

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
АО «Моринсис-Агат-КИП»

Первый заместитель  
генерального директора –  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



С.В. Румянцев



А.Н. Щипунов

10 \_\_\_\_\_ 2015 г.

10 \_\_\_\_\_ 2015 г.

Инструкция

Аппаратура МАК-01

Методика поверки  
АГТС.421411.001 МП

и.р. 63811-16

2015 г.

## 1 Вводная часть

1.1 Настоящий документ устанавливает методику поверки аппаратуры МАК-01 (далее - аппаратуры)

1.2 Методика поверки разработана в соответствии с РМГ 51-2002 «Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения». Настоящая методика регламентирует первичную и периодическую поверку аппаратуры.

1.3 Интервал между поверками два года.

## 2 Операции поверки

2.1 Операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Номер операции	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			Первичной поверке	Периодической поверке
1	Внешний осмотр	п.7.1	+	+
2	Опробование	п.7.2	+	–
3	Проверка электрической прочности изоляции	п.7.3	+	–
4	Проверка сопротивления изоляции	п.7.4	+	–
5	Проверка защитного заземления	п.7.5	+	+
6	Определение метрологических характеристик: – определение диапазона и допустимого отклонения относительной погрешности измерения скорости счета импульсов; – определение диапазона и допустимого отклонения относительной погрешности вычисления периода удвоения средней скорости счета – определение чувствительности устройства детектирования	п.7.6	+	+
		п.7.6.1		
		п.7.6.2		
		п.7.6.3		

## 3 Средства поверки

3.1 Средства поверки приведены в таблице 2

Таблица 2 – Средства поверки.

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	Основные средства
7.6.2	Установка поверочная многофункциональная МПУ АРТН.506300.301 ТУ, период удвоения (10-60) с, основная погрешность не более $\pm 2\%$ , (Госреестр № 31711-06).
7.6.1	Генератор импульсов АКПП-3413/1, 1мкГц – 80 МГц, ПГ $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ . Диапазон длительности импульсов 25 нс – 1000000 с, основная погрешность $\pm 12$ нс.
	Вспомогательные средства
7.3	Установка пробояная УПУ-1М (ГОСТ Р 52931-2008), погрешность измерения от $\pm 5\%$ при измерениях 1,3 до 10 кВ
7.4	Мегаомметр М4100/3М, погрешность измерения $\pm 1,5\%$ при измерениях от 0 до 2500 В, $\pm 20\%$ при измерениях от 0 до 50 МОм
7.5	Миллиомметр АМ-6000, погрешность измерения $\pm 1,5\%$ при измерениях от 0,0001 до 100 Ом

При проведении поверки возможно применения средств, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерения с требуемой точностью.

#### 4 Требования безопасности

4.1 К работе с аппаратурой допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации аппаратуры и прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие квалификационную группу не ниже 2 по работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

4.2 Во избежание поражения электрическим током, корпуса всех узлов аппаратуры перед началом работы необходимо заземлить и строго выполнять «ПТЭ. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «ПТБ. Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок».

4.3 Все работы по перемещению электронных блоков и блоков детектирования нейтронного излучения проводятся при выключенных блоках высокого напряжения.

4.4 При работе с источниками ионизирующих излучений необходимо выполнять требования радиационной безопасности, изложенные в «НРБ-99/2009. Нормы радиационной безопасности» и «ОСПОРБ-99/2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».

4.5 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки аппаратуры допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (АГТС.421411.001 РЭ) и

документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

## 5 Условия и подготовка к поверке

5.1 Поверка аппаратуры должна проводиться в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 40 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;

5.2 Питание аппаратуры осуществляется от источника переменного напряжения:

- напряжение  $(220 \pm 11)$  В;
- частота  $50^{+1}_{-2}$  Гц.

5.3 Аппаратура МАК-01 и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

## 6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки аппаратуры обеспечить наличие действующих сертификатов на используемое поверочное оборудование.

