



Работы в области ядерной энергетики

СОДЕРЖАНИЕ

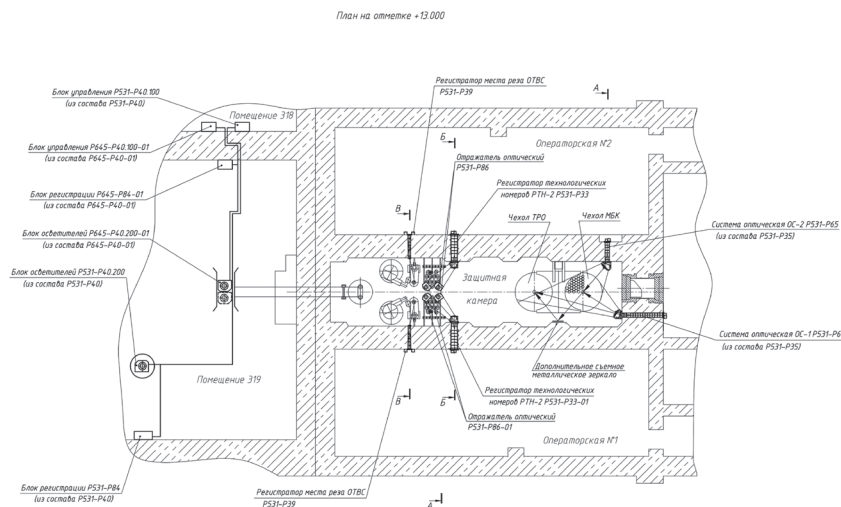
Работы в области ядерной энергетики

4

Радиационная безопасность
и контроль ЯМ

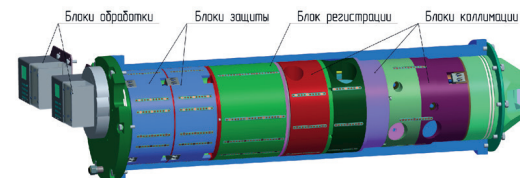
18

Автоматизированные системы оперативно-технического учета и контроля ядерных материалов (АСОТУиК ЯМ) для АЭС с РБМК



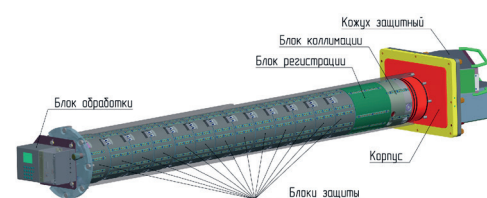
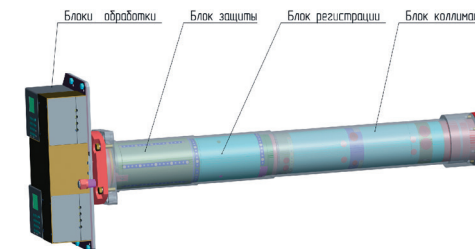
Назначение:

- повышение достоверности и оперативности учета и контроля ОЯТ в отделении разделки;
- обеспечение контроля заданных технологических параметров при разделке ОТВС и загрузке ОЯТ в МБК в отделении разделки;
- автоматический контроль выполнения технологических операций по обращению с ОЯТ по фактическому исполнению;
- повышение уровня технологической безопасности при обращении с ОЯТ;
- повышение качества организации управления технологическими процессами в отделении разделки.



Регистратор технологических номеров чехлов

Устройство входного контроля ОТВС

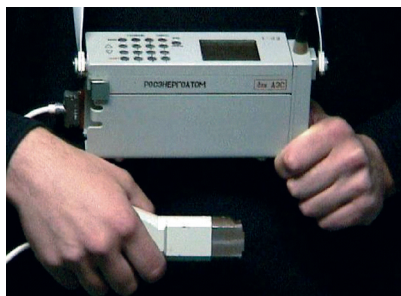
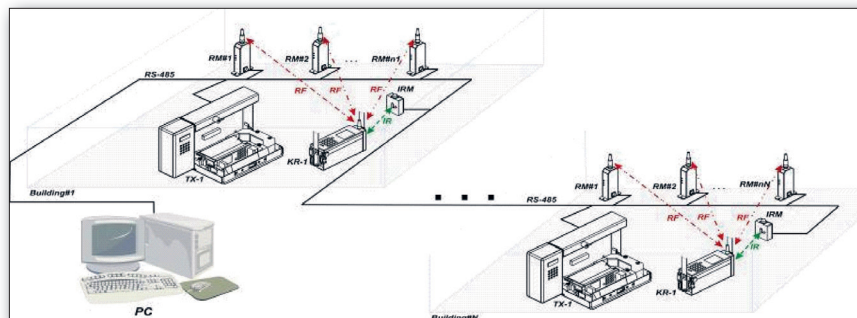


