

ООО «МИТО+»

Утверждаю
Директор ООО

«МИТО+»

 В.М. Арутюнов

«» 2015 г.



Утверждаю
в части Приложение А.
Методика поверки

Руководитель ГЦИСИ ФГУП

«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Н.И. Ханов

«» 2015 г.



**РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ УДАРНОГО ИМПУЛЬСА
РПУ-1**

Руководство по эксплуатации

КЕУЮ.411619.002 РЭ



Руководитель лаборатории
ГЦИСИ ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

 С.Е. Верозубов

Гатчина, Ленинградская обл.
2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
Введение	3
1. Назначение и область применения.....	3
2. Основные технические данные и характеристики	4
3. Комплектность	4
4. Устройство и принцип работы	4
5. Указание мер безопасности	7
6. Подготовка регистратора к работе и порядок работы	7
7. Методика поверки	8
8. Транспортирование и хранение	8
9. Маркировка и пломбирование	9
10. Свидетельство о приёмке	9
11. Сведения о консервации и упаковке	9
12. Гарантийные обязательства	10
13. Сведения о рекламациях	11
Приложение А, методика поверки.....	12
Приложение Б, методика калибровки.....	21
Лист регистрации изменений	22

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) является документом, удостоверяющим гарантированные предприятием – изготовителем основные параметры и технические характеристики регистратора параметров ударного импульса РПУ – 1 (в дальнейшем – регистратор).

РЭ устанавливает правила эксплуатации регистратора, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности к действию. Перед началом эксплуатации необходимо внимательно ознакомиться с настоящим РЭ.

РЭ предназначено для ознакомления с устройством и принципом работы регистратора, а также устанавливает правила его эксплуатации.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Регистратор параметров ударного импульса РПУ-1 (далее-регистратор) предназначен для измерения и регистрации электрических импульсов, поступающих от измерительных преобразователей ударного ускорения и обработки их по определенной программе.

1.2 Принцип действия регистратора основан на усилении, преобразовании с помощью аналого-цифрового преобразователя (далее-АЦП) и отображении на экране монитора электрического сигнала, поступающего с выхода пьезоэлектрического преобразователя ударного ускорения (далее-пьезоакселерометр). Параметры ударного ускорения определяются по отображенному на экране монитора сигналу.

Электрический сигнал с выхода пьезоакселерометра, установленного на испытуемом объекте или ударном стенде, поступает на вход программируемого усилителя заряда, который осуществляет согласование выходного импеданса пьезоакселерометра с АЦП и нормирование выходного сигнала с акселерометра по одному из диапазонов измерений.

С помощью двух маркеров на мониторе ноутбука регистрируется форма импульса и предыстория ударного процесса, измеряется максимальная амплитуда, длительность, время нарастания фронта и спада ударного ускорения, а также Наличие двух маркеров позволяет измерять время нарастания фронта и спада ударного импульса, а также амплитуду импульса в местах нахождения маркеров. По желанию оператора выводится на экран одна из трёх стандартных форм импульса ударного ускорения по ГОСТ 20.57.406 (полусинусоидальный, трапецеидальный или пилообразный) с зонами допусков для идентификации формы удара, отображённой на экране монитора со стандартными формами.

Конструктивно регистратор состоит из программируемого усилителя заряда УЗ-2 и ноутбука. АЦП USB-3000 устанавливается в корпусе программируемого усилителя заряда..

Программное обеспечение базируется на операционной системе Windows 8 и соответствует спецификации КЕУЮ. 411619.002 РЭ

В РПУ-1 применено 12 разрядное АЦП USB 3000, обеспечивающее обработку и измерение в программируемом усилителе заряда сигнала, полученного с пьезоакселерометра. Программное обеспечение RPU3 V 1.0.0.1 служит для отображения полученных данных на экране компьютера в виде формы сигнала и его численного значения, сравнения их со стандартными формами импульсов ударного ускорения. При включении команды «ТЕСТ» происходит диагностика работы программного обеспечения. На экране компьютера высвечивается синусоидальная кривая амплитудой от 3.9 до 4.1 В и частотой 160Гц

1.3 Питание усилителя осуществляется от сети переменного тока напряжением от 198 до 242 В частотой 50 Гц.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 2.1 Диапазон измерений пикового ударного ускорения от 10^2 до 10^6 м/с².
- 2.2 Диапазон измерений длительности импульса ударного ускорения от 10^{-1} до 10^3 мс.
- 2.3 Диапазон измерений пиковой ударной скорости от 10^{-1} до 10^3 м/с.
- 2.4 Диапазон нормирования коэффициента преобразования ударных акселерометров от 10^{-3} до 10 пКл·с²/м;
- 2.5 Пределы допустимой относительной погрешности установки чувствительности программируемого усилителя заряда (в дальнейшем усилитель) в диапазоне от 10^{-3} до 10 пКл·с²/м $\pm 2\%$.
- 2.6 Значение амплитуды выходного напряжения переменного тока контрольного генератора усилителя заряда на частоте 160Гц от 3.9 до 4.1
- 2.7 Предел допускаемой относительной погрешности измерения входного сигнала, пропорционального амплитуде ударного ускорения $\pm 5\%$.
- 2.8 Предел допускаемой относительной погрешности измерения длительности однополярного ударного импульса. $\pm 3\%$.
- 2.9 Предел допускаемой относительной погрешности измерения пиковой ударной скорости $\pm 6\%$.
- 2.10 Габаритные размеры и масса программируемого усилителя заряда и ноутбука не более:

Характеристика	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	длина	ширина	высота	
программируемый усилитель заряда	300	250	60	2,2
ноутбук	360	250	40	2,5

- 2.11 Время непрерывной работы не менее 12 часов.
- 2.12 Время установления рабочего режима не более 5 минут.
- 2.13 Максимальная электрическая мощность, потребляемая усилителем не более 80 ВА.
- 2.14 Условия эксплуатации:
Температура окружающего воздуха от 10 до 35°C;
Атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
Относительная влажность воздуха при температуре плюс 25°C не более 80%.

