

# Описание типа средства измерений

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ,

заместитель генерального  
директора ФГУП «ВНИИФТРИ»



Балаханов

2005 г.

**Каналы контроля нейтронного потока  
и его высотного распределения в РБМК  
широкодиапазонные  
ШКК-НПВ**

Внесены в Государственный реестр  
средств измерений

Регистрационный № 31024-06

Взамен № \_\_\_\_\_

Выпускаются по техническим условиям ТУ 4362-261-08852470-05.

## Назначение и область применения

Каналы контроля нейтронного потока и его высотного распределения в РБМК широкодиапазонные ШКК-НПВ (далее в тексте – каналы ШКК-НПВ) предназначены для измерений относительной физической мощности реакторной установки РБМК-1000 во всех режимах работы – от глубокой подкритичности до номинального уровня установленной мощности, а также для контроля распределения плотности потока нейтронов по высоте реактора.

Каналы ШКК-НПВ применяются в составе систем управления и защиты реакторных установок на атомных электростанциях в качестве измерительных каналов контроля нейтронно-физических параметров реактора РБМК-1000 при работе на мощности, в период пуска, останова и ремонта. Как элемент системы, важной для безопасности реактора, каналы ШКК-НПВ классифицируются как изделие класса 2НУК2 по ПНАЭ Г-01-11-97 (ОПБ88/97) и НП-026-01 при значениях мощности реактора в диапазоне от  $10^{-7}$  до 120 % номинального уровня и класса 3НК2 при работе на меньших уровнях мощности. На АЭС монтируются по индивидуальному проекту привязки.

## Описание

Каждый канал ШКК-НПВ представляет собой комплекс аппаратно-программных средств и включает в себя одну подвеску ионизационных камер ПИК-58, один блок обработки сигналов ионизационных камер БОСК-М6, один блок индикации и задания уставок БИЗ, линии связи и информационного обмена ЛИО. Принцип действия каналов ШКК-НПВ заключается в непрерывной регистрации нейтронов в местах расположения ионизационных камер деления и гамма-излучения в местах расположения ионизационных гамма-камер, преобразовании плотности потока нейтронов в сигналы электрического тока с вычитанием вклада гамма-излучения, определении распределения плотности потока нейтронов по высоте реактора и непрерывном определении нейтронно-физических параметров реактора по изменениям плотности потока нейтронов.

Подвеска ионизационных камер ПИК-58 (далее в тексте – подвеска ПИК-58) содержит шесть ионизационных камер деления для регистрации нейтронов и три ионизационные гамма-камеры для регистрации гамма-излучения. Подвеска ПИК-58 устанавливается в канал БИК реактора РБМК-1000 (тракт рабочей ионизационной камеры РБМ-К5.С6157) и осуществляет преобразование плотности потока нейтронов в выходные электрические сигналы тока, которые передаются по высокотемпературной линии связи ВТЛС и линии связи ЛС на входы блока обработки сигналов ионизационных камер БОСК-М6.

Блок обработки сигналов ионизационных камер БОСК-М6 (далее в тексте – БОСК-М6) располагается в специальном защитном контейнере в центральном зале реакторной установки или в ближайшем обслуживаемом помещении и осуществляет: аналоговую и цифровую обработку сигнала

лов от всех ионизационных камер подвески, формирование цифровых пакетов данных и передачу измерительной информации по линиям информационного обмена ЛИО в блок индикации и задания уставок БИЗ.

Блок индикации и задания уставок (далее в тексте – БИЗ) размещается на блочном щите управления БЩУ реактора в зоне внимания оператора. БИЗ обеспечивает: ввод заданных значений предупредительных и аварийных уставок (значение заданного порогового уровня контролируемого параметра) по уровню мощности, периоду и реактивности; отображение отношения значений измеренной и установленной мощности реактора на светодиодной шкале, прием и обработку измерительной информации от БОСК-М6; формирование аналоговых сигналов, пропорциональных логарифму значения мощности, обратному значению периода и реактивности; формирование сигналов предупредительной и аварийной звуковой и световой сигнализации (сигналы о достижении значений мощности, периода и реактивности заданных предупредительных и аварийных уставок); формирование во внешние цепи дискретных сигналов блокировки и сигнализации; индикацию на встроенном дисплее основных измеряемых и расчетных параметров реактора; выдачу набора служебных аналоговых и дискретных сигналов, характеризующих техническое состояние элементов канала ШКК-НПВ; выдачу информационных сигналов в другие системы управления реакторной установкой. Передача данных между БОСК-М6 и БИЗ осуществляется по каналу последовательной связи с интерфейсом RS-485.