Оптическая подсистема ОС-1 из состава системы автоматического определения координат

Функции:

- регистрирует заводские номера ОТВС;
- осуществляет входной контроль ОТВС;
- автоматически считывает маркировки ампул с пучком ТВЭЛов (ПТ);
- осуществляет автоматическое наведение режущего инструмента фрезерного станка на просвет между ПТ;
- автоматически определяет координаты нижнего конца ампулы при загрузке чехла металлобетонного контейнера (МБК);
- автоматически контролирует центровку консольного крана;
- автоматически считывает маркировки чехлов МБК и твердых радиоактивных отходов;
- передает информацию по локальной сети на сервер.

Комплекс автоматического контроля за соблюдением технологического регламента контрольных операций при обращении с ядерными материалами (АРН-1)



Операционные возможности комплекса:

- формирование заданий персоналу на выполнение технологических и/или контрольных операций;
- последовательная пошаговая выдача заданий персоналу на мониторе переносного прибора и непрерывный контроль выполнения;
- непрерывная беспроводная связь с электронной базой данных;
- аппаратный контроль специализированных технологических номеров, устанавливаемых на все контролируемые объекты;
- аппаратный контроль оптических устройств индикации вмешательства (УИВ).

Мобильное устройство определения протечек Р641-Л12

Характеристики:

- локализация в бассейне выдержки с точностью 5 м² зоны протечки с расходом воды более 1 т/ч;
- контроль акустических шумов и расхода воды при перемещении пеналов с ОТВС из района детального поиска при протечке более 1 т/ч.

Четыре гидрофона
ГЗ304-10

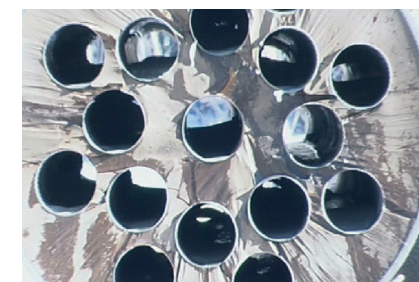
Ноутбук и анализатор
спектра А17-У4

Четыре усилителя
заряда АС-100



Материал-стабилизатор коррозионно-поврежденного ОЯТ энергетических установок

Самоотверждающийся материал-стабилизатор обеспечивает механическую фиксацию положения решетки чехловых труб ОТВС в заданном объеме, что повышает ядерную безопасность ОЯТ при подготовке к транспортировке и длительному хранению.



Карбид бора

- Используется для деталей ТВЭЛ, входящих в состав реактора БН-800 АЭС;
- получается методом высокотемпературного синтеза аморфного бора и углерода;
- имеет следующие технические характеристики:

Показатели	Норма, %
Массовая доля B_4C , не менее	96
Массовая доля $B_{общ}$, не менее	76
Массовая доля B_2O_3 , не более	0,1
Массовая доля $C_{общ}$, не менее	19,5
Массовая доля $C_{своб}$	0,2–1,6
Массовая доля Si, не более	0,15
Массовая доля Fe, не более	0,15
Гранулометрический состав:	
– фракция (1...50) мкм, не более	20
– фракция менее 1 мкм, не менее	80

Карбид бора особой чистоты

- Предназначен для изготовления деталей и композиционных материалов, к которым предъявляются требования по примесным элементам.
- получается методом высокотемпературного синтеза аморфного бора и углерода.

