

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
(в редакции, утвержденной приказом Росстандарта № 2228 от 23.09.2019 г.)

Аппаратура МАК-01

Назначение средства измерений

Аппаратура МАК-01 предназначена для измерений, обработки и представления информации о значениях плотности потока нейтронов при проведении загрузки ядерного топлива и последующем физическом пуске реактора.

Описание средства измерений

Принцип действия аппаратуры состоит в преобразовании импульсов тока, поступающих с устройств детектирования (подвесок ПИКД-54), в скорость счета импульсов тока и период удвоения.

Измерение скорости счета импульсов тока производится методом дискретного счета, а периода удвоения путем решения уравнения кинетики реактора.

Аппаратура обеспечивает:

- измерение скорости счета импульсов, пропорциональной плотности нейтронного потока, в диапазоне от 0,1 до $5,0 \cdot 10^6$ имп/с;
- измерение периода удвоения скорости счета импульсов в диапазоне от 5,0 с до 60 с;
- формирование звуковых сигналов, пропорциональных скоростям счета, на устройствах звуковой сигнализации типа «щелкун»;
- формирование сигналов аварийной и предупредительной уставок по скорости счета ($3 \cdot 10^1$, 10^2 , $3 \cdot 10^2$, 10^3 , $3 \cdot 10^3$, 10^4 , $3 \cdot 10^4$, 10^5 , $3 \cdot 10^5$, 10^6 имп/с) и периоду удвоения скорости счета импульсов (5, 10, 50 с);
- обработку и отображение информации об уровнях нейтронного потока по двум счетным каналам с чувствительностью не хуже 0,2 имп/нейтр/см²;
- непрерывный контроль исправности аппаратуры (самодиагностику).

Структурная схема аппаратуры представлена на рисунке 1.

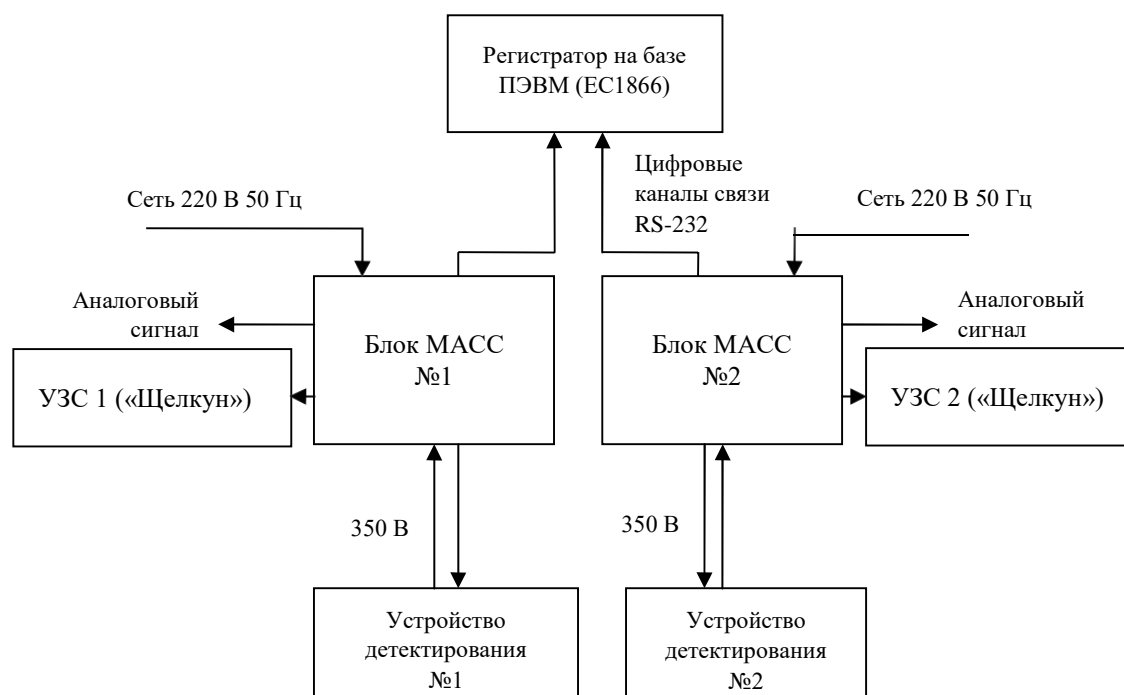


Рисунок 1 – Структурная схема аппаратуры

В состав аппаратуры входят:

- промышленный ноутбук ЕС1866 - 1 шт.;
- устройство предварительной обработки (блок МАСС) - 2 шт.;
- устройство детектирования на основе низкофоновых ионизационных камер деления (подвеска ПИКД-54) - 2 шт.;
- устройства звуковой сигнализации - 2 шт.

Все преобразования входных сигналов от соответствующего устройства детектирования осуществляются в блоке МАСС. Структурная схема одного блока МАСС представлена на рисунке 2.

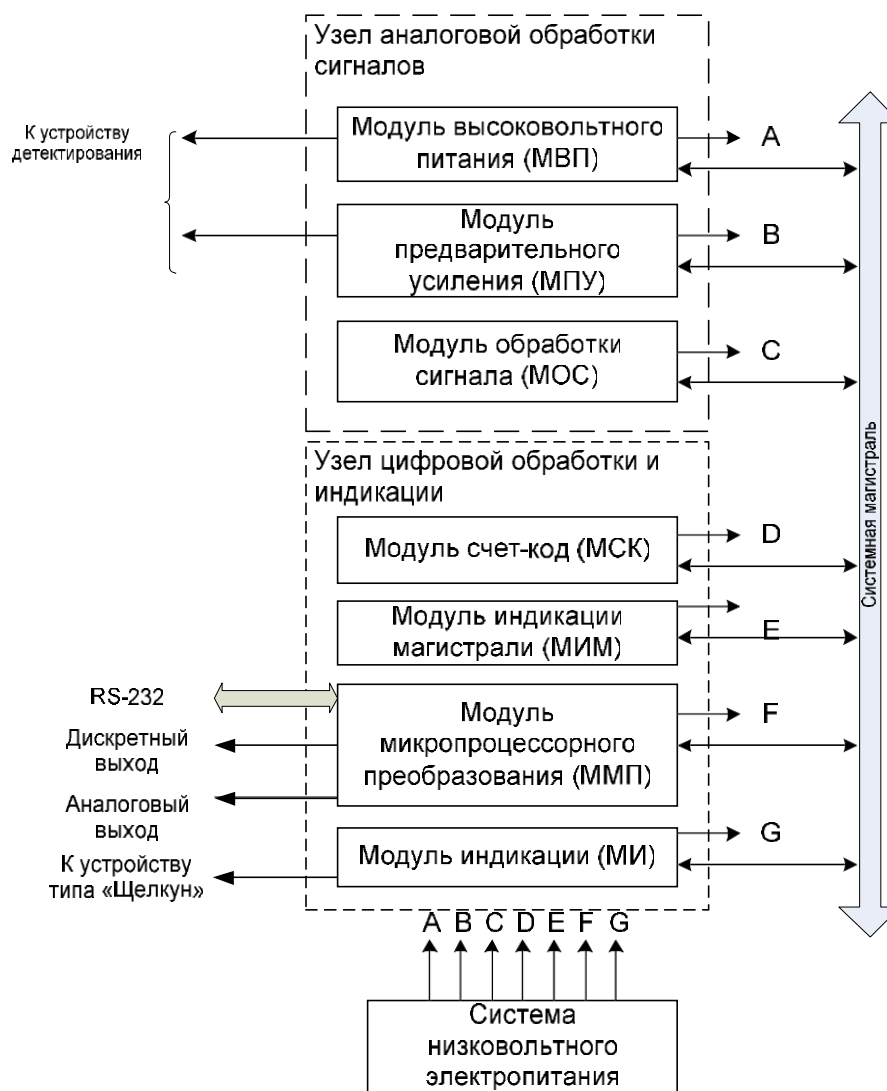


Рисунок 2 - Структурная схема одного блока МАСС

Узел аналоговой обработки входных сигналов обеспечивает прием входного сигнала с камер деления (случайная последовательность импульсов тока), его усиление по амплитуде и дискриминацию по трем порогам. С выхода узла аналоговой обработки входных сигналов сформированный по длительности и амплитуде выходной сигнал подается на узел цифровой обработки и индикации.