### Основные технические характеристики

#### • Диапазоны измерений:

- сила тока сигналов ионизационных камер ПИК от  $10^{-13}$  до  $10^{-3}$  А,
- период ( $T$ ) изменения мощности реактора (время изменения мощности в  $e$  раз) в интервалах «минус 1... минус 500 с» и «плюс 1... плюс 500 с»,
- скорость изменения силы тока в сигнале ионизационных камер от «минус 1 до плюс 1 с<sup>-1</sup>»,
- реактивность от минус  $25 \beta_{эфф}$  до плюс  $1,0 \beta_{эфф}$ ,
- скорость счета импульсов от ПИК-58 от 0 до  $1 \cdot 10^5$  имп./с.

#### • Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений:

- силы тока
 

при значениях менее $1 \times 10^{-8}$ А	$\pm 10$ %
при значениях в диапазоне от $1 \times 10^{-8}$ до $1 \times 10^{-5}$ А	$\pm 5$ %
при значениях более $1 \times 10^{-5}$ А	$\pm 1$ %;
- реактивности реактора
 

$\pm 10$ % - при значениях силы тока от ПИК менее $1 \times 10^{-8}$ А
$\pm 5$ % - в диапазоне силы тока от ПИК от $1 \times 10^{-8}$ до $1 \times 10^{-6}$ А
$\pm 2$ % - при силе тока от ПИК более $1 \times 10^{-6}$ А;

- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений периода ( $T$ ) изменения мощности реактора  $\Delta T = \pm (0,001 \times T^2 + \delta \times T)$

где  $\delta$  составляет:  $0,2$  в диапазоне силы тока от  $1 \times 10^{-13}$  до  $1 \times 10^{-8}$  А  
 $0,1$  - в диапазоне от  $1 \times 10^{-8}$  до  $1 \times 10^{-5}$  А,  
 $0,05$  - при значениях силы тока более  $1 \times 10^{-5}$  А;

- пределы допускаемой приведенной погрешности измерений скорости счета импульсов  $\pm 0,05$  %;
- пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений от воздействия изменений температуры окружающей среды при контроле мощности, скорости изменения мощности и реактивности не превышают значений соответствующей основной погрешности.

• Диапазон формирования и управления напряжением питания ионизационных камер от 0 до 500 В, напряжение порогов дискриминации от 0 до 4 В, ток нагрузки ионизационных камер до 6 мА.

• Наклон плато вольт-амперной характеристики ионизационных камер не превышает значения  $0,05$  %/В, дискриминационные характеристики всех ионизационных камер удовлетворяют соотношению  $F(U_n = 4,0) / F(U_n = 1,8) \geq 0,2$ , где  $U_n$  - напряжение порога дискриминации,  $F$  - средняя частота следования импульсов от регистрации нейтронов.

- Рабочие условия применения:
  - температура окружающего воздуха для БОСК-М6, БИЗ и ЛИО от +5 до +50 °С,
  - температура окружающей среды для внутриканальной части подвесок ПИК-58 до +150 °С, для высокотемпературной линии связи до +100 °С, для линии связи и коммутационной коробки - до +60 °С;
  - мощность дозы гамма-излучения для подвесок ПИК-58 до  $1 \cdot 10^3$  Гр/ч и до  $5 \cdot 10^4$  Гр/ч для БОСК-М6, БИЗ, ЛС и ЛИО;
  - поглощенная доза гамма-излучения за срок службы до  $1,5 \cdot 10^8$  Гр для ПИК-58 и до 6 Гр для БОСК-М6, БИЗ, ЛС и ЛИО;
  - максимальная плотность потока тепловых нейтронов в точках размещения ионизационных камер до  $1,2 \cdot 10^{10}$  нейтрон/(см<sup>2</sup>·с), флюенс тепловых нейтронов за срок службы - до  $1 \cdot 10^{19}$  нейтрон/см<sup>2</sup>.
- Время установления рабочего режима не более 30 минут.
- Время непрерывной работы – до 16000 ч, наработка на отказ – не менее 20 000 ч, полный назначенный срок службы не менее 30 лет с учетом возможности замены ремонтируемых частей при отказах; для герметичного корпуса подвески ПИК-58 назначенный ресурс – 100000 ч при допустимости замены выходных разъемов и технического обслуживания в рамках планово-предупредительного ремонта.
- Питание от сети переменного тока с частотой (50±1) Гц и напряжением 220 В с допустимыми отклонениями от 187 до 242 В. Потребляемая мощность не более 100 ВА.
- Длина линий связи с интерфейсом RS-485 не менее 400 м.
- Скорость передачи данных по линии связи через интерфейс RS-485 составляет 250 кбит/с.
- Габаритные размеры (длина × ширина × высота) и масса:
  - БОСК-М6: (482×133×335) мм, 12 кг; в герметичном контейнере - (600×600×500) мм, 30 кг;
  - БИЗ: (482×133×335) мм, 12 кг; ПИК-58: внутриканальная часть - длина 15660 мм, диаметр 75 мм, внеканальная часть – длина 75 мм, диаметр 357 мм, масса 200 кг.