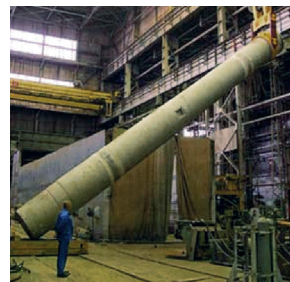
Химический состав	Массовая доля, %
Бор общий ($B_{общ}$), не менее	77,5
Углерод общий ($C_{общ}$), не менее	21,0
Примесные элементы, не более	0,05

Боропропиленовые защищающие слои транспортно-упаковочных контейнеров (ТУК)

Ядерная безопасность обеспечивается наличием защищающего слоя, обладающего способностью замедления и поглощения нейтронов, за счет использования боронаполненного материала. Защищающий слой обеспечивает надежное состояние упаковываемого изделия при транспортировке, а также после регламентированных аварийных воздействий. Гарантийный срок эксплуатации упаковки 30–50 лет. Рабочий температурный диапазон –50 – +38°C.

Разработка транспортных упаковочных комплектов (ТУК) для сухого хранения и перевозки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ)

- ТУК-84/1 для перевозки ОЯТ реакторов АМБ Белоярской АЭС с кассетами К-17 и К-35;
- ТУК-143 для транспортирования свинцово-висмутовых ОВЧ АПЛ типа «Альфа»;
- Эскизный проект упаковки типа «С» для транспортирования ОЯТ Билибинской АЭС воздушным транспортом;
- ТУК для транспортирования ОЯТ ВВЭР-1000 с повышенными обогащением (до 5,1%) и выгоранием (до 70 МВт·сут/кг U), отвечающий современным требованиям нормативной документации атомной энергетики, в т. ч. обладающий эффективной твердой нейтронной защитой собственной разработки.



Приемочные испытания
ТУК 84/1



ТУК 84/1 (длина 15 836 мм, диаметр рабочей части 1240 мм, диаметр до 1440 мм, вес пустого контейнера 92 559 кг)

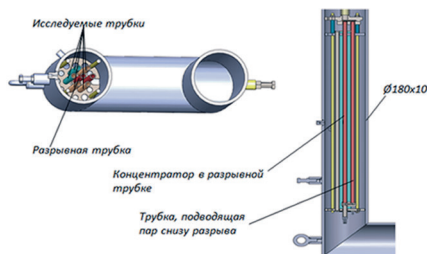
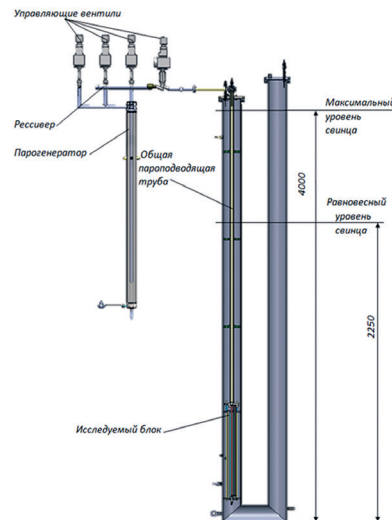
Разработки:

- технологии для обращения с ОЯТ при использовании ТУК;
- изготовление оборудования для обращения с ТУК;
- проведение исследований и обоснование безопасности перевозки ОЯТ в ТУК;
- проектирование, расчет демпферов;
- автоматизированные системы оперативно-технического учета и контроля при обращении с ядерными и другими материалами;
- разработка дистанционно управляемых систем оперативного поиска, осмотра и ликвидации протечек в облицовке бассейнов выдержки хранилища ОЯТ АЭС с РБМК.

Экспериментальное обоснование безопасности РУ БРЕСТ-ОД-300 при авариях с разрывами теплообменных труб парогенератора

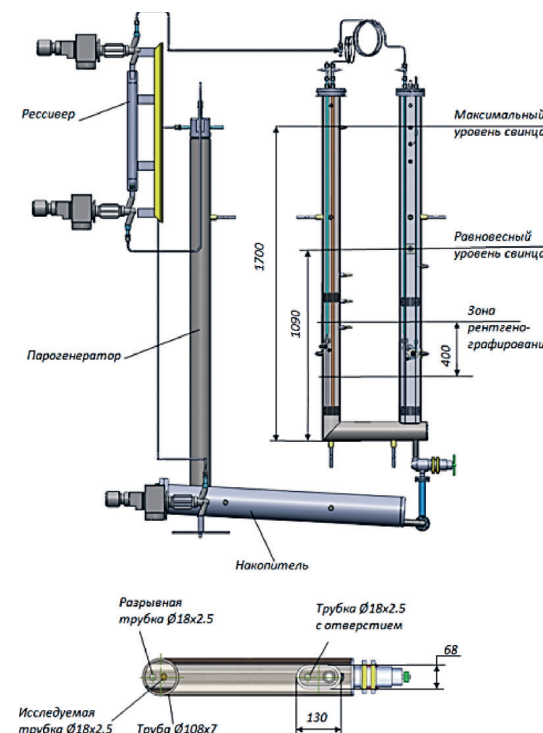
Определяющим фактором множественного разрыва остается разрыв соседних ТТ в результате воздействия силовых факторов разрыва одиночной трубы, в том числе с учетом их ослабления в результате фреттинга – износа или пропущенного дефекта. Для обоснования работоспособности ПГ необходимо всесторонне изучить развитие теплофизических процессов при одиночном разрыве ТТ.