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1 В комплект поставки регистратора входят следующие изделия и эксплуатационные документы:

- программируемый усилитель заряда УЗ – 2 -1 шт;
- эталонный конденсатор 1000 пФ ± 1 -1 шт;
- ноутбук -1 шт
- кабель соединительный -1 шт;
- программное обеспечение на USB Flash Driver -1 шт;
- руководство по эксплуатации KEУЮ.411619.002РЭ -1 экз.

4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

- 4.1 В основе работы регистратора лежит принцип виртуального прибора, регистрирующего сигнал, снимаемый с пьезоакселерометра (Д), установленного на испытуемом изделии или ударном стенде, и отображающий его на мониторе ноутбука.. Блок-схема регистратора приведена на рисунке 1.

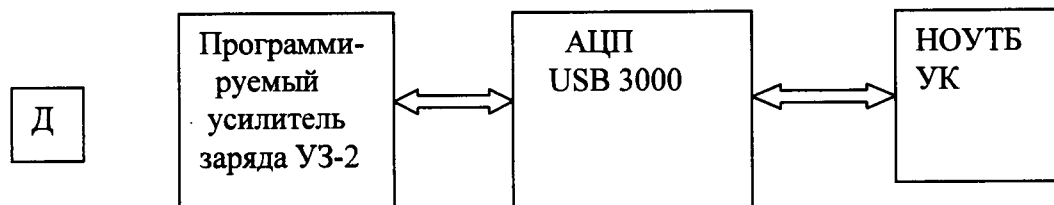


Рисунок 1. Блок-схема регистратора параметров ударного импульса РПУ-1

4.2 Программируемый усилитель заряда УЗ-2 (далее усилитель) осуществляет согласование высокого импеданса пьезоакселерометра с входным сопротивлением USB 3000. USB 3000 представляющей собой 12 разрядное АЦП. Усилитель также производит нормирование чувствительности пьезоакселерометра до величины равной одному из диапазонов входного сигнала АЦП.

Блок-схема программируемого усилителя заряда приведена на рисунке 2.

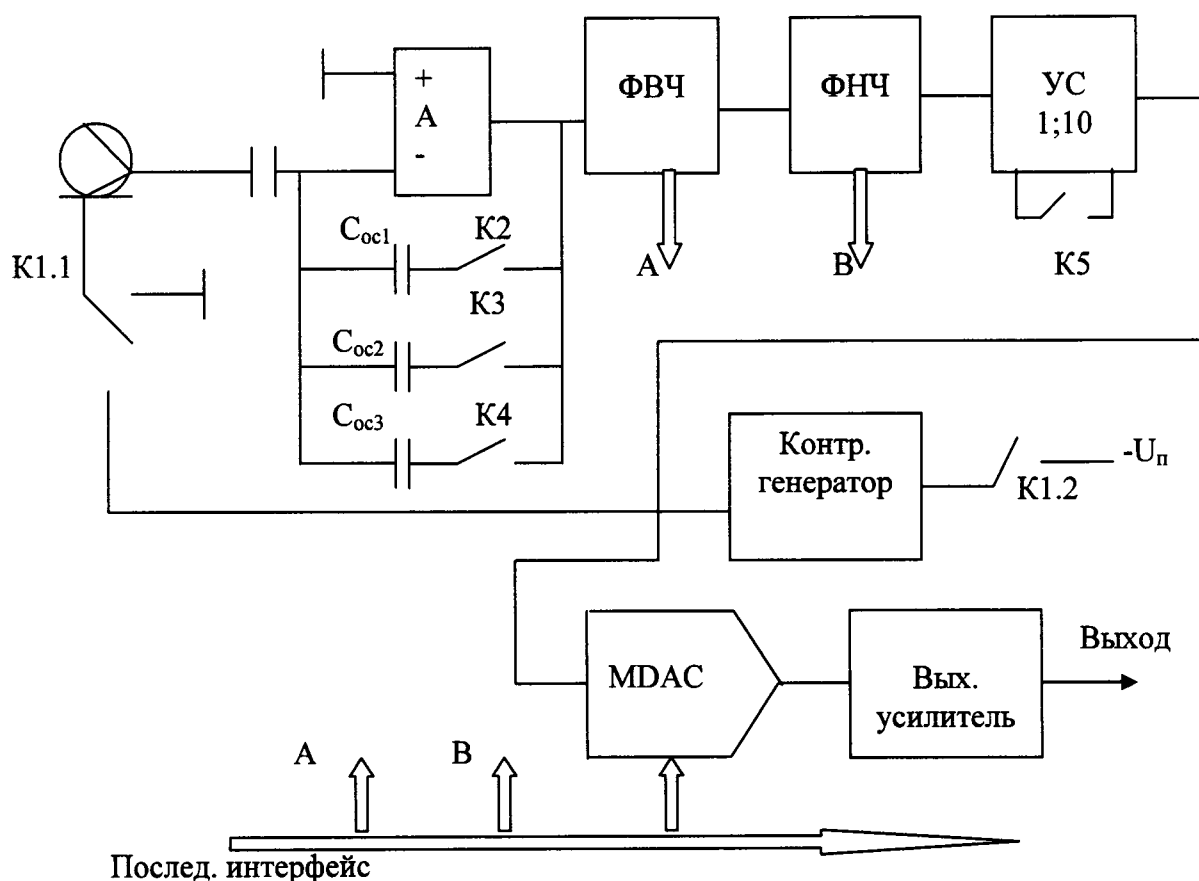


Рисунок 2. Блок-схема программируемого усилителя заряда УЗ-2

4.3 Основу усилителя заряда составляет операционный усилитель (А) с высоким коэффициентом усиления и ёмкостной обратной связью через конденсатор C_{oc} . Напряжение на выходе усилителя определяется по формуле