### Знак утверждение типа

Знак утверждения типа средств измерений наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации 261.00.00.000 РЭ типографским способом, а также на шильдик БОСК-М6 и на лицевую панель БИЗ фотохимическим способом.

### Комплектность

Обозначение	Наименование	К-во, шт.	Примечание
261.06.00.000	Подвеска ионизационных камер ПИК-58 с комплектом принадлежностей	1	
261.01.03.000	Блок обработки сигналов ионизационных камер БОСК-М6 с комплектом принадлежностей	1	
261.02.00.000	Блок индикации и задания уставок БИЗ с комплектом принадлежностей	1	
261.03.00.000	Контейнер	1	
261.07.00.000	Линия связи ЛС	1	
261.10.00.000	Комплект ЗИП	1	
261.00.00.000 РЭ	Руководство по эксплуатации ШКК-НПВ	1	
261.00.00.000 ФО	Формуляр ШКК-НПВ	1	
261.06.00.000 РЭ	Руководство по эксплуатации ПИК-58	1	
261.01.00.000 РЭ	Руководство по эксплуатации БОСК-М6	1	
261.02.00.000 РЭ	Руководство по эксплуатации БИЗ	1	

Примечание. Линия информационного обмена ЛИО между БОСК-М6 и БИЗ в комплект поставки не входит.

## Поверка

Поверку каналов контроля нейтронного потока и его высотного распределения в РБМК широкодиапазонных ШКК-НПВ проводят в соответствии с методикой поверки, изложенной в разделе «Методика поверки» руководства по эксплуатации 261.00.00.000 РЭ и согласованной ФГУП «ВНИИФТРИ» 29.11.2005 г. Первичную поверку функционального блока БОСК-М6 при выпуске из производства и после ремонта проводят в соответствии с методикой поверки, изложенной в руководстве по эксплуатации 261.01.00.000 РЭ и согласованной ФГУП «ВНИИФТРИ» 29.11.2005 г.

Основное поверочное оборудование: программно-технический комплекс «Автотест-М» (пределы допускаемой приведенной погрешности  $\pm 0,2\%$ ), частотомер ЧЗ-54 (пределы допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,01\%$ ), вольтметр электрометрический В7Э-42 (пределы допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,05\%$ ), вольтметр В7-40 (пределы допускаемой относительной погрешности  $\pm 1\%$ ), тераомметр Е6-13А (класс точности 0,1).

Межповерочный интервал - один год.

## Нормативные и технические документы

- ГОСТ 12997-84. Изделия ГСП. Общие технические условия.
- ГОСТ 27445-87. Системы контроля нейтронного потока для управления и защиты ядерных реакторов. Общие технические требования.
- ГОСТ 29075-91. Системы ядерного приборостроения для атомных станций. Общие требования.
- ГОСТ Р 50746-2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Технические требования и методы испытаний.
- ОСТ 95 332-93. Изделия ядерного приборостроения и радиационной техники. Правила приемки.
- РДЭО-0137-98. Комплексная методика определения физических и динамических характеристик реакторов РБМК.
- ТУ 4362-261-08852470-05. Каналы контроля нейтронного потока и его высотного распределения в РБМК широкодиапазонные ШКК-НПВ. Технические условия.

## Заключение

Тип каналов контроля нейтронного потока и его высотного распределения в РБМК широкодиапазонных ШКК-НПВ утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

## Изготовитель

Научно-производственный центр «ЭЛЕГИЯ» – филиал ФГУП «Красная звезда»  
115230, Москва, Электролитный проезд, 1-а.  
Телефон/факс: (495) 317 53 72.

Директор НПЦ «ЭЛЕГИЯ» -  
филиала ФГУП «Красная звезда»

