

**Разработка автоматизированной
системы поддержки принятия
решений в случае чрезвычайной
ситуации на АЭС на базе аварийных
блоков детектирования**

Требования нормативных документов

СП АС-03 (п. 6.4):

«При ... проектных и запроектных авариях СРК должна обеспечивать получение и обработку информации о радиационной обстановке на АС и в окружающей среде, эффективности защитных барьеров, об активности радионуклидов, поступающих за пределы АС, а также информации, необходимой для прогнозирования изменения радиационной обстановки со временем и выработке рекомендаций по мерам защиты персонала и населения»

Требования нормативных документов

ОПБ 88/97 (п. 5.4.3):

«В проекте АС должна быть предусмотрена система радиационного контроля, которая должна обеспечивать измерение значений контролируемых параметров, характеризующих радиационное состояние на АС и в окружающей среде в определенном объеме при всех режимах работы АС, а также при проектных и запроектных авариях»

Требования МЭК 60951-3

(оборудование для аварийного контроля)

4.3 Контролируемые помещения

Следующие помещения должны рассматриваться как места размещения широкодиапазонной аппаратуры для измерения гамма-излучения

4.3.1 Контеймент реактора

В зависимости от проекта АЭС контеймент реактора контролироваться детекторами, размещенными внутри или снаружи контеймента в целях:

- а) определения состояния первого контура;
- б) определения существующих утечек и оценки их значений;
- в) обеспечение радиационного мониторинга в послеаварийный период;
- г) получение информации, необходимой для проведения защитных мероприятий

Блок детектирования БДРГ-47Р

В России разработан и выпускается блок детектирования БДРГ-47Р и на его основе комплекс аварийного контроля КАРК-01Р, которые в полной мере соответствуют международным и российским требованиям к оборудованию контроля излучений в аварийных и послеаварийных условиях на атомных электростанциях при всех типах аварий.

Ионизационная камера и линия связи блока БДРГ-47Р

Блок детектирования БДРГ-47Р может входить в современные цифровые системы РК АЭС. Комплекс КАРК-01Р обеспечивает проведение аварийного контроля независимо от имеющихся систем РК



Блок электрометрический БИ-43Р и пульт индикационный УУМ-01Р



Область применения

- Контроль активности и состава аварийного выброса через неплотности защитной оболочки.
- Получение данных о состоянии активной зоны в случае радиационных аварий с разгерметизацией и/или плавлением топлива.
- Получение данных о потере теплоносителя в случае радиационных аварий.
- Контроль действий оператора в аварийный и послеаварийный периоды.
- Контроль радиационной обстановки в защитной оболочке.

Основная задача

Основная цель и задача, решаемая путем использования датчика БДРГ-47Р – получение инструментальных данных о составе и активности аварийного выброса в случае тяжелой радиационной аварии с целью подготовки рекомендаций об экстренных мерах защиты населения

В настоящее время на АЭС отсутствуют средства измерений радиационных параметров, сохраняющие работоспособность в условиях тяжелой радиационной аварии и позволяющие получить указанную выше информацию

Основные характеристики аварийного датчика БДРГ- 47Р

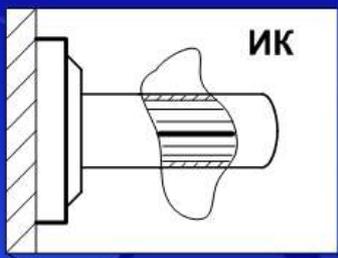
Верхнее значение рабочей температуры, °С	250 (1час), 207 (длительно)
Давление, МПа	0,7
Диапазон мощности дозы, Гр/час	от 10^{-5} до 10^5
Диапазон энергии, МэВ	от 0,06 до 8,0
Ход жесткости, %	<30, при $E < 3$ МэВ, +60, при $3 < E < 8$ МэВ

