

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

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 приведена на рисунке 1.

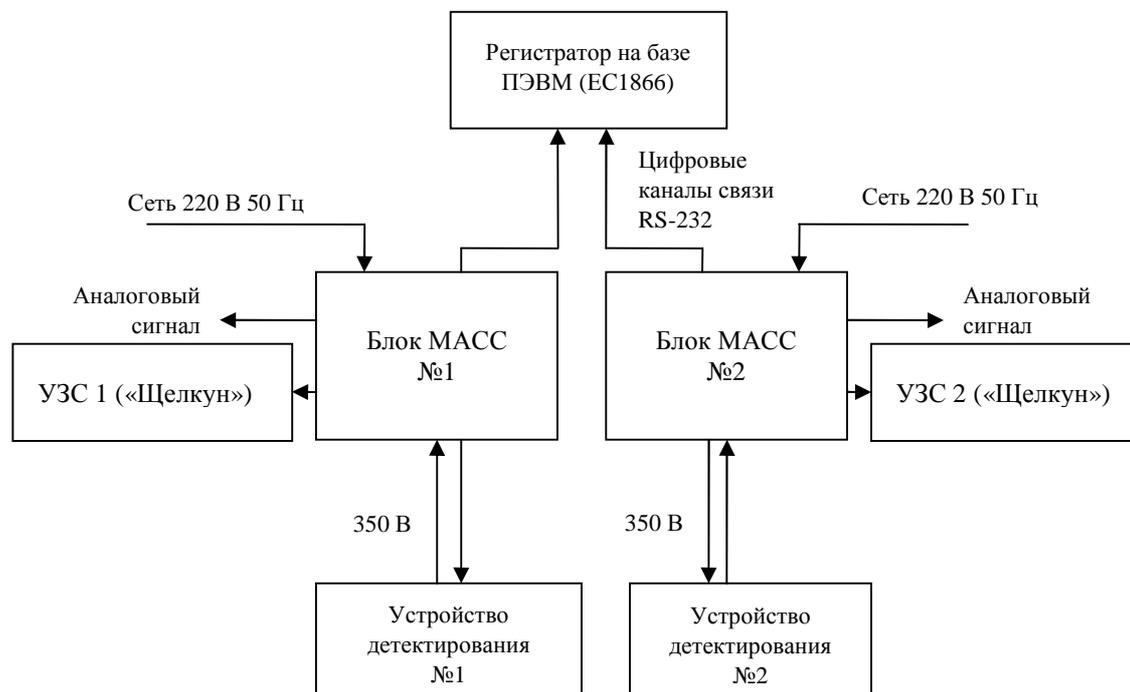


Рисунок 1

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.

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.

