

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

### Установки контроля ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах при разделке ОТВС АМБ Белоярской АЭС МКС-02 АМБ

#### Назначение средства измерений

Установка контроля ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах при разделке отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) АМБ Белоярской АЭС МКС-02 АМБ (далее – установка) предназначена для измерения количества ядерных материалов (ЯМ) пассивными методами в твердых радиоактивных отходах (ТРО), образующихся при разделке ОТВС АМБ Белоярской АЭС.

#### Описание средства измерений

Измерения количества ЯМ (массы изотопов урана и плутония) в корзинах и емкостях с ТРО осуществляется посредством измерений скорости счета каналов регистрации нейтронного излучения, пропорциональной плотности потока собственного нейтронного излучения от накопившихся в ОЯТ актиноидов, мощности дозы гамма-излучения, спектров гамма-излучения.

Установка включает в себя каналы регистрации нейтронного излучения, каналы регистрации гамма-излучения спектрометрические, каналы регистрации гамма-излучения дозиметрические, электронный модуль и комплект монтажных частей (механическую часть).

В каналах регистрации нейтронного излучения используются счетчики типа СНМ-18. Блок детектирования нейтронного излучения (БДН) размещен в свинцовой защите для уменьшения дозовой нагрузки от гамма-излучения на счетчики и предусилитель. БДН размещен в полиэтиленовой защите для увеличения эффективности регистрации нейтронного излучения. БДН в свинцовой защите работает при мощности поглощенной дозы гамма-излучения до  $10^2$  Гр/ч. Один БДН обеспечивает «просмотр» емкости ТРО или одной 4второй корзины ТРО

В каналах регистрации гамма-излучения спектрометрических (БДС) используются CdZnTe-детекторы. Блок детектирования гамма-излучения спектрометрический размещен в свинцовой защите для уменьшения дозовой нагрузки от гамма-излучения на датчик и предусилитель. На уровне эффективного центра детектора в защите находится коллиматор, обеспечивающий «просмотр» емкости ТРО или одной второй корзины ТРО.

В каналах регистрации гамма-излучения дозиметрических используются блоки детектирования гамма-излучения дозиметрические (БДД) на основе алмазного детектора типа ПДПС для измерения мощности поглощенной дозы. На уровне эффективного центра детектора в защите находится коллиматор, обеспечивающий «просмотр» емкости ТРО или одной второй корзины ТРО.

Механическая часть предназначена для размещения блоков детектирования нейтронного и гамма-излучения для проведения измерений с пеналами с ОЯТ АМБ и фильтрами с ТРО и просыпями ОЯТ. Центральная несущая конструкция (ЦНК) механической части выполнена в виде цилиндрической конструкции, окруженной слоем борированного полиэтилена для уменьшения фонового нейтронного излучения. В центральной несущей конструкции размещаются свинцовая и полиэтиленовая защита БДН и свинцовые коллиматоры БДД и БДС.

Центральная несущая конструкция накрывается крышкой из борированного полиэтилена для защиты БДН от фонового нейтронного излучения. Блоки детектирования каналов регистрации расположены в центральной несущей конструкции параллельно оси исследуемых корзин и емкостей ТРО.

БДН, БДС и БДД входят в состав блока детекторов (БД), который устанавливается на тележке периметра корзины ТРО рядом с узлом разделки ОТВС АМБ. БД содержит элементы для его захвата и съёма с места установки для проведения ремонта или поверки блоков детектирования.

С помощью грузоподъемного механизма (ГПМ) корзина или емкость ТРО размещается внутри БД для проведения измерений. Высота БД позволяет проводить контроль ЯМ в ТРО сразу от всей корзины или емкости ТРО. Перемещение корзины или емкости ТРО осуществляется по сигналу оператора установки измерения.

В состав электронного модуля, соединенного с блоками детектирования кабельными линиями связи, входит набор электронных блоков для обеспечения работы блоков детектирования и обработки данных.

Установка имеет следующие средства ограничения от несанкционированного доступа:

- защитные наклейки и замки шкафа, в котором размещается оборудование блока вторичной аппаратуры и блока управления установки;
- пломбы на корпусе персонального компьютера;
- замок на лицевой панели персонального компьютера, препятствующий несанкционированному включению компьютера и подключению внешних устройств хранения информации.