Основные преимущества блока БДРГ-47Р

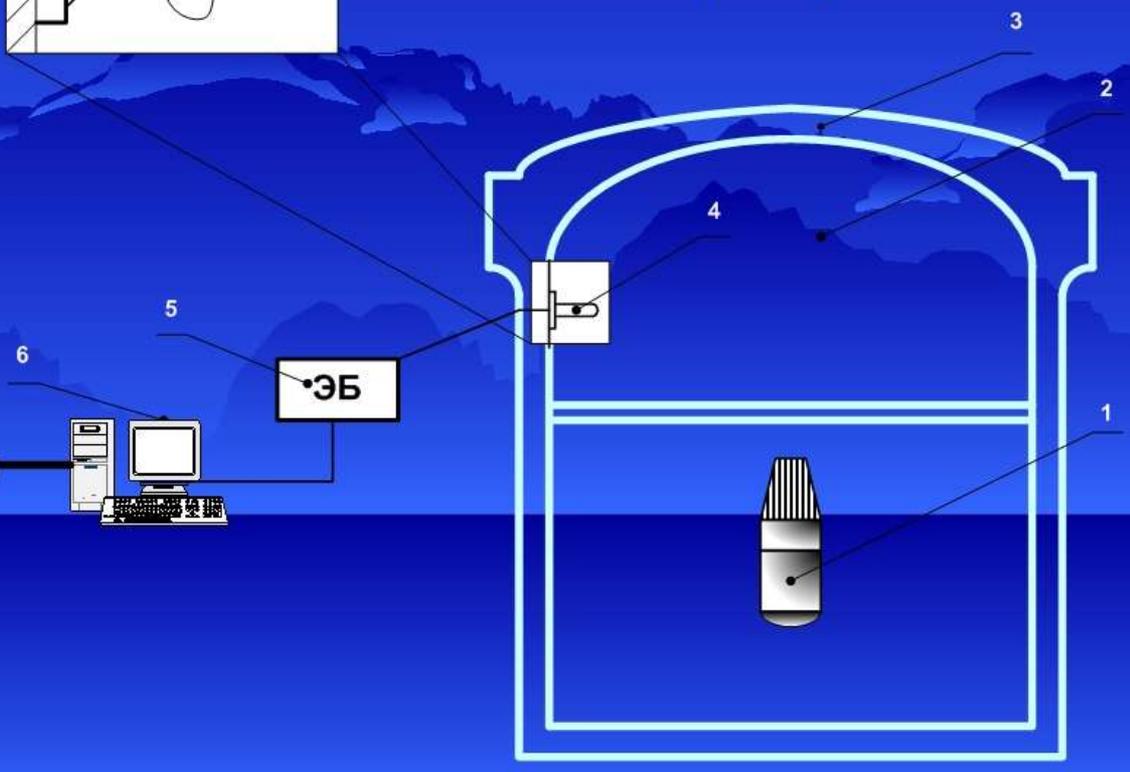
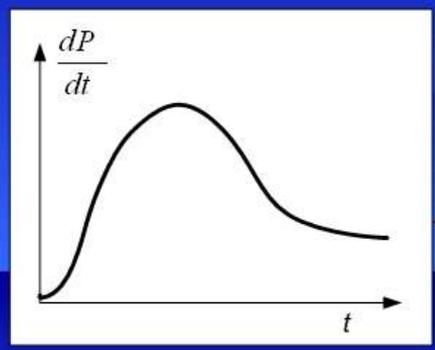
- 1) Сохраняет работоспособность в условиях максимально тяжелых запроектных авариях на АЭС с энергоблоками ВВЭР-1000 (температура 250 °С, давление 0,7 мПа)
- 2) Значение НПИ 30 мкГр/час позволяет использовать БДРГ-47Р в режиме нормальной эксплуатации и для всех типов аварий
- 3) Удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым МЭК 60951-3 к аварийным датчикам

Схема размещения и работы аварийного блока детектирования мощности дозы гамма-излучения БДРГ-47Р