6.2 Для проведения поверки блоки МАСС и подвески ПИКД-54 подготовить к работе согласно АГТС.421411.001 РЭ.

6.3 Управление и контроль за работой и исправностью измерительных каналов (средств измерений) осуществлять с рабочего места оператора аппаратуры.

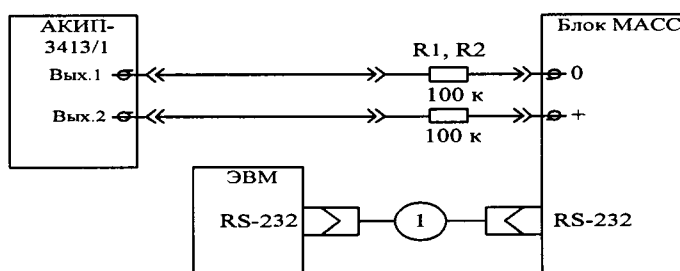
## 7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

Проверить комплектность оборудования, отсутствие механических повреждений.

7.2 Опробование

7.2.1 Подготовить аппаратуру МАК-01 к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации АГТС.421411.001 РЭ. Подключить ко входам «0» и «+» генератор импульсов в соответствии с рисунком 1.



АК ИП-3413/1 – генератор импульсов;

1 – кабель РС2.1 АГТС.685663.004;

ЭВМ – промышленный ноутбук из комплекта поставки;

R1, R2 – резисторы МЛТ-0,25-100 кОм или С2-33Н-0,25-100 кОм.

Рисунок 1

7.2.2 Установить на генераторе АКИП-3413/1 режим генерации одиночных импульсов, амплитуда импульсов 0,1 В, длительность 100 нс, на Выходе 2 установить инверсный режим сигнала относительно Выхода 1. Установить частоту следования импульсов  $10^4$  Гц по обоим каналам генератора.

7.2.3 Включить тумблеры питания блоков МАСС, после прогрева аппаратуры в течение 15 минут, проверить измеренную каждым блоком скорость счета.

7.2.4 Отключить генератор от входов блока МАСС, включить тумблеры «350 В» на передних панелях модулей МВП. По световой индикации на панелях блоков МАСС определить работоспособность оборудования и наличие высокого напряжения на выходах питания подвесок.

7.2.5 Провести поверку программного обеспечения.

7.2.5.1 Выполнить сверку идентификационного наименования программного обеспечения (ПО), указанного в меню «Свойства файла» SubM(NP).exe, с идентификационным наименованием ПО, указанным в документации на ПО.

7.2.5.2 Выполнить сверку идентификационного номера ПО, указанного в меню «Свойства файла» (1.0.0.0), с идентификационным номером ПО, указанным в документации на ПО.

7.2.5.3 С использованием алгоритма CRC 32, реализованного в общепринятой программе HashTable версии 3.X.X.X, провести вычисление цифрового идентификатора основного исполняемого модуля SubM(NP).exe.

7.2.5.4 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения цифрового идентификатора соответствуют значениям, приведенным в описании типа и документации на ПО. В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

### 7.3 Проверка электрической прочности изоляции

Проверка электрической прочности изоляции (проводят только при первичной поверке и поверке после ремонта) между цепью питания и конструктивным корпусом блока МАСС проводится с помощью пробойной установки УПУ-10. Испытательное напряжение 1000 В подается между корпусом и соединенными между собой контактами сетевой вилки в течение времени 1 мин.

Номера разъемов, контактов и наименование цепей приведены в РЭ.

### 7.4 Проверка сопротивления изоляции

Проверка электрического сопротивления изоляции между цепью питания и конструктивным корпусом блока МАСС проводится следующим образом. С помощью мегомметра измерить сопротивление между одним из контактов сетевой вилки и клеммой заземления блока МАСС. Измерение проводится при испытательном напряжении 500 В.