$$U_o = \frac{q_a * A}{(C_a + C_c + C_i) - C_{oc}(A - 1)}, \quad (1)$$

где A – коэффициент усиления усилителя;

C_a – ёмкость пьезоакселерометра;

C_c – ёмкость кабеля, пФ;

C_i – входная ёмкость усилителя, пФ;
 C_{oc} – ёмкость обратной связи, пФ;
 q_a – величина заряда пьезоакселерометра, Кл

Так как коэффициент усиления A имеет очень большую величину (>50000), то выполняется неравенство $(C_a + C_c + C_i) \ll C_{oc} (A - 1)$.

Следовательно, напряжение на выходе усилителя заряда можно определить по формуле

$$U_o \approx \frac{q_a}{C_{oc}} \quad (2)$$

Таким образом, если C_{oc} остаётся постоянной величиной, то выходное напряжение усилителя заряда будет прямо пропорционально величине заряда пьезоакселерометра и не зависит от ёмкости соединительного кабеля.

Влияние ёмкости кабеля будет сказываться лишь в том случае, если C_c и величина $C_{oc} * A$ будут соизмеримы, что на практике никогда не бывает.

4.4 Программируемый усилитель заряда состоит из:

- входного программируемого усилителя заряда (А),
- программируемого фильтра верхних частот (ФВЧ),
- программируемого фильтра нижних частот (ФНЧ),
- масштабного усилителя УС,
- перемножающего ЦАП (МДАС),
- выходного усилителя,
- контрольного генератора.

Входной программируемый усилитель заряда (А) является усилителем с ёмкостной обратной связью, программируемые ФВЧ и ФНЧ являются фильтрами Баттерворта второго порядка, а масштабный усилитель (УС) имеет фиксированное усиление 0 или 20 дБ, определяемого состоянием электронного ключа К5.

Усиление входного усилителя заряда регулируется с дискретностью 20 дБ и определяется положением электронных ключей К2, К3 и К4. С помощью перемножающего ЦАП осуществляется регулирование усилителя в пределах 20 дБ с дискретностью 8 разрядов. Всё это позволяет установить чувствительность усилителя на значение равное чувствительности используемого пьезоакселерометра с точностью равной трём десятичным разрядам, что упрощает использование пьезоакселерометров с ненормируемой чувствительностью.

ФВЧ и ФНЧ предназначены для ограничения частотного диапазона усилителя и уменьшения уровня помех и влияния резонансов акселерометра в рабочем диапазоне частот. Управление выбором частот среза ФВЧ и ФНЧ осуществляется с лицевой панели виртуального прибора путём щелчка левой клавиши (ЛК) мыши по соответствующей кнопке виртуального прибора.

Встроенный контрольный генератор служит для проверки работоспособности регистратора и тестирования программного обеспечения, который включается при нажатии на кнопку ТЕСТ. на лицевой панели виртуального прибора.

Выходной усилитель обеспечивает работу программируемого усилителя заряда на кабель длиной до 5 метров.

Питания усилителя осуществляется напряжением 5В от сетевого адаптера входящего в комплект поставки USB 3000.

5 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 К работе с регистратором могут быть допущены лица, аттестованные для работы с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж о мерах безопасности при работе с радиоизмерительными приборами и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

5.2 При работе в помещении с проводящими полами рабочее место должно быть укомплектовано резиновым ковриком. Металлические каркасы и основания столов, стеллажей, стульев должны быть заземлены.

6 ПОДГОТОВКА РЕГИСТРАТОРА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1 Расположение органов управления и подключения.

6.1.1 На передней панели программируемого усилителя заряда расположены: входной разъём для подключения пьезоакселерометра (датчика) и светодиод, индицирующий о включении питания. На задней панели расположен выключатель питания, разъём аналогового выхода и разъём цифрового сигнала.

6.1.2 На лицевой панели виртуального прибора (ВП) расположены:

- электронная шкала с нанесённой оцифровкой по осям X и Y;
- кнопки СТАРТ, СТОП, АВТОМАСШТАБ, ИЗМЕНИТЬ;
- кнопки управления буфером;
- кнопки SAVE, LOAD, PRINT, ПЕРЕМЕСТИТЬ ВДОЛЬ ОСИ X и СМЕНИТЬ ШАБЛОН;
- индикаторы ГОТОВ и ТЕСТ.

6.2 Подготовка усилителя к работе.

6.2.1 Регистратор разместите в помещении, обеспечивающем температуру от 10°C до 35°C и относительную влажность воздуха не более 80% при температуре 25°C и атмосферном давлении 84 – 106,7 кПа (630 – 800 мм рт. ст.) в соответствии с ГОСТ 22261.

