

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
**РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР**  
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики  
**ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**  
**ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»**

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц  
RA.RU.311769

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188  
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232  
E-mail: nio30@olit.vniief.ru

**СОГЛАСОВАНО**  
Руководитель ЦИ СИ,  
главный метролог  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



В.К. Дарымов

« 03 » 2021

Государственная система по обеспечению единства измерений

**УСТАНОВКА БАЛЛИСТИЧЕСКАЯ АР8001**

**Методика поверки**

**A3009.0379.МП-2021**

## Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки .....	4
3	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	4
5	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
6	Требования к условиям проведения поверки .....	5
7	Внешний осмотр .....	5
8	Проверка программного обеспечения.....	6
9	Проверка электрического сопротивления изоляции.....	6
10	Подготовка к поверке и опробование .....	7
11	Определение метрологических характеристик.....	8
12	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	10
13	Оформление результатов поверки.....	12
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	12
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений .....	12

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на установки баллистические АР8001

Установка баллистическая АР8001 (далее – установка) предназначена для воспроизведения и измерений пиковых значений ударного ускорения.

Принцип действия установки основан на методе баллистического маятника. Контроль воспроизводимой амплитуды ударного ускорения ведется с помощью встроенного кварцевого акселерометра.

Конструктивно установка состоит из станины, на которой с помощью специальных подвесов закреплены молот и наковальня со встроенным акселерометром. Амплитуда импульса ударного ускорения зависит от высоты подъема молота. Для изменения длительности импульса ударного ускорения на молоте предусмотрена установка специальных прокладок-демпферов.

Пиковое значение импульса ударного ускорения и его длительность измеряется встроенным в наковальню кварцевым эталонным акселерометром. Сигнал акселерометра формируются усилителем измерительным АР5200 (далее - усилитель). Регистрация сигналов осуществляется с помощью преобразователя напряжения измерительного АР6300 (далее – регистратор). Результаты измерений отображаются на мониторе персонального компьютера.

Прослеживаемость при поверке установок обеспечивается в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537, к государственному первичному эталону для средств измерений ускорения, скорости и силы при ударном движении ГЭТ 57-84.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок установок методом прямых измерений с использованием рабочих эталонов 1-го разряда в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537.

Первичной поверке установки подвергаются при выпуске из производства и после ремонта. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

Методика поверки не предусматривает поверку установок в сокращенном объеме.

Протокол поверки ведётся в произвольной форме.

Межповерочный интервал – один год.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП, приведен в приложении А.

Перечень принятых сокращений приведен в приложении Б.

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки установки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 13.2.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Проверка электрического сопротивления изоляции	8	да	нет
3 Проверка программного обеспечения	9	да	да
4 Подготовка к поверке и опробование	10	да	да
5 Проверка диапазонов воспроизведения и измерения пиковых значений и длительности импульса ударного ускорения, нестабильности воспроизведения ударного ускорения, действительного значения коэффициента преобразования и нелинейности амплитудной характеристики встроенного акселерометра	11.1	да	да
6 Проверка относительной погрешности воспроизведения и измерения пиковых значений ударного ускорения	11.2	да	да

## 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха при температуре 20 °С не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети (230±23) В;
- частота питающей сети от (50±1) Гц.

## 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускается персонал, аттестованный в качестве поверителей, изучивший ЭД на установку, данную МП и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств измерений, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол-во	Пункт МП
	Диапазон измерений	Погрешность измерений			
Установка для проверки параметров электрической безопасности	20 МОм/500 В	$\pm 10 \%$	GPT-79804 рег. №50682-12	1	9
Эталон 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом № 2537 от 12.11.21г	от 200 до $10^5$ м/с <sup>2</sup>	нелинейность $\pm 2,5 \%$	8309 (рег. № 8524-81)	1	10.2, 11.1
Усилитель измерительный	от 1 до 100000 Гц, $10^4$ пКл	$\pm 1 \%$	2692 рег. №43778-10	1	10.2, 11.1
Осциллограф цифровой запоминающий (регистратор)	от 1 до 100000 Гц, 10 В	$\pm 0,5 \%$	WaverunnerHRO 66Zi рег. № 49275-12	1	10.2, 11.1

5.2 Допускается использовать другие СИ и оборудование, в том числе входящие в состав установки (в этом случае внешний усилитель и регистратор не нужны), обеспечивающие требуемые диапазоны и точности измерений.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правилами устройства установок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75.