Среди работ по обоснованию безопасности РУ БРЕСТ-ОД-300 с ПГ для выработки пара докритических параметров запланированы эксперименты по исследованию теплогидравлических и механических процессов на стадии наиболее интенсивного воздействия ударной волны при разгерметизации теплообменных труб. Программа экспериментов разработана ОАО «НИКИЭТ» совместно с ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ» и предполагает проведение двух серий экспериментов в РФЯЦ-ВНИИТФ. Первая серия экспериментов – методические, целью которых является формирование базы данных результатов экспериментов для верификации и валидации математических моделей, описывающих теплофизические и механические процессы в ПГ РУ БРЕСТ-ОД-300 при разгерметизации теплообменной трубы. Вторая серия экспериментов – демонстрационные. Целью демонстрационных экспери-



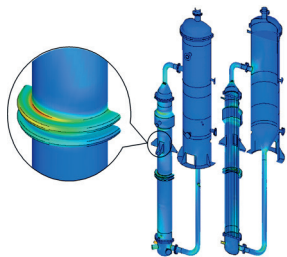
ментов является доказательство невозможности перерастания одиночного разрыва трубы ПГ РУ БРЕСТ во множественный путем моделирования явления в условиях, максимально приближенных к натурным. Результаты измерений, полученные в ходе

демонстрационных экспериментов, будут использованы при верификации численных моделей, предназначенных для описания физических процессов, которые могут происходить в ПГ при разрыве теплообменной трубы. Стенды разрабатываются в НКО-6. Исследования проводятся на экспериментальной базе РФЯЦ-ВНИИТФ. К настоящему моменту изготовлено оборудование и проведен монтаж модельного стенда, на котором начаты серии пусконаладочных работ. Численным моделированием определены параметры геометрических концентраторов в разрываемой трубке, параметры возникающей ударной волны и прочность элементов модельного и демонстрационного стендов для различных случаев нагружения. Методические эксперименты запланированы на первую половину 2013 г., демонстрационные эксперименты планируется провести в конце 2013 г., после изготовления и наладки стенда.

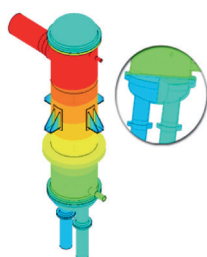


Анализ полученных данных позволит сделать заключение о теплогидравлических процессах, протекающих в свинце при истечении пароводяной смеси при параметрах близких к эксплуатационным в ПГ РУ БРЕСТ-ОД-300. Помимо этого, результаты экспериментов позволят оценить состояние теплообменных труб после их нагружения ударной волной и перепадом давления, а также сформировать базу данных для разработки и верификации расчетных средств для моделирования аварийных процессов в ПГ при возникновении межконтурной течи.

Обоснование прочности и ресурса работы элементов оборудования атомных электростанций



Характер распределения напряжений в допаривателе при сейсмическом воздействии



Характер распределения тепловых нагрузок в конденсаторе



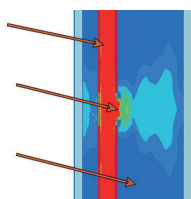
4-я форма собственных колебаний допаривателя

Моделирование процесса аварийного разрыва теплообменной трубки с площадью образуемого дефекта

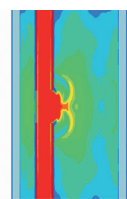
Трубка с паром

Зона разрыва

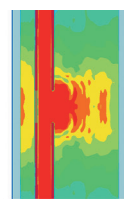
Свинец



340 мс



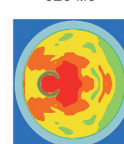
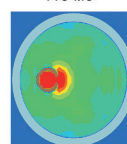
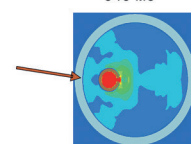
410 мс