6.2.2 Усилитель разместите на расстоянии не менее 100 мм от соседних приборов. Подсоедините защитное заземление к клемме заземления. Закрепите пьезоакселерометр на испытуемом изделии или ударном стенде, подключите пьезоакселерометр к разъёму ВХОД усилителя, расположенному на лицевой панели, а выходной разъём DB-9, расположенный на задней панели усилителя подсоедините к системному блоку ПК с помощью кабеля соединительного, входящего в комплект поставки. К аналоговому разъёму ВЫХОД усилителя можно подключить измерительный или анализирующий прибор.

6.3 Порядок работы.

6.3.1 Включите питание ПК или ноутбука, а затем усилителя (выключатель питания находится на задней стенке усилителя), при этом на лицевой панели усилителя должен загореться светодиод СЕТЬ индицирующий подачу напряжения на усилитель.

6.3.2 Запустите программу виртуального прибора RPU1, дважды щёлкнув левой клавишей (ЛК) мышки по ярлыку RPU1. В открывшемся окне RPU1 щёлкните ЛК мышки по кнопке ИЗМЕНИТЬ и в появившемся окне ВВОД ПАРАМЕТРОВ установите чувствительность по заряду используемого пьезоакселерометра (Sq), величину максимального ожидаемого ударного ускорения (Amax) и длительности удара (Tau), частоты среза ФВЧ и ФНЧ, ПОРОГ запуска (порог устанавливается в % от Amax). Число регистрируемых импульсов задайте в окне ПОВТОРИТЬ. Выберите ПОЛЯРНОСТЬ ожидаемого ударного импульса и, при необходимости, ФОРМУ ожидаемого удара.

6.3.3 Частоты среза ФВЧ и ФНЧ выберите в соответствии с диапазоном измеряемых длительностей согласно с методикой испытаний (например, «Методические указания по проведению испытаний на воздействие ударных нагрузок» РМ 11 070.043-

76), тогда нежелательные сигналы и шум ниже и выше частоты среза ФВЧ и ФНЧ, соответственно, будут подавлены в усилителе. Нажмите кнопку ОК в окне ВВОД ПАРАМЕТРОВ и на лицевой панели ВП, щёлкните по кнопке СТАРТ, при этом должна загореться зелёная сигнальная лампа ГОТОВ. Произведите удар на ударной установке. На экране виртуального прибора будет отображён ударный импульс. Маркеры на экране автоматически установятся в положения соответствующие 0.1 Аmax нарастания и спада импульса. В строке над экраном появятся значения максимального ускорения, длительности удара, импульса ударного ускорения и «delta» (длительности импульса между маркерами). Показания в окне «delta» будут изменяться при перемещении маркеров только после нажатия кнопки СТОП или окончания заданного числа ударов. В окне « № » указывается число произведенных ударов.

6.3.4 Щёлкнув правой клавишей (ПК) мышки по выбранному окну, можно открыть выпадающее меню и щёлкнув ЛК по «description» получить подсказку. Чтобы закрыть окно виртуального прибора необходимо щёлкнуть по кнопке СТОП и затем по кнопке ВЫХОД и окно виртуального прибора RPU1 закроется.

6.3.5 Контрольный генератор (см.рис.2) имеет частоту 160 Гц ($\omega = 1000$ рад/с) синусоидального сигнала. Этот сигнал использоваться для проверки правильности функционирования регистратора. Сигнал с контрольного генератора подаётся на вход АЦП при нажатии на кнопку ТЕСТ в окне ВВОД ПАРАМЕТРОВ и на лицевой панели ВП загорится красная лампочка ТЕСТ. При нажатии на кнопку СТАРТ на экране ВП отобразится синусоидальный сигнал с амплитудой (4000 ± 100) м/с². Для достоверности отсчёта в окне ПОВТОРИТЬ установите 10 и, последовательно нажмите несколько раз на кнопку СТАРТ. Амплитуда сигнала с усилителя, подаваемого на вход АЦП, составляет от 3.9 до 4.1 В (2,83В СКЗ), который можно проконтролировать на разъёме ВЫХОД.

6.3.6 С помощью кнопки ПЕРЕМЕСТИТЬ ВДОЛЬ ОСИ Х возможно смещение изображения ударного импульса относительно заданной формы ударного импульса с целью идентификации формы удара.

6.3.7 Результат измерений можно занести в БУФЕР, нажав на кнопку добавить. В буфер можно занести до десяти измерений. Результаты измерений можно так же сохранять, нажимая на кнопку SAVE или распечатать, нажав на кнопку PRINT.

7 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Методика поверки (далее – МП) распространяется на регистратор параметров удара РПУ-1 (далее по тексту - регистратор) и устанавливает методику его первичной и периодической поверок.

Первичная поверка регистратора при выпуске из производства осуществляется органами государственной метрологической службы.

Периодическая поверка регистратора при эксплуатации и после ремонта производится органами метрологической службы, аккредитованными в установленном порядке.

Интервал между поверками 1 год.

Последовательность операций методики поверки изложена в приложении А РЭ.

8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

8.1 Регистратор, упакованный в соответствии с ТУ, могут транспортироваться на любое расстояние закрытыми транспортными средствами за исключением морского, в условиях, установленных для группы 3 по ГОСТ 15150. При транспортировании самолётом, регистратор должны быть размещены в отапливаемом герметизированном отсеке. При транспортировании должна быть обеспечена защита транспортной тары с упакованным регистратором от атмосферных осадков. Расстановка и крепление груза в

транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение груза при транспортировании. Смещение груза при транспортировании не допускается.