6.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на установку, средства поверки и испытательное оборудование.

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

## 7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие маркировки изделия требованиям ЭД;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- наличие и целостность пломб-этикеток на корпусе усилителя и регистратора, предотвращающих несанкционированный доступ к элементам регулировки;
- отсутствие механических повреждений разъемов, соединительных кабелей и электронного оборудования;

- отсутствие задиров на посадочной поверхности наковальни и переходников, применяемых для закрепления испытуемых ВИП.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов испытания не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, установку бракуют.

## 8 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.1 Проверку сопротивления изоляции проводят с помощью установки для проверки электрической безопасности GPT-79804 при напряжении постоянного тока 500 В.

Испытания проводят для блоков установки имеющих сетевое питание 220 В. Сопротивление изоляции измеряют между заземлением корпуса установки и соединенными между собой выводами сетевого разъёма.

8.2 Установку считают выдержавшей испытания, если сопротивление изоляции составляет не менее 20 МОм.

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) проводят в соответствии с 7.1 АБКЖ.00029-01 34 «Программное обеспечение «GTLab». Руководство оператора». Цифровой идентификатор ПО рассчитывается автоматически при каждом запуске ПО «GTLab». Для вызова окна с информацией о версии ПО и результатов расчета цифрового идентификатора необходимо в меню выбрать пункт «О программе». Пример всплывающего окна приведён на рисунке 1.

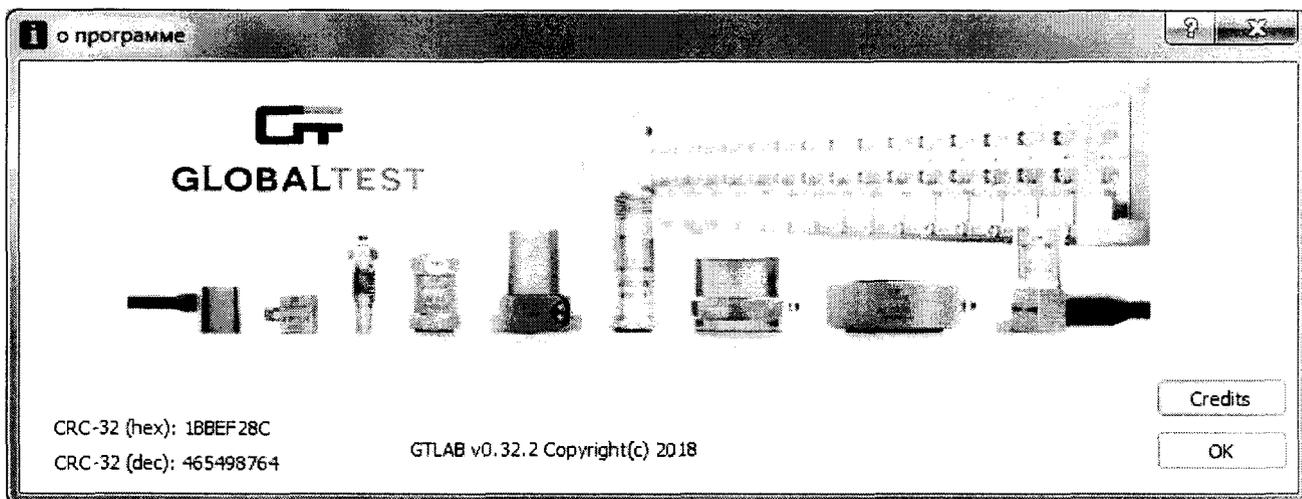


Рисунок 1 – Пример окна с информацией о ПО

9.2 Установку считают выдержавшей испытания, если цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) соответствует указанной в паспорте.

