

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 РФЯЦ-ВНИИЭФ –
начальник НИО



В.К. Дарымов

М.п.

«08» 08 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКА БАЛЛИСТИЧЕСКАЯ AP8001M

Методика поверки

МП А3009.0498-2023

г. Саров
2023 г.

Содержание

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

1 Общие положения

Настоящая МП распространяется на установку баллистическую АР8001М зав. № 23001.

Установка баллистическая АР8001М (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 эталонного акселерометра АР1012.

Установка применяется в качестве рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537.

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 измеряется встроенным в наковальню кварцевым эталонным акселерометром. Сигнал акселерометра формируются усилителем измерительным АР5200. Регистрация сигналов осуществляется с помощью преобразователя напряжения измерительного АР6300.

Поверяемое средство измерений прослеживается к государственному первичному эталону ГЭТ 57-84 в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок установки методом косвенных измерений в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон пиковых значений воспроизводимого и измеряемого ударного ускорения, м/с^2	от 100 до 100000
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения и измерения пиковых значений ударного ускорения, %	± 5

Первичной поверке установка подвергается при выпуске из производства. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

МП не предусматривает проверку установки в сокращённом объёме.

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 2.

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 12.4.

Таблица 2 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения	8	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10	Да	Да
Проверка диапазона воспроизведения и измерения пиковых значений ударного ускорения, действительного значения коэффициента преобразования и нелинейности амплитудной характеристики встроенного акселерометра	10.1	Да	Да
Проверка относительной погрешности воспроизведения пиковых значений ударного ускорения	10.2	Да	Да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	11	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 окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 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 3.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств измерений, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол-во	Пункт МП
	Диапазон измерений	Погрешность измерений			
Рабочий эталон первого разряда*	от 100 до 10^5 м/с ²	$\pm 3,0$ %	8309 рег. № 8524-81	1	9.2, 10.1
Усилитель измерительный	от 1 до 100000 Гц, 10^4 пКл	± 1 %	2692 рег. № 43778-10	1	9.2, 10.1
Осциллограф цифровой запоминающий (регистратор)	от 1 до 100000 Гц, 10 В	$\pm 0,5$ %	WaverunnerHRO 66Zi рег. № 49275-12	1	9.2, 10.1

* - в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537

5.2 Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и требуемую точность передачи единиц величин поверяемому СИ.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или зарегистрированы в Федеральном фонде по обеспечению единства измерений.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

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

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 разъёмов, соединительных кабелей и электронного оборудования;
- отсутствие задиров на посадочной поверхности наковальни и переходников, применяемых для закрепления поверяемых ВИП.

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

8 Проверка программного обеспечения

8.1 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 наименовании, версии ПО и результатов расчета цифрового идентификатора необходимо в меню выбрать пункт «О программе». Пример всплывающего окна приведён на рисунке 1.