8.2 Регистраторы, упакованные в соответствии с ТУ, следует хранить в условиях, установленных для группы 3 по ГОСТ 15150.

8.3 Регистраторы до введения в эксплуатацию следует хранить на складах в упаковке предприятия – изготовителя при температуре 5 – 40°С и относительной влажности 80% при температуре 25°С. Хранить регистраторы без упаковки следует при температуре окружающего воздуха 10 – 35°С и относительной влажности 80% при температуре 25°С. В помещения для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

9 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

9.1 Маркировка производится на задней панели корпуса программируемого усилителя заряда УЗ-2 и содержит:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение регистратора;
- знак утверждения типа средства измерения;
- заводской номер и год выпуска.

9.2 Регистратор опломбирован голографической наклейкой предприятия-изготовителя на боковой панели корпуса.

10 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ

10.1 Регистратор РПУ-1 заводской № _____ ,

Соответствует техническим условиям КЕУЮ.411619.002 ТУ и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска: « ____ » ____ г.

М.П.

Подпись представителя ОТК _____ (фамилия)

10.2 По результатам первичной поверки изделие признано годным к применению.

Госповеритель _____ (фамилия, клеймо)

11 СВЕДЕНИЯ О КОНСЕРВАЦИИ И УПАКОВКЕ

11.1 Свидетельство о консервации

Регистратор РПУ-1 заводской № _____ подвергнут консервации в соответствии с требованиями технической документации.

Дата консервации: « ____ » ____ 2015 ____ г.

Консервацию произвёл: _____ (подпись)

Изделие после консервации принял: _____ (подпись)

МП

11.2 Свидетельство об упаковке
Регистратор РПУ-1 заводской № _____ упакован на предприятии-изготовителе согласно требованиям технической документации.

Дата упаковки: « ____ » май 2008 г.

Упаковку произвёл: _____ (подпись)

Изделие после упаковки принял: _____ (подпись)

11.3 Сведения о консервации и расконсервации

Шифр, индекс или обозначение	Наименование прибора	Заводской номер	Дата консервации	Метод консервации	Дата расконсервации	Наименование или условное обозначение предприятия проводившего консервацию	Дата, должность и подпись ответственного лица

12 ГАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

12.1 Поставщик (изготовитель) ООО «МИТО +» 188300, Ленинградская обл., г. Гатчина, ул. К.Маркса д.63 гарантирует соответствие регистратора требованиям технических условий КЕУЮ411619002 ТУ при условии соблюдения потребителем правил монтажа, ввода в действие и эксплуатации, установленных в настоящем РЭ.

12.2 Гарантийный срок эксплуатации устанавливается 12 месяцев с даты ввода регистратора в эксплуатацию. Гарантийный срок хранения - 6 месяцев с момента изготовления регистратора.

12.3 Предприятие – изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно устранять выявленные дефекты или заменять вышедшие из строя части регист-

ратора либо весь регистратор, если он не может быть исправлен на предприятии потребителя, в установленном порядке.

12.4 По истечении гарантийного срока ремонт регистратора производится за счёт потребителя предприятием – изготовителем.

12.5 Адрес изготовителя: 188300, Ленинградская область, г. Гатчина, ул. К. Маркса, д.63, ИНН 4705048200.

13 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

13.1 Сведения о предъявленных рекламациях следует регистрировать в таблице 4.

Таблица 4

Дата	Кол. часов работы регистратора с начала эксплуатации до возникновения неисправности	Краткое содержание неисправности	Дата направления рекламации и номер письма	Меры принятые по рекламации	Примечание

Примечание – Таблицу заполнять во время эксплуатации регистратора.

РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ УДАРА
РПУ – 1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
КЕУЮ.411619.002 РЭ

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на регистраторы параметров удара РПУ-1 (в дальнейшем – регистратор) ООО «МИТО +» и устанавливает методы их первичной поверки при выпуске из производства, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – 1 год

1 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице

1

Таблица 1

Наименование операции	Пункт методики поверки	Обязательность проведения операции		
		При первичной поверке	После ремонта	В процессе эксплуатации
Внешний осмотр	6.1	+	+	+
Проверка общего функционирования регистратора, подтверждение соответствия ПО заданным в РЭ значениям	6.2	+	+	+
Определение относительной погрешности установки чувствительности программируемого усилителя заряда	6.3	+	+	+
Определение выходного напряжения контрольного генератора	6.4	+	+	+
Определение относительно погрешности измерения входного сигнала, пропорционального амплитуде ударного ускорения	6.5	+	+	+
Определение относительной погрешности измерения длительности однополярного ударного импульса	6.6	+	+	+
Определение относительной погрешности измерения пиковой ударной скорости	6.7	+	+	+