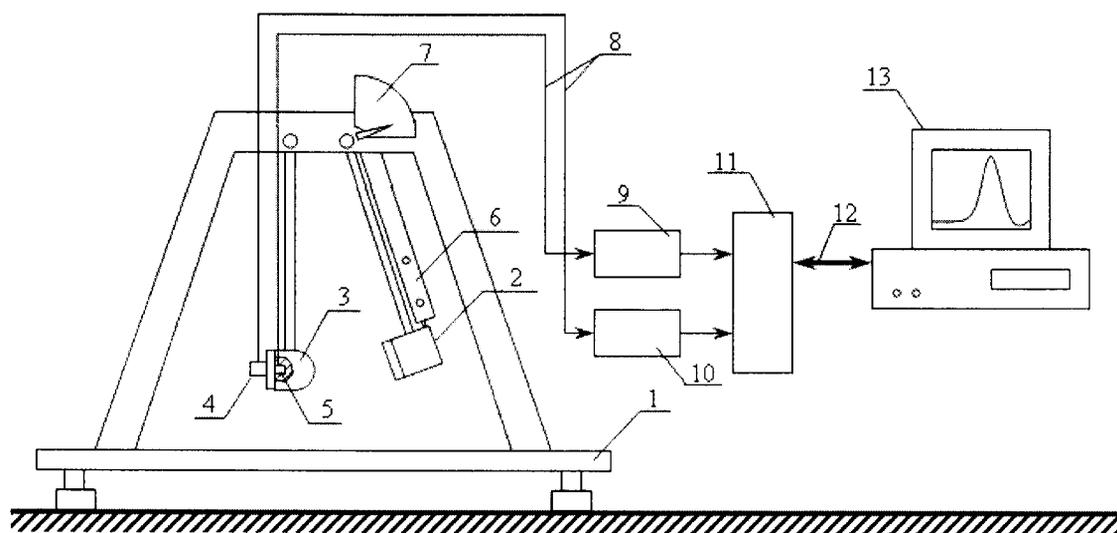
## 10 Подготовка к поверке и опробование

### 10.1 Подготовка к поверке

10.1.1 Перед проведением поверки и опробованием подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них.

10.1.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

10.1.3 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 2. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.



1 – станина установки; 2 – молот; 3 – наковальня; 4 – эталонный акселерометр; 5 – встроенный акселерометр; 6 – держатель молота с пусковым устройством; 7 – стрелочный указатель угла наклона молота; 8 – антивибрационный кабель; 9, 10 – усилитель измерительный AP5200; 11 – регистратор AP6300; 12 – линия связи; 13 – персональный компьютер.

Рисунок 2 – Схема измерений

#### Примечания:

1 В качестве эталонного акселерометра (4) используется рабочий эталон 1-го разряда единицы ускорения при ударном движении (AP1012, 8309 и др.). Допускается в качестве эталонного акселерометра использовать эталон сравнения из состава ВЭТ или ГЭТ.

2 Допускается эталонный акселерометр (4) использовать как с собственным согласующим усилителем и регистратором, так и использовать согласующий усилитель и регистратор из состава установки (как показано на рисунке).

### 10.2 Опробование

10.2.1 На молот устанавливают прокладку-демпфер из текстолита. Устанавливают угол подъема молота  $\approx 45^\circ$ . На посадочное место наковальни закрепляют внешний эталонный акселерометр. Производят сброс молота. Фиксируют значения выходных сигналов по каналу внешнего эталонного акселерометра и по встроенному каналу установки.

10.2.2 Установку считают прошедшей опробование с положительным результатом, если форма воспроизводимого импульса ударного ускорения близка к полусинусоидальной.

