $K_{\text{пр.}U}$ ) для каждой задаваемой частоты:

$$K_{\text{пр.}I} = \frac{I_{\text{вых.ср.}}}{S_{\text{уст.}}}, (\text{мА/мм}) \quad (8.1)$$

$$K_{\text{пр.}U} = \frac{U_{\text{вых.ср.}}}{S_{\text{уст.}}}, (\text{В/мм}) \quad (8.2),$$

6А.5.7 Для каждой задаваемой частоты рассчитывается относительное отклонение ( $\gamma_i$ ) по формулам 9.1 и 9.2, %:

$$\gamma_i = \frac{K_{\text{пр.}I} - K_{\text{пр.}I45}}{K_{\text{пр.}I45}} \cdot 100 \quad (9.1)$$

$$\gamma_U = \frac{K_{\text{пр.}U} - K_{\text{пр.}U45}}{K_{\text{пр.}U45}} \cdot 100 \quad (9.2)$$

Где  $K_{\text{пр.}U45}$  ( $K_{\text{пр.}I45}$ ) — действительные коэффициенты преобразования датчика ИЛП по напряжению (току) на опорной частоте 45 Гц.

За неравномерность амплитудно-частотной ( $\gamma_e$ ) характеристики поверяемого датчика принимается максимальное абсолютное значение, рассчитанное по формуле 10, [%]:

$$\gamma_e = |\gamma_i, \gamma_U|_{\text{max}} \quad (10)$$

6А.5.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если неравномерности амплитудной характеристики датчика в диапазоне измерений частоты виброперемещения от 0,5 до 100 Гц не превышает пределов  $\pm 5\%$ .

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

6А.6 Проверка нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений виброперемещения.

6А.6.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком 4А. Зазор между датчиком и мишенью выставить равным 2,5мм.

6А.6.2 Установить на вибростенде величину виброперемещения ( $S_{уст}$ ), равную 35мкм. Частоту виброперемещения выбрать 45 Гц.

6А.6.3 Произвести измерение выходного напряжения ( $U_{изм.}$ ) и выходного тока ( $I_{изм.}$ ) при помощи вибронализатора. Число измерений (n) - не менее трех. Полученные значения занести в табл.4А.1 и 4А.2.

Таблица 4А.1

Заданное значение размаха виброперемещения, мкм	№ измерения $U_{изм.i}$ , В			$U_{cp}$ , В	$\delta_i$ , %
	1	2	3		
35					
100					
200					
300					
400					
<b>500</b>					
600					
700					
800					
900					
1000					
1250					
1500					
1750					
2000					
2250					
2500					

Таблица 4А.2

Заданное значение размаха виброперемещения, мкм	№ измерения $I_{изм.i}$ , МА			$I_{cp}$ , МА	$\delta_i$ , %
	1	2	3		
35					
100					
200					
300					
400					
<b>500</b>					
600					
700					
800					
900					
1000					
1250					
1500					
1750					
2000					
2250					
2500					

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

6А.6.4 Выполнить пункт 6А.5.3 настоящей МП для каждого из заданных значений размаха виброперемещения на базовой частоте 45Гц согласно табл.4А.1 и 4А.2. Полученные значения занести в табл.4А.1 и 4А.2.

6А.6.5 По формулам 11.1 и 11.2 рассчитать среднее значение измеренного напряжения или тока для указанной частоты.

$$U_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{изм.}i}}{n} \quad (11.1)$$

$$I_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{\text{изм.}i}}{n} \quad (11.2)$$

и занести эти значения в табл.4А.1 и 4А.2.

6А.6.6 По формулам (12.1) и (12.2) рассчитать действительные коэффициенты преобразования датчика ИЛП по току ( $K_{\text{пр.}I}$ ) и напряжению ( $K_{\text{пр.}U}$ ) для каждой задаваемой частоты:

$$K_{\text{пр.}I} = \frac{I_{\text{вых.ср.}}}{S_{\text{уст.}}}, (\text{мА/мм}) \quad (12.1)$$

$$K_{\text{пр.}U} = \frac{U_{\text{вых.ср.}}}{S_{\text{уст.}}}, (\text{В/мм}) \quad (12.2),$$

6А.6.7 Для каждой значения коэффициента преобразования рассчитывается относительное отклонение ( $\sigma_i$ ) по формулам 13.1 и 13.2, %:

$$\sigma_U = \frac{K_{\text{пр.}U} - K_{\text{пр.}U 500}}{K_{\text{пр.}U 500}} \cdot 100 \quad (13.1)$$

$$\sigma_i = \frac{K_{\text{пр.}I} - K_{\text{пр.}I 500}}{K_{\text{пр.}I 500}} \cdot 100 \quad (13.2)$$

Где  $K_{\text{пр.}U 500}$  ( $K_{\text{пр.}I 500}$ ) – действительные коэффициенты преобразования датчика ИЛП по напряжению (току) для виброперемещения размахом 500мкм на опорной частоте 45Гц.

За нелинейность амплитудно-частотной ( $\sigma_\epsilon$ ) характеристики поверяемого датчика принимается максимальное абсолютное значение, рассчитанное по формуле 14, [%]:

$$\sigma_\epsilon = |\sigma_i, \sigma_U|_{\text{max}} \quad (14)$$

6А.6.8 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если неравномерности амплитудной характеристики датчика в диапазоне измерений зазора от 0,035 до 2 мм не превышает пределов  $\pm 7\%$ , а в диапазоне измерений зазора от 0,035 до 2,5 мм не превышает пределов  $\pm 11\%$ .

6А.7 Определение допускаемой относительной погрешности измерения виброперемещения.

6А.7.1 Допускаемая относительная погрешность измерения виброперемещения определяется по формуле 15

$$\sigma = (\gamma_\epsilon^2 + \sigma_\epsilon^2 + \sigma_0^2)^{1/2}, \quad (15)$$

Изн.	№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
------	---------	--------------	--------------	--------------	--------------



где  $b_0$  – погрешность виброустановки, %.

6А.7.2 Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если относительной погрешности измерения виброперемещения не превышает пределов  $\pm 9\%$  в диапазоне измерений размаха виброперемещения от 0,035 до 2 мм и  $\pm 12\%$  в диапазоне измерений размаха виброперемещения от 0,035 до 2,5 мм.

#### 7А Оформление результатов поверки

7А.1 Если датчик по результатам поверки признан пригодным к применению, то на него выдается «Свидетельство о поверке» по форме, установленной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г. Знак поверки наносится на «Свидетельство о поверке».

7А.2 Если датчик по результатам поверки признан непригодным к применению, выписывается «Извещение о непригодности» по форме, установленной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г.

7А.3 Датчик, не прошедший поверку, запрещается к применению.

От ФГУП «ВНИИМС» методика поверки согласована:

Начальник отдела 204

А.Е. Рачковский

Начальник лаборатории 204/3

А.Г. Волченко

Разработчик

Инженер 1-кат.

О.А. Шувалова

Инв. № подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