Программное обеспечение FLAME-TRO-AMB обеспечивает функционирование установки: градуировку и проверку каналов регистрации нейтронного и гамма-излучения установки; измерения скорости счета импульсов блоков детектирования нейтронного излучения, мощности дозы и энергетических спектров гамма-излучения, вычисление количества ЯМ в корзинах и емкостях ТРО, связь с установкой МКС-01 АМБ и базой данных системы учета и контроля ЯМ.

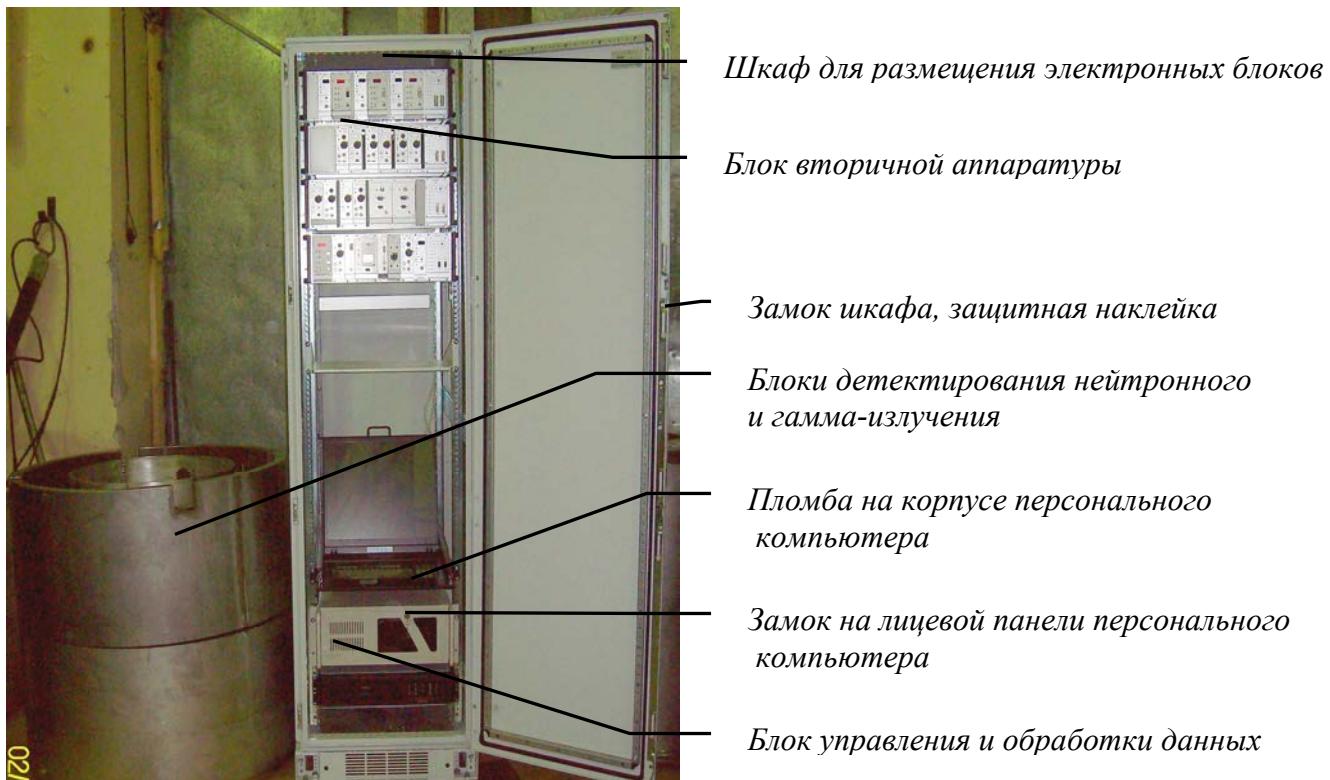
Программное обеспечение FLAME-TRO-AMB состоит из следующих функциональных блоков:

- Flame-tro-amb.exe – основного исполняемого модуля;
- AsTract.dll – модуля управления блоками детектирования нейтронного и гамма-излучения, аналого-цифровыми преобразователями АЦП-1к-В8 и счетчиками-интенсиметрами СЧМ-32;
- DirectUse.dll – модуля для обеспечения интерфейса с пользователем и связи с модулем AsTract и другими блоками установки;
- done.mdb – база данных.