Узел цифровой обработки и индикации преобразует импульсы тока, поступающие с узла аналоговой обработки входных сигналов, в скорость счета импульсов тока и период удвоения, а также формирует выходные сигналы блока: дискретный, аналоговый, к устройству звуковой сигнализации и RS-232 для связи с ПЭВМ.

Система низковольтного электропитания обеспечивает преобразование сетевого напряжения 220 В частотой 50 Гц в ряд высокостабильных напряжений постоянного тока для питания всех модулей блока МАСС.

Для ограничения доступа к аппаратуре применяются следующие средства:

- пломбы на винтах крепления корзины внутри блоков МАСС;
- замки на крышке блоков МАСС, препятствующие несанкционированному включению и подключению внешних устройств;
- пломбы на винтах корпуса ноутбука промышленного ЕС1866.

Общий вид блока МАСС, схема пломбировки от несанкционированного доступа и место размещения знака поверки представлена на рисунке 3.

Место нанесения знака утверждения типа

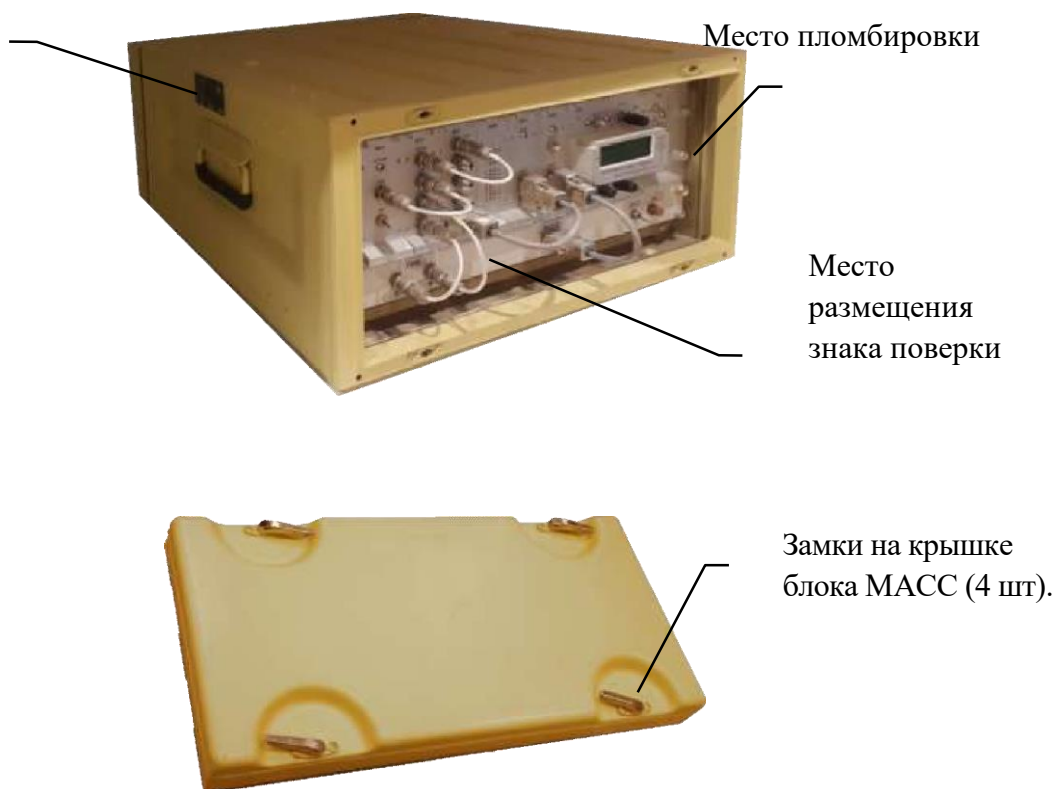


Рисунок 3 – Общий вид блока МАСС, схема пломбировки от несанкционированного доступа и место размещения знака поверки