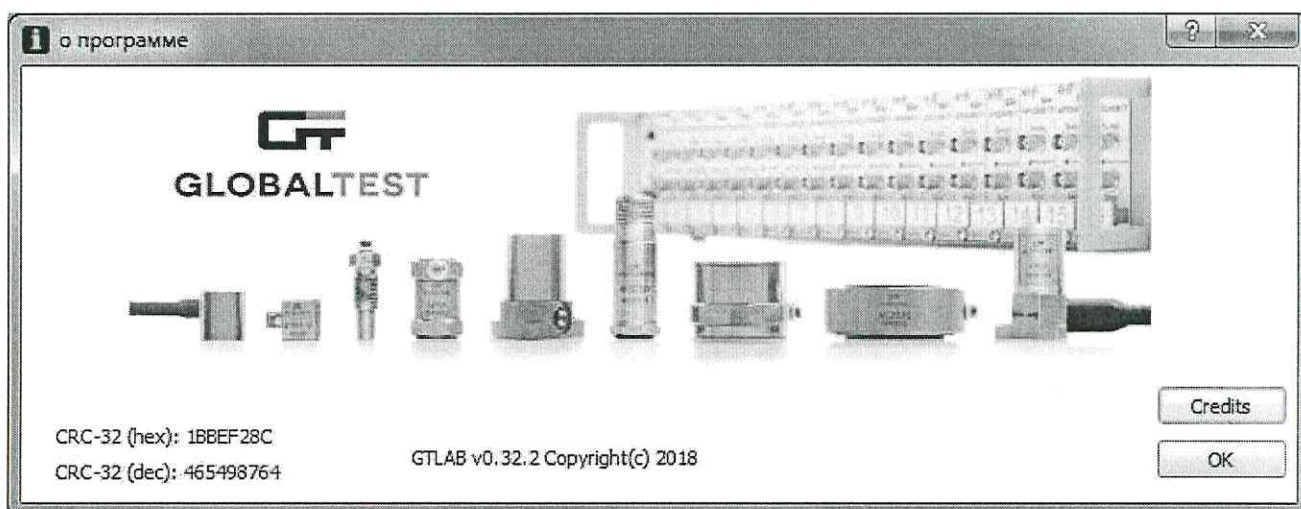


Рисунок 1 – Пример окна с информацией о ПО

8.2 Установку считают выдержавшей испытания, если наименование, версия и цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) соответствуют указанным в паспорте.

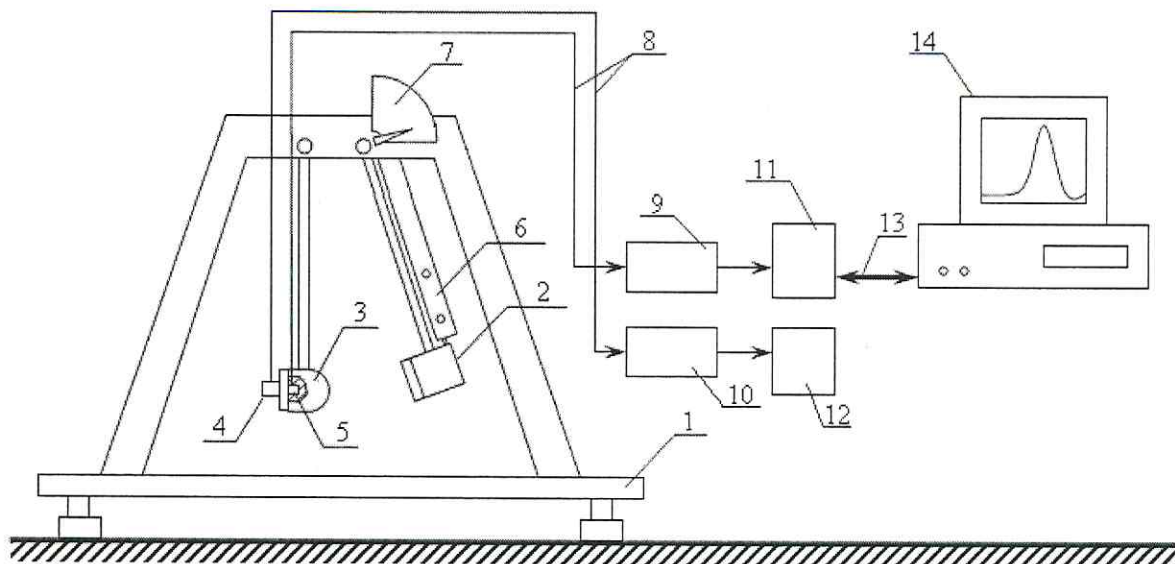
9 Подготовка к поверке и опробование

9.1 Подготовка к поверке

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

9.1.2 Проверяют сведения о результатах поверки применяемых СИ, включённые в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и/или наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

9.1.3 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; 11 – регистратор; 12 – осциллограф; 13 – линия связи; 14 – персональный компьютер

Рисунок 2 – Схема измерений

Примечания:

1 В качестве эталонного акселерометра (4) используется рабочий эталон 1-го разряда единицы ускорения при ударном движении (АР1012, 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.

9.2 Опробование

9.2.1 На молот устанавливают прокладку-демпфер из текстолита. Устанавливают угол подъема молота $\approx 30^\circ$. 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.

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

10 Определение метрологических характеристик

10.1 Проверка диапазона воспроизведения и измерения пиковых значений ударного ускорения, действительного значения коэффициента преобразования и нелинейности амплитудной характеристики встроенного акселерометра

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

10.1.2 На молот устанавливают прокладку-демпфер из текстолита. Устанавливают минимальный фиксируемый угол подъёма молота ($\approx 5^\circ$). На посадочное место наковальни закрепляют внешний эталонный акселерометр. Производят не менее десяти сбросов молота. При каждом сбросе молота фиксируют значение амплитуды импульса ударного ускорения по каналу внешнего эталонного акселерометра и значение выходного сигнала по встроенному каналу установки. Результаты измерений заносят в таблицу 4.