Результаты поверки считать положительными, если электрическое сопротивление изоляции не менее 100 МОм. В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

### 7.5 Проверка защитного заземления

Проверку электрического сопротивления между клеммой заземления и корпусом провести с помощью непосредственного измерения миллиметром сопротивления между клеммой заземления и любым токопроводящим конструктивным элементов корпуса каждого блока МАСС.

Результат поверки считать положительными, если измеренное значение электрического сопротивления в цепи заземления не более 0,01 Ом. В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

### 7.6 Определение метрологических характеристик

7.6.1 Определение диапазона и допустимого отклонения относительной погрешности измерения скорости счета импульсов

7.6.1.1 Подготовить аппаратуру МАК-01 к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации АГТС.421411.001 РЭ. Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

7.6.1.2 Провести измерения скорости счета импульсов тока по первому и второму каналам во всех точках, указанных в таблице 3. Отсчет значения измеренной аппаратурой скорости счета необходимо проводить в устоявшемся режиме, при вычисленном периоде удвоения не менее 999 с.

Таблица 3

Действительное значение количества импульсов тока, имп/с (показания АКИП-3413/1, Гц)	Допускаемые значения скорости счета импульсов, имп/с	
	мин.	макс.
0,1	0,09	0,11
0,5	0,45	0,55
0,9	0,81	0,99
1	0,9	1,1
5	4,5	5,5
9	8,1	9,9
10	9	11
50	45	55
90	81	99
$0,1 \cdot 10^3$	$0,098 \cdot 10^3$	$0,12 \cdot 10^3$
$0,5 \cdot 10^3$	$0,490 \cdot 10^3$	$0,510 \cdot 10^3$
$0,9 \cdot 10^3$	$0,882 \cdot 10^3$	$0,918 \cdot 10^3$
$1 \cdot 10^3$	$0,98 \cdot 10^3$	$1,02 \cdot 10^3$
$5 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^3$	$5,1 \cdot 10^3$
$9 \cdot 10^3$	$8,82 \cdot 10^3$	$9,18 \cdot 10^3$
$1 \cdot 10^4$	$0,98 \cdot 10^4$	$0,12 \cdot 10^4$
$5 \cdot 10^4$	$4,90 \cdot 10^4$	$5,10 \cdot 10^4$
$9 \cdot 10^4$	$8,82 \cdot 10^4$	$9,18 \cdot 10^4$
$0,1 \cdot 10^6$	$0,098 \cdot 10^6$	$0,12 \cdot 10^6$
$0,5 \cdot 10^6$	$0,490 \cdot 10^6$	$0,510 \cdot 10^6$
$1 \cdot 10^6$	$0,98 \cdot 10^6$	$1,02 \cdot 10^6$
$5 \cdot 10^6$	$4,9 \cdot 10^6$	$5,1 \cdot 10^3$

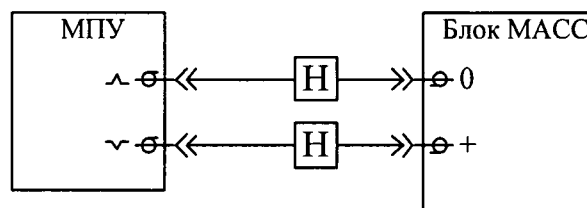
7.6.1.3 Определить относительную погрешность измерений скорости счета импульсов по формуле (1), где  $N_{ист}$  – заданное значение частоты следования импульсов от генератора,  $N_{изм}$  – показания модуля индикации (МИ) счетного канала или программы на ПЭВМ.

$$\delta = \frac{N_{изм} - N_{ист}}{N_{ист}} \cdot 100\% \quad (1)$$

7.6.1.4 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерения и измеренные значения скорости счета импульсов соответствуют таблице 3 (погрешность измерения не превышает  $\pm 2\%$ ). В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

7.6.2 Определение диапазона и относительной погрешности вычисления периода удвоения средней скорости счета

7.6.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2. Подключить ко входам «0» и «+» поверочное устройство в соответствии с рисунком 2.



МПУ – многофункциональная поверочная установка;

Н – сопротивление 100 кОм.