## 11 Определение метрологических характеристик

11.1 Проверка диапазонов воспроизведения и измерений пиковых значений и длительности импульса ударного ускорения, нестабильности воспроизведения ударного ускорения, действительного значения коэффициента преобразования и нелинейности амплитудной характеристики встроенного акселерометра

11.1.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 2. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

11.1.2 На молот устанавливают прокладку-демпфер из текстолита. Устанавливают минимальный фиксируемый угол подъема молота ( $\approx 15^\circ$ ). На посадочное место наковальни закрепляют внешний эталонный акселерометр. Производят не менее десяти сбросов молота. При каждом сбросе молота фиксируют значение амплитуды и длительности (по уровню 0,1) импульса ударного ускорения по каналу внешнего эталонного акселерометра и значение выходного сигнала по встроенному каналу установки. Результаты измерений заносят в таблицу 3.

11.1.3 Рассчитывают коэффициент преобразования встроенного в наковальню акселерометра  $S_i$ , пКл/(м·с<sup>-2</sup>), по формуле

$$S_i = \frac{U_i}{A_{изм.i} \cdot K_{ус}}, \quad (1)$$

где  $U_i$  - величина выходного напряжения канала встроенного в наковальню акселерометра, мВ;

$A_{изм.i}$  - величина воспроизводимого ускорения, измеренная по внешнему эталонному акселерометру, м/с<sup>2</sup>;

$K_{ус}$  - коэффициент усиления согласующего усилителя встроенного в наковальню акселерометра, мВ/пКл.

Таблица 3

№ изм.	Угол подъема	$U_i$ , мВ	$A_{изм.i}$ , м/с <sup>2</sup>	$S_i$ , пКл/(м·с <sup>-2</sup> )	$S_{ср}$ , пКл/(м·с <sup>-2</sup> )	$K_{ср}$ , пКл/(м·с <sup>-2</sup> )	$\delta_{АХ}$ , %	$\delta_{АН}$ , %	$\tau_i$ , мкс	$\tau_{ср}$ , мкс
1	$\approx 15^\circ$ (min)									
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

11.1.4 Рассчитывают средний коэффициент преобразования встроенного в наковальню акселерометра  $S_{cp}$ , пКл/(м·с<sup>-2</sup>), в первой рекомендуемой точке (минимальный угол подъема молота) рабочего диапазона установки по формуле

$$S_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}, \quad (2)$$

где  $n$  – количество измерений.

11.1.5 Рассчитывают среднюю длительность воспроизводимого импульса ударного ускорения  $\tau_{cp}$ , мкс, по формуле

$$\tau_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{n}, \quad (3)$$

где  $\tau_i$  – длительность воспроизводимого импульса ударного ускорения, измеренная по внешнему эталонному каналу, мкс;

$n$  – количество измерений.

11.1.6 Рассчитывают нестабильность воспроизведения импульса ударного ускорения  $\delta_{AH}$ , %, по формуле

$$\delta_{AH} = \frac{S_i - S_{CP}}{S_{CP}} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $S_i$  –  $i$ -тое значение коэффициента преобразования из таблицы 3, пКл/(м·с<sup>-2</sup>);

$S_{cp}$  – среднее значение коэффициента преобразования из таблицы 3 при  $i$ -ом угле подъема молота, пКл/(м·с<sup>-2</sup>).

11.1.7 Повторяют измерения по 11.1.2 – 11.1.6 при углах подъема молота 30°, 45°, 60°, 90°.

11.1.8 Повторяют измерения по 11.1.2 – 11.1.7 для всех типов материалов используемых прокладок-демпферов входящих в состав установки.

11.1.9 Нелинейность амплитудной характеристики измерительного канала встроенного акселерометра  $\delta_{AX}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{AX} = \frac{K_{np.i} - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $K_{np.i}$  – усредненное значение коэффициента преобразования встроенного акселерометра в рекомендуемой точке ( $i$ -й угол подъема молота) ( $K_{np.i} = S_{cp}$ ) по 11.1.4, пКл/(м·с<sup>-2</sup>);

$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{np.i}}{n}$  – усредненное значение коэффициента преобразования встроенного акселерометра в рабочем диапазоне установки (для всех углов подъема молота и всех используемых прокладок-демпферов), пКл/(м·с<sup>-2</sup>);

$n$  – количество измерений.