В случае запроектной аварии на аварийный блок детектирования могут оказывать значительное влияние термический и компрессионный факторы. Температура может достигать 250°C в течение одного часа, до 207°C - может сохраняться до пяти часов при давлении паро-воздушной смеси 0,7 МПа



1. Реактор ВВЭР-1000
2. Защитная оболочка реактора
3. Корпус
4. Ионизационная камера БДРГ-47Р
5. Электронный блок
6. Система верхнего уровня АСРК



Блоки БДРГ-47Р на АЭС

ОАО «Концерн Росэнергоатом»

АЭС	Блок	Количество блоков
КЛН АЭС	1 - 4	по 3
КОЛ АЭС	2	2
РСТ АЭС	2	3
	3	4
НВ АЭС	3	2

Основные проблемы в использовании блоков БДРГ-47Р

- 1) Отсутствует нормативно-техническая документация, определяющая порядок использования аварийного датчика
- 2) Отсутствует методическое и программное обеспечение, позволяющее использовать информацию с блоков БДРГ-47Р для решения конкретных задач
- 3) Отсутствует рабочая документация по использованию информации с блоков БДРГ-47Р в условиях радиационной аварии
- 4) Данные с установленных на АЭС блоков БДРГ-47Р выводятся на центральный щит РК в необработанном виде
- 5) Персонал не подготовлен к использованию данных с блоков БДРГ-47Р в условиях радиационной аварии

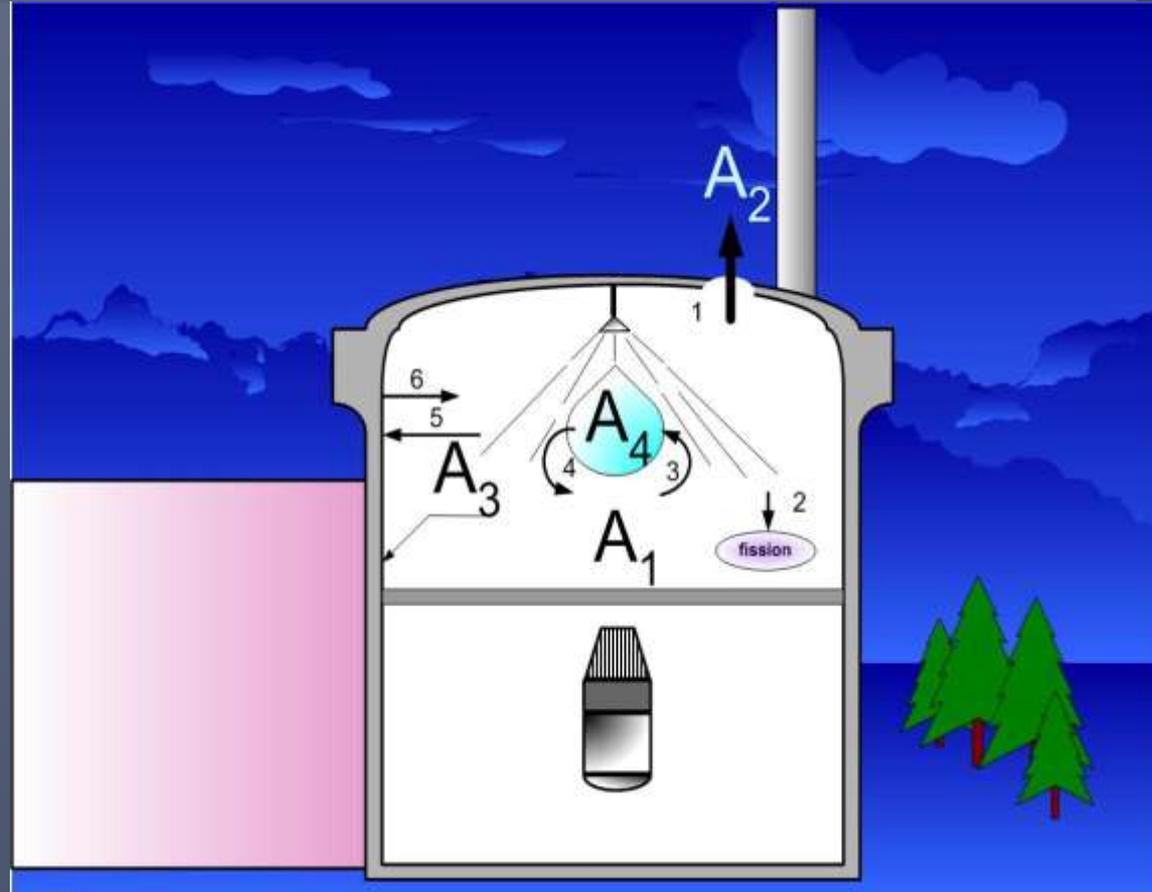
Программное средство “QUASAR”