Программное обеспечение FLAME-TRO-AMB не влияет на метрологические характеристики установки, имеет уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений А.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
FLAME-TRO-AMB	flame-tro-amb	1.0.0.0	4D6116B3F10-A248EEE07-DE7285F51B-A6D8CA60DF	SHA-1



### Метрологические и технические характеристики

- пределы допускаемой относительной погрешности измерения минимальной и максимальной массы изотопов урана и плутония в емкостях и корзинах с ТРО, % ..... ±25
  - время измерения при использовании различных каналов регистрации излучения, мин ..... от 5 до 30
  - габаритные размеры
    - БД ( $\varnothing$ хh), мм ..... 990x990
    - блока вторичной электронной аппаратуры (БВА) и блока управления и обработки данных (БУ), мм ..... 560x800x2030
  - масса БД, кг, не более ..... 800
  - масса электронного модуля, кг, не более. ..... 120
  - время установления рабочего режима установки, мин, не более ..... 30
  - характеристики сети питания установки
    - напряжение, В ..... от 198 до 242
    - частота, Гц ..... от 47 до 53
  - потребляемая мощность, В·А не более ..... 1000
  - средняя наработка на отказ, ч., не менее ..... 5000
- Канал регистрации нейтронного излучения
- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в емкостях и корзинах с ТРО, кг
    - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг ..... от  $5 \cdot 10^{-3}$  до 50
    - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кг ..... от 5 до 50
  - диапазон чувствительности детектора для энергии нейтронов, выходящих из водородосодержащего замедлителя вспомогательного устройства ВУ-3 с источником типа ИБН в центре, имп./нейтр. ..... от  $0,2 \cdot 10^{-3}$  до  $1,0 \cdot 10^{-3}$

- пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности детектора для энергии нейтронов, выходящих из водородосодержащего замедлителя вспомогательного устройства ВУ-3 с источником типа ИБН в центре, % ±10
- мощность поглощенной дозы сопутствующего гамма-излучения, Гр/ч, не более 10<sup>2</sup>

#### Канал регистрации гамма-излучения спектрометрический

- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в емкостях и корзинах с ТРО, кг
  - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг.....
  - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кг.....от 10<sup>-2</sup> до 5  
от 2·10<sup>-4</sup> до 5·10<sup>-2</sup>
- энергетический диапазон регистрируемого гамма-излучения, МэВ 0,05 до 1.0
- абсолютное энергетическое разрешение:
  - при энергии гамма-излучения E=60 кэВ, кэВ 15
  - при энергии гамма-излучения E=662 кэВ, кэВ 20
- максимальная входная статистическая загрузка, имп./с 10<sup>4</sup>
- диапазон чувствительности детектора к гамма-излучению источника <sup>241</sup>Am типа ОСГИ при размещении источника и детектора во вспомогательном устройстве ВУ-4, имп./Бк от 1·10<sup>-5</sup> до 5·10<sup>-5</sup>
- пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности к гамма-излучению, % ±10

#### Канал регистрации гамма-излучения дозиметрический

- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в емкостях и корзинах с ТРО, кг
  - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг
  - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кгот 5 до 50  
от 5·10<sup>-2</sup> до 50
- диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, МэВ от 0,08 до 25
- диапазон измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения, Гр/с от 2·10<sup>-4</sup> до 0,2
- пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения, % ±5

Рабочие условия эксплуатации установки:

- рабочая среда воздух
- температура воздуха, °C от 18 до 40
- относительная влажность воздуха, % до 80
- режим работы периодический

#### **Знак утверждения типа**

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации НПОК018.00.00.000РЭ типографским или иным способом и на переднюю панель модуля электронного по технологии предприятия-изготовителя

#### **Комплектность средства измерений**

1. Установка в составе:
  - блок детектирования нейтронного излучения ..... 8 шт.