10.1.3 Рассчитывают коэффициент преобразования встроенного в наковальню акселерометра S_i , пКл/(м·с⁻²), 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/с²;

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

Таблица 4

№ изм.	Угол подъёма	U_i , мВ	$A_{изм.i}$, м/с ²	S_i , пКл/(м·с ⁻²)	S_{cp} , пКл/(м·с ⁻²)	δ_{AX} , %
1	$\approx 5^\circ$ (min)					
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

10.1.4 Повторяют измерения по 10.1.2 – 10.1.3 при углах подъёма молота около 15° , 30° , 45° , 60° и максимальном.

10.1.5 Повторяют измерения по 10.1.2 – 10.1.4 для всех типов материалов используемых прокладок-демпферов входящих в состав установки.

10.1.6 Рассчитывают средний коэффициент преобразования встроенного в наковальню акселерометра S_{cp} , пКл/(м·с⁻²), во всём рабочем диапазоне установки (для всех углов подъёма молота и всех используемых прокладок-демпферов) по формуле

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

где n – количество измерений.

10.1.7 Нелинейность амплитудной характеристики измерительного канала встроенного акселерометра δ_{AX} , %, определяют по формуле

$$\delta_{AX} = \frac{S_i - S_{cp}}{S_{cp}} \cdot 100, \quad (3)$$

где S_i – значение коэффициента преобразования встроенного акселерометра в рекомендуемой точке (i -й угол подъема молота) по 10.1.4, пКл/(м·с⁻²);

S_{cp} – усредненное значение коэффициента преобразования встроенного акселерометра в рабочем диапазоне установки (для всех углов подъема молота и всех используемых прокладок-демпферов) по 10.1.6, пКл/(м·с⁻²);

n – количество измерений.

10.1.8 Установку считают прошедшей проверку с положительным результатом, если диапазон пиковых значений воспроизводимого ударного ускорения составляет от 100 до 10000 м/с².

10.2 Проверка относительной погрешности воспроизведения пиковых значений ударного ускорения

10.2.1 Определение относительной погрешности пиковых значений воспроизведения ударного ускорения δ_A , %, проводится расчетным путем по формуле

$$\delta_A = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_O^2 + \delta_{OYC}^2 + \delta_{OPEГ}^2 + \delta_{AX}^2}, \quad (4)$$

где δ_O – погрешность эталонного акселерометра, %;

δ_{OYC} – погрешность коэффициента усиления, применяемого согласующего усилителя эталонного акселерометра;

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

δ_{AX} – нелинейность амплитудной характеристики измерительного канала встроенного в наковальню установки по 10.1.7.

10.2.2 Установку считают прошедшей проверку с положительным результатом, если относительная погрешность воспроизведения пиковых значений ударного ускорения находится в пределах ± 5 %.

11 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

11.1 При подтверждении соответствия установки метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 10.

11.2 Установку считают соответствующей метрологическим требованиям при положительных результатах проверок, установленных в пунктах 10.1 и 10.2.

11.3 Проводят проверку подтверждения соответствия установки рабочим эталонам 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта № 2537 от 12.11.2021 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений ускорения, скорости и силы при ударном движении».

Установку считают соответствующей эталону 2-го разряда, если ее метрологические характеристики удовлетворяют следующим требованиям:

- диапазон воспроизведения пикового ударного ускорения составляет от 100 до 100000 м/с²;
- относительная погрешности воспроизведения и измерения пиковых значений ударного ускорения находится в пределах $\pm 5\%$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

12.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

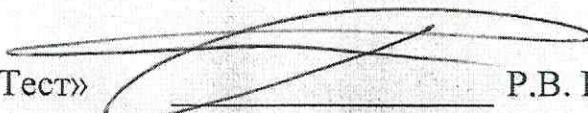
12.3 В соответствии с приказом от 31 июля 2020 № 2510, при положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке с указанием разряда эталона в соответствии с ГПС.

При необходимости проводят пломбирование установки.

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

12.4 Установку не прошедшую поверку, к применению не допускают. На неё выдают извещение о непригодности по форме, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Главный метролог ООО «ГлобалТест»


Р.В. Ромадов

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
Приказ Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537	Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений ускорения, скорости и силы при ударном движении
	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)

Приложение Б
(справочное)
Перечень принятых сокращений

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