Программное средство “QUASAR” предназначено для прогнозирования активности выброса при авариях на АЭС с ВВЭР по имеющемуся в распоряжении оперативного персонала минимальному набору данных (в том числе по показаниям аварийного датчика). ПС “QUASAR” прошло метрологическую экспертизу и аттестацию в системе Росстандарта с выдачей Свидетельства № 45090.9М142 и внесена в Реестр системы САРК.

Модель поведения радионуклидов под защитной оболочкой при аварии

Учитывает следующие процессы:

- выход ПД из активной зоны под защитную оболочку реактора;
- выброс в атмосферу;
- осаждение на поверхности;
- выведение спринклерной системой;
- десорбция летучих форм;
- выход радионуклидов йода из спринклерного раствора в газовую фазу;
- радиоактивный распад.



Программное средство “QUASAR”

Quasar

Программное средство “QUASAR”

Исходные данные

Параметры

Результаты

Загрузить сценарий

Сохранить сценарий

Сохранить результаты

Печать

Описание события

Степень повреждения активной зоны

плавление топлива
 разгерметизация твэлов

Спринклерная система функционирует
 момент включения спринклерной системы, с длительность функционирования, с

Исходные данные для расчета

Тип исходных данных

мощность дозы под защитной оболочкой
 степень повреждения активной зоны (процент плавления)

Число значений (1-10)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Время, с	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="300"/>	<input type="text" value="600"/>	<input type="text" value="1200"/>	<input type="text" value="1800"/>	<input type="text" value="2400"/>	<input type="text" value="3000"/>	<input type="text" value="3600"/>	<input type="text" value="4200"/>	<input type="text" value="5400"/>
МД, Гр/ч	<input type="text" value="8.7E+01"/>	<input type="text" value="2.6E+02"/>	<input type="text" value="4.4E+02"/>	<input type="text" value="6.1E+02"/>	<input type="text" value="7.0E+02"/>	<input type="text" value="7.9E+02"/>	<input type="text" value="8.7E+02"/>	<input type="text" value="7.9E+02"/>	<input type="text" value="7.0E+02"/>	<input type="text" value="6.1E+02"/>