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

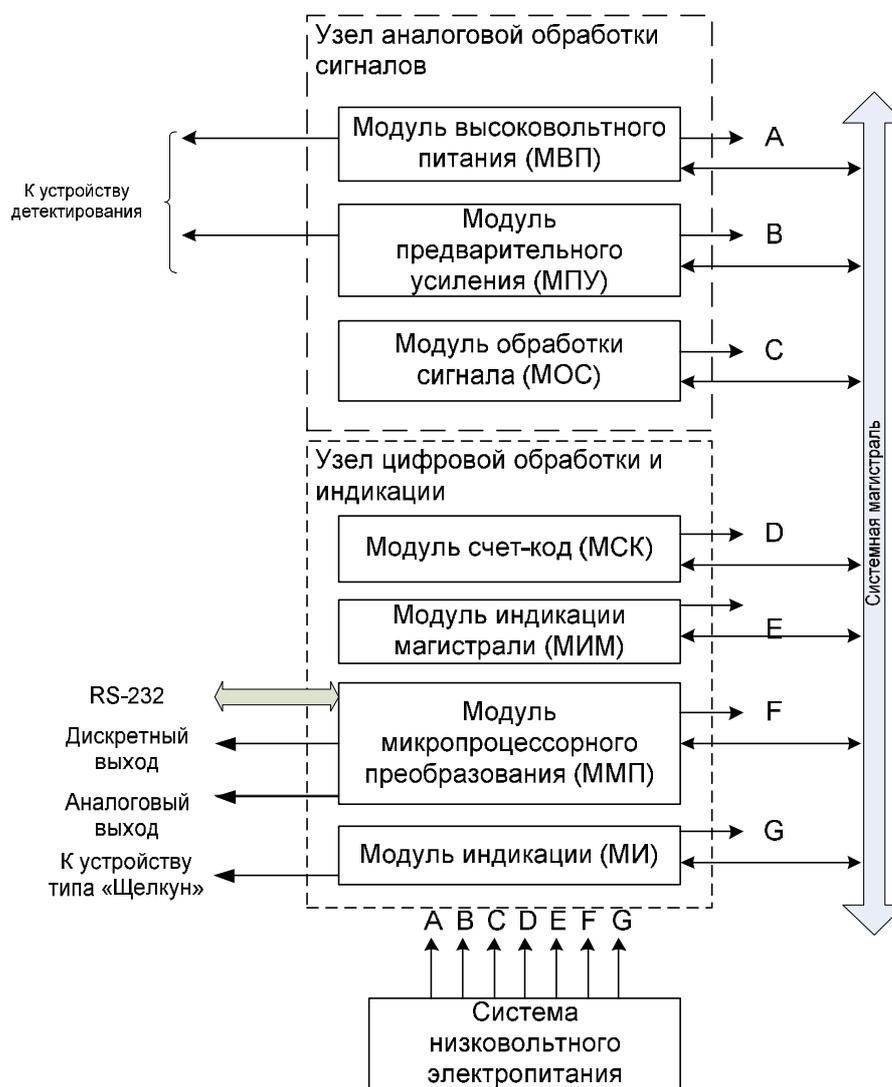


Рисунок 2

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.



Рисунок 3 – Общий вид блока МАСС



Рисунок 4 – Общий вид ноутбука промышленного ЕС1866



Рисунок 5 – Общий вид устройства детектирования



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 N0 по обоим каналам;
 - построение графиков зависимости обратного счета (N0/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 ¼ 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.
- Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SubM(NP).exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.1
Цифровой идентификатор ПО	9EF3F2DC72FB8186A54C3 3589BFFABFFAAB34D04
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	SHA-1

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) от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» согласно Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологические и технические характеристики аппаратуры

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 5·10 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 5·10 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, %	±10
от 10 ² до 5·10 ⁶ имп/с, %	±2

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 в рабочих условиях, %	$\pm 30^*$
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, %	$\pm 10^*$
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 применения: 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 плюс 40 от 0 до плюс 70 от 60 до 104,4 фон 10 ⁶

Примечание - * в диапазоне от 0 до 10² имп/с погрешность не нормируется.

Дополнительная погрешность измерения средней скорости счета импульсов при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий работы аппаратуры (20 \pm 5) °С – не более ± 1 % на каждые 10 °С.

Погрешность аналогового выхода блока МАСС – не более ± 10 % в рабочих условиях и ± 2 % при проверке от генератора.

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

Комплект поставки приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Комплект поставки

№	Наименование	Обозначение	Кол-во, шт.
1	Одноканальный счетный канал в составе:		2
1.1	Подвеска ПИКД-54	ПИКД.54.000	1
1.2	Блок МАСС	АГТС.426436.002	1
1.3	Громкоговоритель рупорный ГР-1л	ИДЗ.843.118 ТУ	1
1.4	Кабель РС2.1	АГТС.685663.002-01	1
1.5	Кабель РС9	АГТС.685663.008	1
1.6	Кабель РЧ.1	АГТС.685661.001-01	1
2	Ноутбук промышленный ЕС1866	ПИРШ 466215.005	1
3	ПО SubM(NP)	АГТС.421411.001ВН	1
4	Комплект ЗИП	АГТС.421943.001	1 компл.
5	Ведомость ЭД	АГТС.421411.001ВЭ	1
6	Паспорт	АГТС.421411.001 ПС	1
7	Руководство по эксплуатации	АГТС.421411.001 РЭ	1
8	Методика поверки	АГТС.421411.001 МП	1

Поверка

осуществляется по документу АГТС.421411.001МП «Аппаратура МАК-01. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» 30.10.2015 г.

Основные средства поверки:

Установка поверочная многофункциональная МПУ АРТН.506300.301 ТУ, период удвоения (10-60) с, основная погрешность не более $\pm 2\%$, (Госреестр № 31711-06);

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

Сведения о методиках (методах) измерений

«Аппаратура МАК-01. Руководство по эксплуатации. АГТС.421411.001РЭ».

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

1 ГОСТ 8.129-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты.

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

3 «Аппаратура МАК-01. Технические условия. АГТС.421411.001ТУ».

Изготовитель

Акционерное общество «Моринформсистема-Агат-КИП» (АО «Моринсис-Агат-КИП»)

Адрес: 390006, г. Рязань, проезд Речников, 17

Тел. (4912) 25-85-02

E-mail: agat-kip@yandex.ru

ИНН 6230072226

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Юридический адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, рабочий поселок Менделеево, промзона ВНИИФТРИ, корпус 11

Почтовый адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, п/о Менделеево

Телефон/факс: (495) 526-63-00

Е-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

С.С. Голубев

М.п. « ____ » _____ 2016 г.