Общий вид ноутбука промышленного ЕС1866 представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Общий вид ноутбука промышленного ЕС1866

Общий вид устройства детектирования представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Общий вид устройства детектирования

Общий вид громкоговорителя представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Общий вид громкоговорителя

Программное обеспечение

Для обеспечения работы аппаратуры используется программное обеспечение (ПО) «Процедура загрузки SubM(NP)». ПО, установленное на ПЭВМ, предназначено для сбора и обработки измеренных данных и обеспечивает следующие возможности:

- отображение текущей скорости счета по обоим каналам как в числовом виде, так и в виде исторического графика с отображением тренда за установленный оператором промежуток времени;

- вычисление отношения N_0/N для каждого канала в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^3$, где: N_0 - начальное значение средней скорости счета, задаваемое оператором; N - текущее значение средней скорости счета.

- задание оператором уставок аварийной и предупредительной сигнализации по скорости счета и периоду удвоения. Диапазон вводимых и контролируемых уставок:

- по средней скорости счета от 1 имп/с до $1 \cdot 10^6$ имп/с;

- по периоду удвоения средней скорости счета от 5,0 с до 60,0 с;
- задание уровня фона по каждому каналу и вычитание введенного значения фона из результатов измерений;
- задание оператором времени экспозиции вычисления скорости счета, а так же возможность работы в автоматическом режиме;
- задание значения начальной скорости счета N_0 по обоим каналам;
- построение графиков зависимости обратного счета (N_0/N) от количества тепловыделяющих сборок (ТВС) (при загрузке) или положения компенсационной группы (КГ) (при физпуске);
- вычисление и отображение на экране экстраполированного критического значения количества ТВС или положения КГ по каждому каналу;
- вычисление и отображение на экране предельного допустимого значения количества загружаемых ТВС или шага КГ, которое должно составлять $\frac{1}{4}$ от минимального экстраполируемого по кривым обратного счета значения;
- отображение на экране в табличном виде результатов итераций по каждому каналу;
- надежное хранение экспериментальных данных за весь период измерений.

Для защиты ПО от несанкционированного использования применяются средства разграничения доступа Windows. Доступ к ПО осуществляется при наличии пароля и учетных записей пользователей. Предусмотрен вывод сообщений об ошибках. Осуществляется физическая защита портов ввода/вывода. Уровень защиты ПО SubM(NP) «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SubM(NP).exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.1
Цифровой идентификатор ПО	9EF3F2DC72FB8186A54C33589 BFFABFFAAB34D04
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	SHA-1

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Чувствительность устройства детектирования нейтронов, имп/нейтр/см ² , не менее	0,2
Диапазон измерения скорости счета импульсов, имп/с	от 0,1 до $5 \cdot 10^6$
Диапазон вычисления периода удвоения средней скорости счета импульсов, с	от 5,0 с до 60,0
Рабочий диапазон температур, °С	от 0 до +40
Напряжение питания устройства детектирования на линейном участке счетной характеристики, В	300±50
Пределы допустимой относительной погрешности измерения средней скорости счета импульсов в диапазоне значений от 0,1 до $5 \cdot 10^6$ имп/с в рабочих условиях, %	±10
Пределы допустимой относительной погрешности измерения скорости счета импульсов при проверке от генератора в диапазоне значений: от 0 до 10^2 имп/с, % от 10^2 до $5 \cdot 10^6$ имп/с, %	±10 ±2
Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления периода удвоения средней скорости счета импульсов в диапазоне от 5,0 с до 60,0 с в рабочих условиях, %	±30*

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления периода удвоения средней скорости счета импульсов в диапазоне от 5,0 с до 60,0 с при проверке от генератора, %	$\pm 10^*$
* в диапазоне от 0 до 10^2 имп/с погрешность не нормируется	