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2

Таблица 2

№№ п.п. методики поверки	Наименование эталонных СИ или вспомогательного оборудования, № документа, регламентирующего технические требования; основные технические характеристики
6.1; 6.2; 6.3; 6.4;6.5	Психрометр аспирационный М34; ТУ 25-2607.054-85; диапазон измерения от 30 до 80% при температуре (5...50)°С; ПГ ±7%. Термометр ГОСТ 215-73; диапазон измерения от 0 до 50°С; ПГ ±0,2°С. Барометр-анероид БАММ-1; ТУ 25-04-1513-79; диапазон измерения от 80 до 100 кПа; ПГ ±0,2 кПа
6.3; 6.4; 6.5	Генератор импульсов точной амплитуды Г5-75 Ех3.269.092ТУ диапазон 1 мВ – 10В в диапазоне длительностей от 0,1 мс до 1000 мс Вольтметр В7-43 ГТ2.710.026 ТУ диапазон от 20 мВ до 10 В кл. 0,5 Вольтметр В3-60 ЯЫ2.710.081 ТУ диапазон от 1 мВ до 10 В кл. 0.2 Генератор Г6-27 Ех2.211.022 ТУ диапазон 1 мВ – 5 В в диапазоне частот 0,1Гц – 100 кГц ПГ ±6% Осциллограф С1-117 ТГ2.044.016 ТУ диапазон частот до 100 кГц, входное напряжение до 10 В ПГ ±3,5% С ₃ – конденсатор эталонный 1000 пФ ±1% Нагрузка 50 Ом Ех2.727.196 (входит в комплект генератора Г5-75)

Примечания

1 Допускается применять средства измерения и оборудование других типов с характеристиками не хуже указанных.

2 Все средства измерения и оборудование должны иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации КЕУЮ.411619.002 РЭ.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Поверку регистраторов проводят в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие операции:

- проверка комплектности регистратора в соответствии с разделом 3;
- выдержка поверяемого регистратора и средств поверки при температуре поверки в течение 2 часов.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность регистратора;
- исправность органов управления и чёткость всех надписей на панелях программируемого усилителя заряда УЗ-2.

6.2 Опробование и проверка общего функционирования, подтверждение соответствия ПО заданным в РЭ значениям.

6.2.1 Включают ноутбук и усилитель УЗ-2 и выполняют операции по п.п. 6.3.1-6.3.4 руководства по эксплуатации КЕУЮ.411619.002 РЭ.

6.2.2 Для проверки номера версии ПО выполнить следующие действия:

- в проводнике Windows навести курсор на файл программы RPU1USB.exe (C:\ProgramFiles\RPU1USB\RPU1USB.exe). Во всплывающем окне «Свойства RPU1USB» выветится:
Версия продукта 1.0.0.1
Название продукта RPU3
Размер и т.д....

6.2.3 Для вычисления MD5 контрольной суммы исполняемого кода запустить программу WinMD5.exe. В соответствии с инструкциями программы нажать кнопку Browse и выбрать RPU1USB.exe. Контрольная сумма появится в окошке Current file MD5 checksum value- c8fbf0dc4709d80747a43ccf8627c7c1.

6.3 Определение относительной погрешности установки чувствительности усилителя производят в указанной ниже последовательности:

- а) собирают схему, изображённую на рисунке 1;
- б) устанавливают на выходе генератора G напряжение U_1 частотой 160 Гц согласно таблице 3, контролируя его по вольтметру PV;
- в) задают на регистраторе частоту среза ФВЧ $< 0,3$ Гц и частоту среза ФНЧ – 100 кГц, длительность импульса 10 мс.
- г) задают чувствительность датчика и амплитуды ускорения, согласно таблице 3 и нажимают кнопки АВТОМАСТИБИРОВАНИЕ и СТАРТ;
- д) измеряют напряжение U_x на выходе усилителя, переключив тумблер «SA1» в положение 2;

Таблица 3

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИП, пКл/м/с ²	Задаваемое значение ускорения Атах, м/с ²	Задаваемая на генераторе G амплитуда напряжения U ₁ , В	Расчётное значение амплитуды напряжения на выходе усилителя U ₂ , В	Напряжение, измеренное на выходе УЗ-2 U _x (В)
0.001	10 ⁶	1	4	
0.01	10 ⁵	1	4	
0.1	10 ⁴	1	4	
1.0	10 ³	1	4	
10	10 ²	1	4	

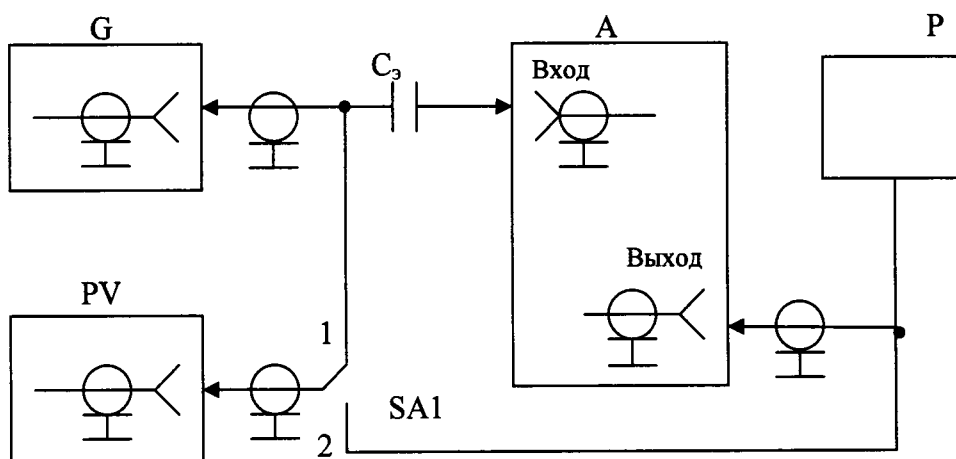
д) вычисляют относительную погрешность установки чувствительности усилителя в процентах по формуле:

$$\delta = \pm \frac{U_x - U_2}{U_x} * 100, \quad (1)$$

где U_x – значение напряжения, измеренное на выходе усилителя, В;

U₂ – расчётное значение напряжения на выходе усилителя, согласно таблицы 3.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если предел допускаемого значения основной погрешности установки чувствительности усилителя не более $\pm 2\%$ для всех значений U₁ таблицы 3.