11.1.10 Установку считают прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- диапазон пиковых значений воспроизводимого и измеряемого ударного ускорения составляет от 1000 до 8000 м/с<sup>2</sup>;

- диапазон длительности импульса воспроизводимого ударного ускорения составляет от 100 до 1000 мкс;

- нестабильность воспроизводимого импульса ударного ускорения находится в пределах  $\pm 10\%$ .

Примечание – Допускается акселерометр из состава установки поверять на ВЭТ (ГЭТ) по МИ 1826-88. Акселерометр должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к эталонам 1-го разряда по ГПС, утвержденной приказом № 2537 от 12.11.2021 г. В этом случае при периодической поверке проверяются диапазоны пиковых значений и длительности импульса ударного ускорения воспроизводимых установкой. Требуется более тщательно выполнять настройки по 3.3.2 AP8001PЭ.

11.2 Проверка относительной погрешности воспроизведения и измерения пиковых значений ударного ускорения

11.2.1 Определение относительной погрешности пиковых значений воспроизведения и измерения ударного ускорения  $\delta_A$ , %, проводится расчетным путем по формуле

$$\delta_A = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_O^2 + \delta_{OVC}^2 + \delta_{OPEГ}^2 + \delta_{AX}^2}, \quad (6)$$

где  $\delta_O$  – погрешность эталонного акселерометра, %;

$\delta_{OVC}$  – погрешность коэффициента усиления, применяемого согласующего усилителя эталонного акселерометра;

$\delta_{OPEГ}$  – погрешность измерений, применяемого регистратора эталонного акселерометра;

$\delta_{AX}$  – нелинейность амплитудной характеристики измерительного канала встроенного в наковальню установки по 11.1.9.

11.2.2 Установку считают прошедшей проверку с положительным результатом, если относительная погрешность воспроизведения и измерения пиковых значений ударного ускорения находится в пределах  $\pm 5\%$ .

## 12 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

12.1 При подтверждении соответствия установки метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 11.

Установку считают соответствующей метрологическим требованиям при положительных результатах испытаний, установленных в пунктах 11.1 и 11.2.

12.2 При использовании установки в качестве эталона, проводят проверку подтверждения соответствия установок рабочим эталонам 2-го разряда в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений ускорения, скорости и силы при ударном движении».

### 13 Оформление результатов поверки

13.1 Оформление результатов поверки проводят с учетом требований системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

13.2 В соответствии с приказом от 31 июля 2020 № 2510, при положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке с указанием разряда эталона в соответствии с ГПС. Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Пломбирование установок не предусмотрено.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

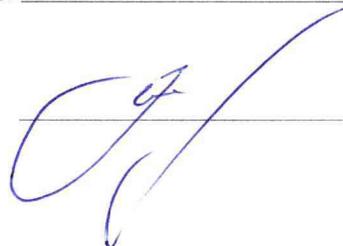
13.3 Установку, не прошедшую поверку, к применению не допускают. На неё выдают извещение о непригодности по форме, установленной системой менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Начальник отдела ЦИ СИ  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



А.А. Громов

Ведущий инженер-исследователь ЦИ  
СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



Д.В. Зверев

**Приложение А  
(справочное)  
Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП**

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 декабря 2020 г. № 903н)
Приказ Минпромторга России от 31 ноября 2021 г. № 2537	Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке
Приказ Росстандата от 12 июля 2020 г. № 2510	ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений ускорения, скорости и силы при ударном движении
МИ 1826-88	ГСИ. Акселерометры ударные. Методика поверки

**Приложение Б  
(справочное)  
Перечень принятых сокращений**

ВИП – виброизмерительный преобразователь ускорения  
ВЭТ – вторичный эталон единиц ускорения при ударном движении;  
ГПС – государственная поверочная схема;  
МП – методика поверки;  
ПО – программное обеспечение;  
СИ – средства измерения;  
ЭД – эксплуатационная документация.