520 мс

Продольный разрез

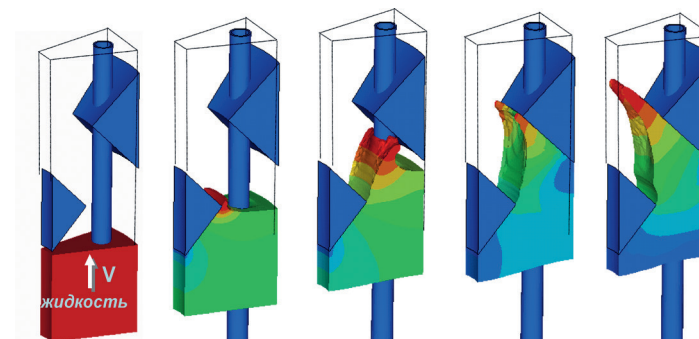
Корпус сосуда



Поперечный разрез

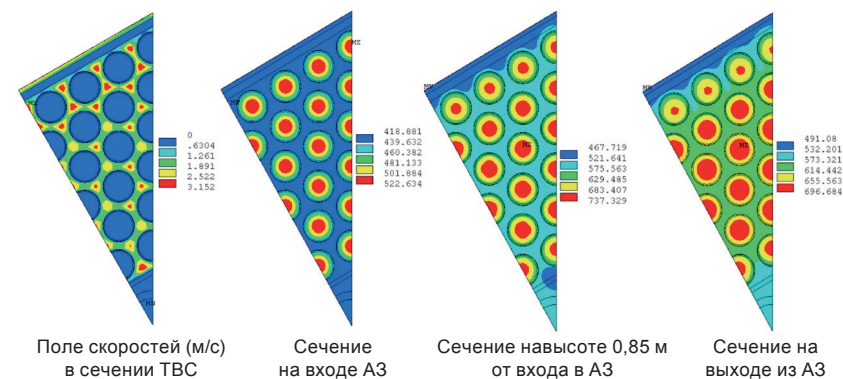
Численное моделирование поведения жидкости в корпусе растворного импульсного реактора с помощью метода независимых переменных Лагранжа–Эйлера

Характер движения жидкости в импульсном жидкостном реакторе



Термогидравлические и термомеханические расчеты

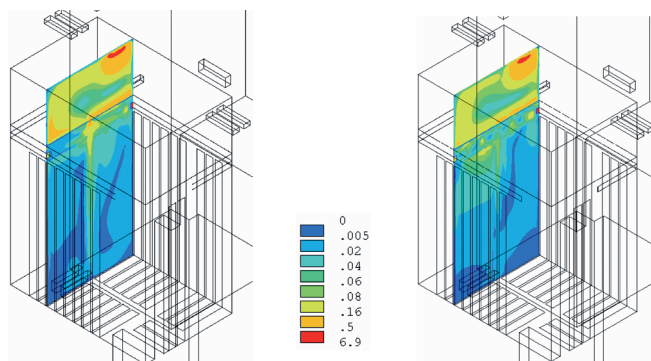
Температурное поле (°C) активной зоны ТВС для различных сечений



Расчеты для реакторной установки БРЕСТ-ОД-300

Тепловые и аэродинамические расчеты системы вентиляции опорожненных бассейнов выдержки отработанного ядерного топлива (ОЯТ)

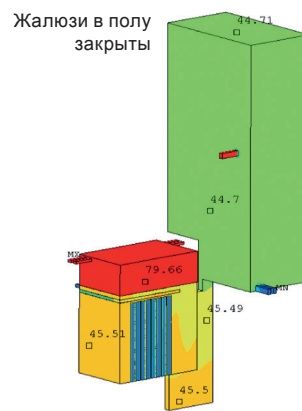
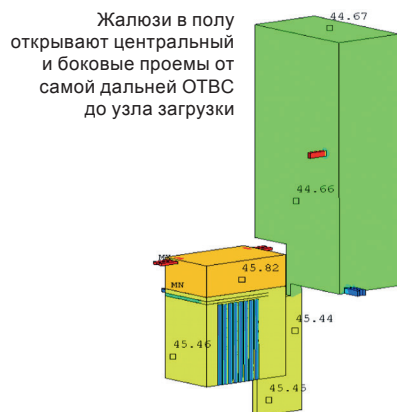
Распределение скоростей воздуха (м/с) в одном из сечений по оси X реакторов АМБ-100 и АМБ-200 Белоярской АЭС