Рисунок 2

7.6.2.2 Установить значение уставки по периоду удвоения скорости счета импульсов в положение 5 с.

7.6.2.3 Провести измерение периода удвоения по первому и второму каналам во всех точках указанных в таблице 4.

Таблица 4

Заданное значение периода удвоения импульсов, с	Допускаемые значения периода удвоения, с	
	минимальное	максимальное
60	54,0	66,0
25	22,5	27,5
10	9,0	11,0

7.6.2.4 Определить относительную погрешность вычисления периода удвоения скорости счета импульсов по формуле (1), где  $N_{ист}$  – заданное значение периода удвоения,  $N_{изм}$  – показания модуля МИ счетного канала или программы на ПЭВМ.

7.6.2.5 Предел допускаемой относительной погрешности вычисления скорости счета импульсов  $\pm 10\%$ .

7.6.2.6 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерения и измеренные значения периода удвоения скорости счета импульсов соответствуют таблице 4 (погрешность вычисления периода удвоения скорости счета импульсов не превышает  $\pm 10\%$ ). В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

### 7.6.3 Определение чувствительности устройства детектирования

7.6.3.1 Определение чувствительности устройства детектирования проводится в составе счетного канала в потоке нейтронов и определяется как отношение скорости счета импульсов к плотности потока тепловых нейтронов в месте установки подвески.

7.6.3.2 Подготовить нейтронно-активационные детекторы и зафиксировать их на подвеске ПИКД-54 в зоне её максимальной чувствительности.

7.6.3.3 Подготовить счетный канал к работе, подключив подвеску ПИКД-54 и ЭВМ к блоку МАСС в соответствии со схемой АГТС.421411.001 Э6. Включить питание счетного канала, убедиться в его работоспособном состоянии и выждать 15 мин. для обеспечения прогрева.

7.6.3.4 Опустить подвеску в гильзу ИК.

7.6.3.5 Тумблером, расположенным на модуле МВП блока МАСС, включить напряжение питания подвески.

7.6.3.6 Произвести активацию детекторов в течении не менее 1 часа.

7.6.3.7 По истечении времени активации, тумблером, расположенным на модуле МВП блока МАСС, выключить напряжение питания подвески.

7.6.3.8 Извлечь подвеску из гильзы ИК стенда.

7.6.3.9 Снять нейтронно-активационные детекторы с поверхности подвески.

7.6.3.10 Произвести все операции по обработке и обсчету нейтронно-активационных детекторов в соответствии с методикой МИ 2071-90 приложение А.

7.6.3.11 По результатам обсчета нейтронно-активационных детекторов и измерению скорости счета импульсов счетным каналом определить чувствительность канала к тепловым нейтронам по формуле (2):

$$\eta = \frac{N \cdot t_{\text{изм}} \cdot S}{Q} \quad (2)$$

где:  $N$  – скорость счета импульсов,  $\text{с}^{-1}$ ;

$t_{\text{изм}}$  – время облучения нейтронно-активационного детектора,  $\text{с}$ ;

$S$  – площадь нейтронно-активационного детектора,  $\text{м}^2$ ;

$Q$  – число взаимодействий нейтронов по избранной ядерной реакции (число делений) за время облучения нейтронно-активационного детектора в исследуемом поле (МИ 2071-90 приложение А).

7.6.3.12 Результаты поверки считать положительными, если чувствительность устройства детектирования к тепловым нейтронам не хуже  $0,2 \text{ имп/нейтр/см}^2 \pm 20 \%$ . В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт



## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Положительные результаты поверки оформляются установленным порядком в виде свидетельства о поверке.

8.2 Отрицательные результаты поверки оформляются установленным порядком в виде извещения о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-4  
ФГУП «ВНИИФТРИ»,  
к.т.н.



О.И. Коваленко

Начальник лаборатории  
нейтронных измерений  
ФГУП «ВНИИФТРИ»,  
д.т.н., с.н.с.



В.Д. Севастьянов