A – усилитель (испытуемый);

C₃ - конденсатор эталонный 1000 пФ $\pm 1\%$ (из комплекта принадлежностей);

G – генератор Г6-27;

P – осциллограф С1-117;

PV – вольтметр ВЗ-60;

SA1 – тумблер ТП1-2;

Рисунок 1- Схема для определения относительной погрешности установки чувствительности усилителя.

6.4 Проверку амплитуды выходного синусоидального напряжения контрольного генератора на частоте 160 Гц производят по схеме рисунок 1 в указанной ниже последовательности:

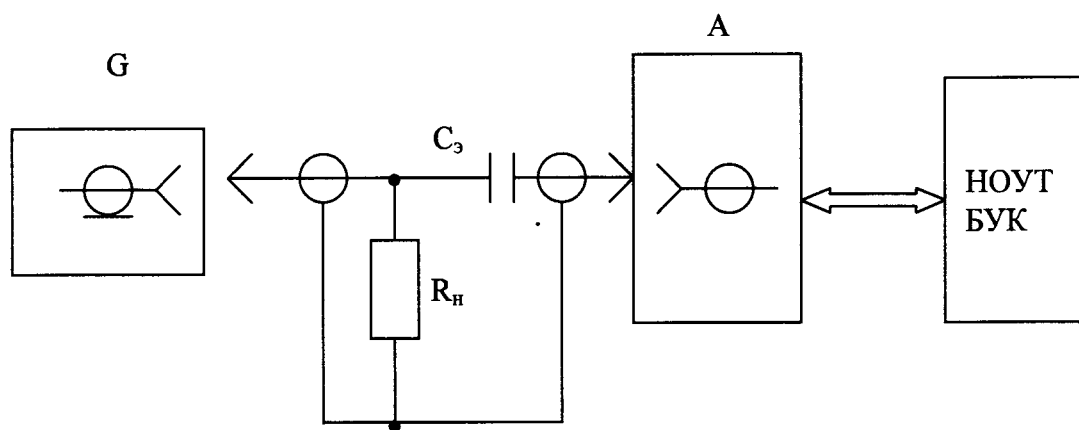
а) включают на виртуальном приборе контрольный генератор;

б) устанавливают тумблер SA1 в положение 2 и измеряют напряжение на выходе программируемого усилителя.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если амплитуда напряжения на выходе усилителя находится в пределах от 3.9 до 4.1В

6.5 Определение относительной погрешности измерения входного сигнала, пропорционального амплитуде ударного ускорения, производят в указанной ниже последовательности:

- а) собирают схему, изображенную на рис.2;
- б) устанавливают на лицевой панели виртуального прибора:
 - ФВЧ, Гц – в положение «< 0,3»;
 - ФНЧ, кГц – в положение «10»;
 - Чувствительность, пКл/м/с² – в положение в соответствии с табл.4;
 - Амплитуда, м/с² – в положение в соответствии с табл.4;
 - Длительность, мс – в положение «3»;
- в) подготавливают генератор G для выдачи одиночного прямоугольного импульса положительной полярности с ручной синхронизацией запуска.



A – программируемый усилитель заряда (испытываемый);

C₃ – конденсатор эталонный - 1000 пФ ±1% (из комплекта принадлежностей);

G – генератор Г5-75 Ex3.269.092;

R_n – нагрузка 50 Ом Ex2.727.196 (входит в комплект генератора Г5-75);

Рисунок 2. Схема определения диапазона измерения ударного ускорения, длительности импульса, ударной скорости и их погрешностей.

г) на лицевой панели виртуального прибора нажимаем кнопку СТАРТ. При этом она должен загореться зелёным цветом индикатор ГОТОВ на лицевой панели ВП;

д) нажимаем кнопку ручного запуска генератора G, при этом должен зарегистрироваться и отобразиться на экране регистратора импульс входного сигнала.

е) перемещают курсор «0» вправо в пределах 0,5 мс от начала импульса на его плоскую часть, считывают показания ударного ускорения в окне курсора и вычисляют погрешность измерения (δ_{пр}) в процентах по формуле

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{A_{\text{изм}} - A_{\text{расч}}}{A_{\text{расч}}} * 100,$$

где A_{изм} – значение ударного ускорения, отсчитанное по регистратору, м/с²

A_{расч} – расчётное значение ударного ускорения по таблице 4, м/с²

Производят измерения и вычисляют приведенные погрешности измерения для всех значений ударного ускорения согласно таблицы 4, повторяя операции по п.6.5.

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если наибольшая из вычисленных погрешностей не превышает $\pm 5\%$.

6.6 Определение относительной погрешности измерения длительности однополярных импульсов производят в указанной ниже последовательности:

а) собирают схему, приведенную на рисунке 2;

б) устанавливают на лицевой панели виртуального прибора:

ФВЧ, Гц – в положение «< 0,3»;

ФНЧ, кГц – в положение «100»;

$S_q = 0,1$ пКл/м/с²;

Амплитуда, м/с² – в положение «40000»;

Длительность, мс – в соответствии с таблицей 5;

Нажимают кнопки АВТОМАСШТАБ и СТАРТ на лицевой панели ВП.

в) устанавливают на выходе генератора G амплитуду одиночного импульса раной 4В и длительностью в соответствии с таблицей 5 и нажимают кнопку ручного запуска генератора G, при этом должен зарегистрироваться и отобразиться на экране регистратора импульс входного сигнала;

г) устанавливают «курсор 1» в начало среза импульса и производят считывание показаний длительности импульса регистратора в окне “delta”.