– блок детектирования гамма-излучения:	
спектрометрический .....	8 шт.
дозиметрический .....	8 шт.
– модуль электронный.....	1 компл.
– комплект монтажных частей (механическая часть) .....	1 компл.
– вспомогательные устройства ВУ-1 и ВУ-2 для проверки каналов регистрации нейтронного и гамма-излучения .....	1 компл.
– стенд для ремонта, наладки БД .....	1 компл.
– комплект ЗИП .....	1 компл.
Состав модуля электронного установки:	
– блок вторичной аппаратуры (БВА).....	1 компл.
– блок управления и обработки данных (БУ).....	1 компл.
Состав комплекта монтажных частей установки измерения:	
– центральная несущая конструкция со слоем защиты из борированного полиэтилена .....	1 шт.
– свинцовая и полиэтиленовая защита БДН.....	4 шт.
– свинцовый коллиматор БДС и БДД.....	8 шт.
– кабельный шлейф от разъема РП 14 до блоков детектирования нейтронного и гамма-излучения.....	4 компл.
– крышка из борированного полиэтилена.....	1 шт.
2. Руководство по эксплуатации НПОК018.00.00.000 РЭ.....	1 шт.
3. Методика поверки	1 шт.
4. Методика выполнения измерений МКЯМ-01.2009	1 шт.

## Проверка

осуществляется в соответствии с документом «Установка контроля ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах при разделке отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) АМБ Белоярской АЭС МКС-02 АМБ. Методика поверки», разработанной изготовителем и утвержденной руководителем ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ».

Для поверки используются:

1. Источник быстрых нейтронов типа ИБН с потоком нейтронов не менее  $5 \cdot 10^5$  нейтр./с, пределы допускаемой относительной погрешности потока нейтронов  $\pm 5\%$  при доверительной вероятности 0.95 (аттестованный в установленном порядке).

2. Источник гамма-излучения  $^{241}\text{Am}$  типа ОСГИ с активностью не менее  $10^5$  Бк, пределы допускаемой относительной погрешности активности  $\pm 3\%$  при доверительной вероятности 0.95 (аттестованный в установленном порядке).

3. Дозиметр ДКД-02-«ИФТП» на основе алмазного детектора, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности поглощенной дозы гамма-излучения  $\pm 5\%$  при доверительной вероятности 0,95, поверенный в установленном порядке.

## Сведения о методиках (методах) измерений

Измерения производятся согласно «Методике выполнения измерений выгорания и количества ядерных материалов в пеналах с отработавшим ядерным топливом АМБ. МВ-09.2009». Свидетельство об аттестации 176-01.00294-2010 от 10.11.2010, Регистрационный код методики измерений по Федеральному реестру ФР.1.38.2010.008827.

**Нормативные документы, устанавливающие требования к установке контроля ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах при разделке отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) АМБ Белоярской АЭС МКС-02 АМБ**

1. ГОСТ 27451-87. «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».
2. ГОСТ 29075-91. «Система ядерного приборостроения для атомных станций. Общие требования».
3. ГОСТ 8.105-80. «Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока и флюенса нейтронов на ядерно-физических установках».
4. «Методика выполнения измерений при контроле ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах, образующихся при разделке отработавших тепловыделяющих сборок реакторов АМБ. МКЯМ-01.2009». Регистрационный код методики измерений по Федеральному реестру ФР.1.34.2010.08828.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Рекомендуемые области применения:

- осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- выполнение государственных учетных операций;
- осуществление мероприятий государственного контроля (надзора).

**Изготовитель**

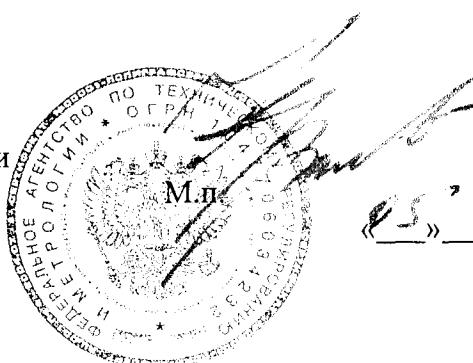
Закрытое акционерное общество Научно-производственное объединение «КВАНТ». Адрес: 249035, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Королева, д.6, оф. 225 Тел. (48439) 53814, 98161.

**Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ»,  
Регистрационный номер 300002-08  
141570, п/о Менделеево, Солнечногорский р-н, Московская область  
Тел. 535-93-45, факс 535-93-87, E-mail: [office@vniiiftri.ru](mailto:office@vniiiftri.ru)

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

В.Н. Крутиков



«05» 05 2011 г.