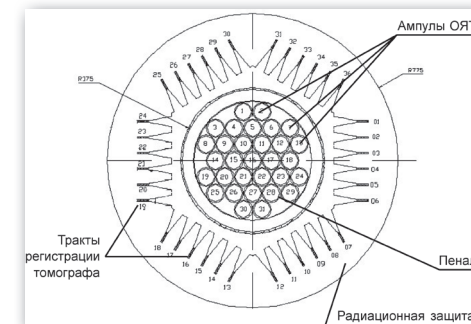
Жалюзи в полу открывают центральный проем и боковые проемы от самой дальней ОТВС до узла загрузки

Жалюзи в полу закрыты

Распределение превышения давления (Па) воздуха в бассейне и в контейнерной над давлением воздуха во входном коробе вытяжной вентиляции

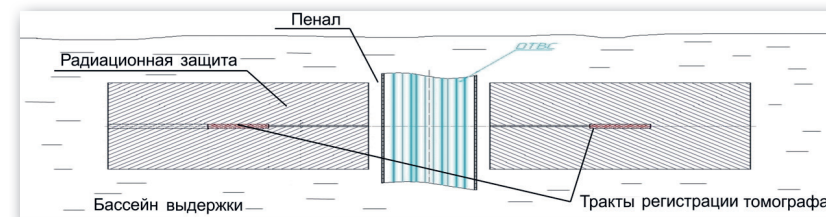


Эмиссионный томограф индивидуального контроля состояния ОТВС в пеналах долговременного хранения



- групповой контроль загруженного многоместного пенала;
- определение степени выгорания ОЯТ в каждой из ампул;
- увеличение пропускной способности «горячей» камеры комплектования пеналов.

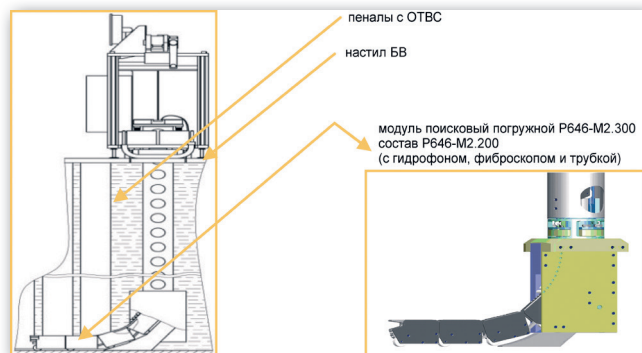
Эмиссионный томограф контроля состояния ОТВС в пеналах бассейнов выдержки



Возможность выявления следующих дефектов ОТВС:

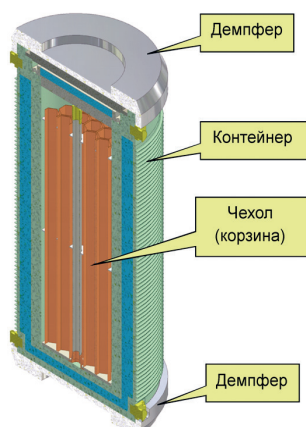
- превышение внешнего диаметра ОТВС над допустимым;
- недопустимое искривление ОТВС;
- уменьшение зазора между пучками ТВЭЛ до недопустимого;
- нарушение целостности ТВЭЛ;
- наличие просыпи.

Радиационно стойкий длинномерный фиброскоп



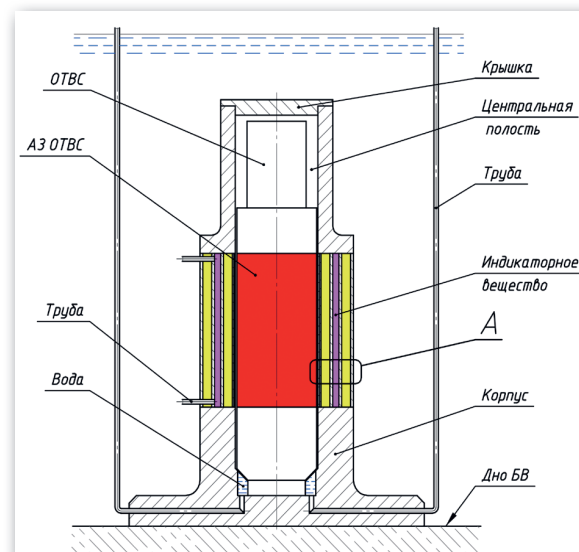
Радиационно стойкий длинномерный фиброскоп с интеллектуальной обработкой и коррекцией изображений предназначен для контроля состояния облицовки бассейнов выдержки АЭС.