Вычисляют погрешность измерения длительности ($\delta_{пр}$) в процентах по формуле

$$\delta_{пр} = \frac{\tau_{изм} - \tau_{обр}}{\tau_{обр}} * 100$$

где $\tau_{изм}$ – значение длительности импульса, отсчитанное на экране ВП регистратора, мс;

$\tau_{обр}$ – значение длительности импульса генератора G.

Повторить операции по п 6.6 для всех значений длительностей по таблице 5.

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если наибольшая из вычисленных погрешностей не превышает $\pm 3\%$.

6.7 Определение относительной погрешности регистратора при измерении пиковой ударной скорости производят в указанной ниже последовательности:

а) собирают схему, приведенную на рисунке 2;

б) устанавливают на лицевой панели виртуального прибора:

ФВЧ, Гц – в положение «< 0,3»;

ФНЧ, кГц – в положение «100»;

в) подготавливают генератор G для выдачи положительного одиночного импульса, длительность и амплитуда которого, а также значения «Амплитуда, м/с²», «Длительность, м/с» и «Чувствительность, пКл/м/с²» на лицевой панели виртуального прибора устанавливают в соответствии с таблицей 6.

Производят отсчёт и вычисляют приведенную погрешность измерения ($\delta_{пр}$) в процентах по формуле

$$\delta_{пр} = \frac{V_{изм} - V_{расч}}{V_{расч}} * 100,$$

где $V_{изм}$ – значение ударной скорости, отсчитанное на экране регистратора, м/с;

$V_{расч}$ – расчётное значение ударной скорости согласно таблицы 6, м/с.

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если наибольшая из вычисленных погрешностей не превышает $\pm 6\%$.

Таблица 4

Задаваемое значение ударного ускорения на ВП, $A_{max}(m/c^2)$	Задаваемое значение коэффициента преобразования S_q на ВП, пКл/ m/c^2	Выходное напряжение генератора G , В	Длительность импульса генератора G и задаваемая длительность(τ) на ВП, мс
100	10	1	3
200	10	2	3
400	10	4	3
600	10	6	3
800	10	8	3
900	10	9	3
999	10	9,99	3
1000	1	1	3
2000	1	2	3
3000	1	3	3
4000	1	4	3
5000	1	5	3
6000	1	6	3
7000	1	7	3
8000	1	8	3
9000	1	9	3
9990	1	9,99	3
10000	0,1	1	3
20000	0,1	2	3
40000	0,1	4	3
60000	0,1	6	3
80000	0,1	8	3
99900	0,1	9,99	3
100000	0,01	1	3
200000	0,01	2	3
400000	0,01	4	3
600000	0,01	6	3
800000	0,01	8	3
999000	0,01	9,99	3
1000000	0,001	1	3

Таблица 5

Задаваемое значение длительности импульса на ВП (τ), мс	Длительность импульса генератора G , мс	Положение переключателя ФВЧ, Гц
1000	1000	<0,3
800	800	<0,3
600	600	<0,3
400	400	<0,3
200	200	<0,3
100	100	<0,3
80	80	<0,3
60	60	<0,3

40	40	<0,3
20	20	<0,3
10	10	<0,3
8	8	<0,3
6	6	<0,3
4	4	<0,3
2	2	<0,3
1	1	<0,3
0,8	0,8	<0,3
0,6	0,6	<0,3
0,4	0,4	<0,3
0,2	0,2	<0,3
0,1	0,1	<0,3

Таблица 6

Задаваемое значение Sq на ВП, пКл/м/с ²	Задаваемое значение Амах на ВП, м/с ²	Задаваемое значение длительности импульса τ на ВП и генераторе G, мс	Выходное напряжение генератора G, мВ	Расчётное значение пиковой ударной скорости Vрасч, м/с
0,8	500	0,2	400	0,1
0,8	500	0,4	400	0,2
0,8	500	1	400	0,5
0,8	500	2	400	1
0,4	1000	10	400	10
0,04	10000	10	400	100
0,04	10000	20	400	200
0,004	100000	10	400	1000

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством установленной формы или оттиском клейма поверителя в разделе «Свидетельство о приёмке» РЭ.

7.2 Регистраторы, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признаются годными к эксплуатации.

7.3 Регистраторы, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, к эксплуатации не допускаются, и на них выдаётся «Извещение о непригодности».

РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ УДАРА
РПУ – 1

МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
КЕУЮ.411619.002 РЭ

1 МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ

1.1 Калибровку РПУ-1 производят на образцовой ударной или вибрационной установке.

1.2 Согласно ГОСТ 20.57.406-81 для измерения ударов амплитудой не более 10000 м/с^2 и длительностью не менее $0,5 \text{ мс}$ допускается проводить сквозную калибровку РПУ-1 вместе с измерительным преобразователем (датчиком) на вибростенде при возбуждении гармоническим сигналом.

1.3 Для калибровки РПУ-1 установите на вибростоле по образцовому вибропреобразователю амплитуду вибрации, например, 100 м/с^2 и изменяя величину чувствительности на ВП, добиваются, чтобы показания A_{max} на ВП соответствовали показаниям образцового вибропреобразователя.

Лист регистрации изменений

Номер измене- ния	Номер листа (страницы)				Номер доку- мента	Подпись	Дата внесения измене- ния	Дата введения измене- ния
	изме- нённого	заменён- ного	нового	аннули- рованно- го				