Соотношение различных физико-химических форм йода под защитной оболочкой, %

Аэрозоли Молекулярная форма Органическая форма

Справка

Выход

Результаты расчетов

Форма 2

Результаты оценки источника выброса

Оценка длительности и эффективной высоты выброса

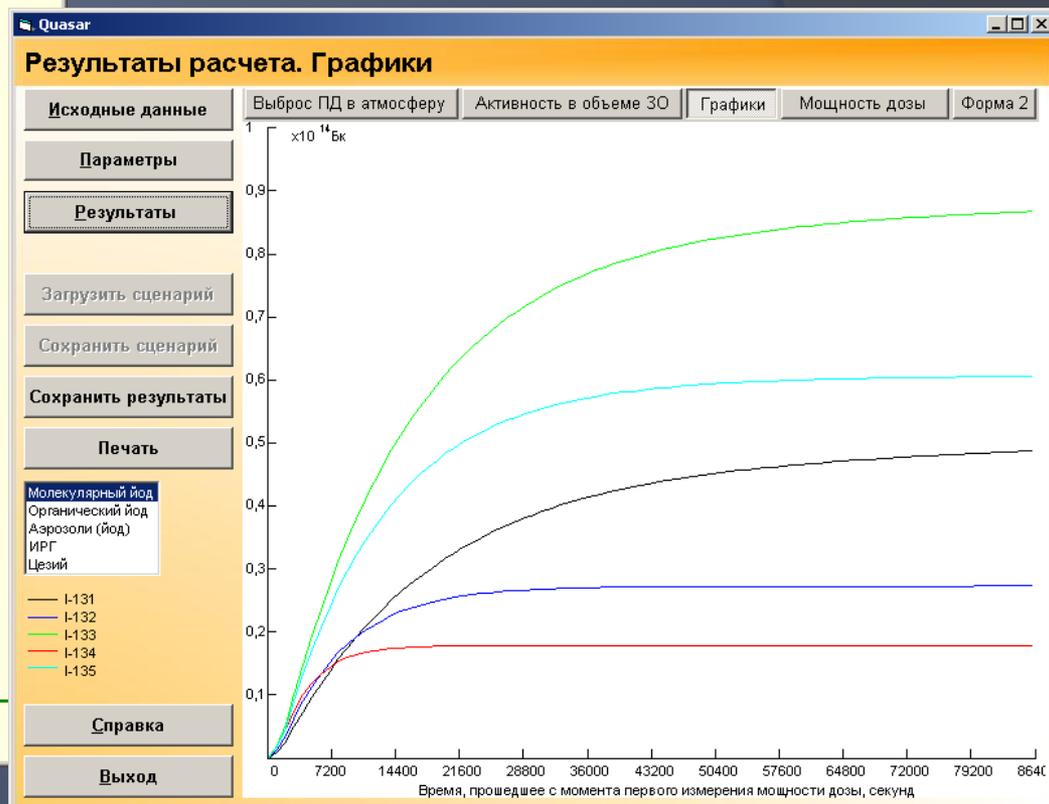
Эффективная высота выброса, м 50
 Время формирования выброса, с 100
 Длительность выброса, с 86400

Радионуклидный состав и активность выброса

I-131	5,2E+14
I-132	1,1E+14
I-133	7,7E+14
I-134	5,6E+13
I-135	3,8E+14
Kr-85m	9,6E+13
Kr-87	5,3E+13
Kr-88	1,8E+14
Xe-133	3,3E+15
Xe-135	3,5E+14
Xe-138	1,8E+13
Cs-134	5,5E+11
Cs-137	3,4E+11

Соотношение различных физико-химических форм йода в выбросе, %

Молекулярная	Органическая	Аэрозоль
1,1	98,8	0,2



Результаты расчетов по ПС “QUASAR”

- 1) радионуклидный состав и активность аварийного выброса (текущий выброс и прогноз)
- 2) степень повреждения активной зоны реактора (% плавления и % разгерметизации активной зоны)
- 3) прогноз радиационной обстановки в защитной оболочке
- 4) активность радионуклидов в воздухе защитной оболочки (текущий выброс и прогноз)
- 5) активность радионуклидов, осевшая на поверхность (внутреннюю) защитной оболочки (анализ и прогноз)

Задачи совершенствования противоаварийного контроля

- Включения ПС “QUASAR” в состав программного обеспечения аварийного датчика БДРГ-47Р
- Разработка методического и программного обеспечения, позволяющего максимально использовать возможности БДРГ-47Р в случае радиационной аварии
- Установка ПС “QUASAR”, использующего показания с БДРГ-47Р, в местах аварийного реагирования (БЩУ, аварийных центрах и др.)
- Разработка нормативно-технической и рабочей документации по использованию аварийного датчика БДРГ-47 с программным обеспечением, включающим ПС “QUASAR”, в случае радиационной аварии

Спасибо за внимание!

ОАО “ВНИИАЭС”

ОНМЦ радиационной безопасности,
экологии и охраны труда АС

Ферганская ул. Д.25

7-(495) – 376-15-44