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Характеристики сети питания: напряжение, В частота, Гц	220 \pm 11 50 $^{+1}_{-2}$
Время установления рабочего режима оборудования, мин, не более	15
Потребляемая мощность, В·А, не более	120
Габаритные размеры устройства детектирования нейтронного излучения, мм, не более: диаметр высота	9 650
Габаритные размеры блока МАСС, мм, не более: длина ширина высота	570 540 280
Габаритные размеры ноутбука, мм, не более: длина ширина высота	400 300 100
Габаритные размеры громкоговорителя, мм, не более: длина ширина высота	230 230 330
Масса блока МАСС, кг, не более	31
Масса устройства детектирования, кг, не более	3,5
Масса ноутбука, кг, не более	8
Масса громкоговорителя, кг, не более	4,5
Время непрерывной работы, ч	100
Рабочие условия эксплуатации: температура окружающей среды, °С - для электронного оборудования - для блоков детектирования атмосферное давление, кПа мощность дозы гамма-излучения, не более, Р/ч - для электронного оборудования - для блоков детектирования	от 0 до +40 от 0 до +70 от 60,0 до 104,4 фон 10 ⁶
Дополнительная погрешность измерения средней скорости счета импульсов при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий работы аппаратуры (20 \pm 5) °С на каждые 10 °С, не более, %	± 1
Погрешность аналогового выхода блока МАСС не более, % - в рабочих условиях и - при проверке от генератора	более ± 10 ± 2

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации АГТС.421411.001 РЭ типографским способом и на корпус блока МАСС в виде шильдика.

Комплектность средства измерений

Таблица 3 – Комплектность аппаратуры

Наименование	Обозначение	Количество
Одноканальный счетный канал в составе:		2 шт.
Подвеска ПИКД-54	ПИКД.54.000	1 шт.
Блок МАСС	АГТС.426436.002	1 шт.
Громкоговоритель рупорный ГР-1л	ИД3.843.118 ТУ	1 шт.
Кабель РС2.1	АГТС.685663.002-01	1 шт.
Кабель РС9	АГТС.685663.008	1 шт.
Кабель РЧ.1	АГТС.685661.001-01	1 шт.
Ноутбук промышленный ЕС1866	ПИРШ 466215.005	1 шт.
ПО SubM(NP)	АГТС.421411.001ВН	1шт.
Комплект ЗИП	АГТС.421943.001	1 к-т.
Ведомость ЭД	АГТС.421411.001ВЭ	1 экз.
Паспорт	АГТС.421411.001 ПС	1 экз.
Руководство по эксплуатации	АГТС.421411.001 РЭ	1 экз.
Методика поверки	АГТС.421411.001 МП	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу АГТС.421411.001МП «Инструкция. Аппаратура МАК-01. Методика поверки с изменением № 1», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» 27.11.2019 г.

Основные средства поверки:

- Установка поверочная многофункциональная МПУ АРТН.506300.301 ТУ, регистрационный номер 31711-06 в Федеральном информационном фонде;

– Генератор импульсов АКПП-3413/1, 1 мкГц – 80 МГц, ПГ $\pm 2 \cdot 10^{-6}$. Диапазон длительности импульсов 25 нс – 1000000 с, основная погрешность ± 12 нс.

Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых комплексов с требуемой точностью.

Знак поверки наносится в свидетельство о поверке в виде оттиска поверительного клейма или наклейки.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационной документации

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к аппаратуре МАК-01

Приказ № 1621 от 31.07.2018 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»

ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия

Аппаратура МАК-01. Технические условия. АГТС.421411.001ТУ

Изготовитель

Акционерное общество «Моринформсистема-Агат-КИП» (АО «Моринсис-Агат-КИП»)
ИНН 6230072226
Адрес: 390006, г. Рязань, проезд Речников, 17
Телефон (факс): (4912) 25-85-02
E-mail: agat-kip@yandex.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений»
Адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, п/о Менделеево
Телефон (факс): (495) 526-63-00
Web-сайт: www.vniiftri.ru
E-mail: office@vniiftri.ru
Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 07.10.2013 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « ___ » _____ 2019 г.