ТУК на базе «рулонированной» технологии и оборудование для транспортирования и хранения ОЯТ реакторов типа АМБ РБМК и Билибинской АЭС



- технологии и оборудования для безопасного обращения и хранения ОЯТ (в том числе коррозионно-поврежденного);
- обоснования безопасности перевозки отработанного топлива;
- технологии и оборудования для осушки ОЯТ;
- технологии стабилизации геометрических параметров коррозионно-поврежденного ОЯТ реакторов АМБ, ЭГП, РБМК, ВВЭР, АПЛ при его транспортировании и длительном сухом хранении;
- технологии контролируемого длительного хранения ОЯТ.

Разработка технологии и оборудования для контроля фактического выгорания ОЯТ реакторов ВВЭР-1000 на основе нейтронно-активационного способа

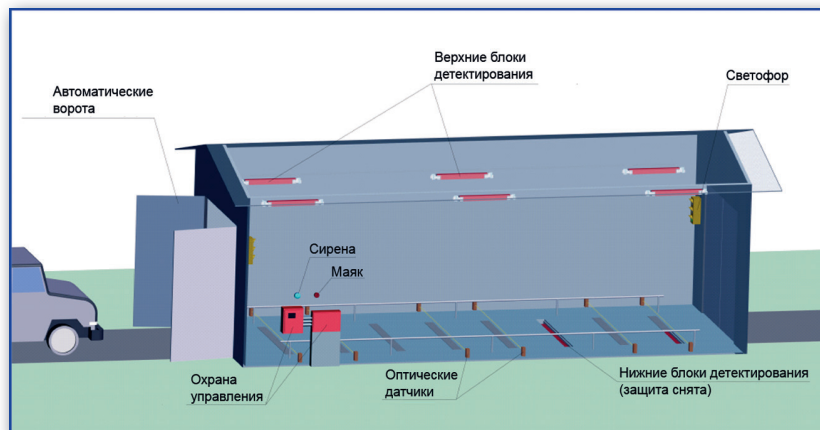


Способ основан на использовании индикаторного вещества, располагаемого вокруг ОТВС. Использование метода существенно уменьшает погрешность нейтронных измерений по сравнению с другими методами.

Создание автоматизированной системы оперативно-технического УиК ЯМ для АЭС с ВВЭР, БН и производства МОКС-топлива

Технологии автоматического распознавания заводских номеров отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) и идентификации различных объектов по их невоспроизводимым уникальным особенностям могут быть использованы для автоматизации учета и контроля топлива на всем «жизненном цикле» от производства до перевода на сухое хранение для АЭС с ВВЭР, БН, а также при производстве МОКС-топлива.

Монитор порталный транспортный с остановкой



Монитор представляет новое поколение мониторов и предназначен для применения на радиационно опасных объектах Росатома, включая АЭС и хранилища ЯМ, ОЯТ.

- Полностью автоматический длительный режим работы с периодической оптической самокалибровкой.
- Автоматическое управление движением транспорта.
- Качественное определение типа ядерного материала и его расположения.
- Автоматическая коррекция режима работы монитора при выходе из строя части блоков детектирования.
- Габариты транспортного средства не более 12 100×3200×4500 мм.
- Эксплуатация при температуре от -50 до +45°C.
- 4 часа работы при отключении питания.
- Внутренняя энергонезависимая память и интерфейс внешней связи.

Переносная система для радиационного обследования местности

Портативный сцинтилляционный гамма-спектрометр с дополнительно подключаемыми блоками детектирования альфа- и бета-излучения, предназначенный для радиационного сканирования местности с привязкой координат по системе GPS с целью:

- поиск, обнаружение и определение дозовых и спектральных характеристик техногенных источников гамма-излучения (точечных и площадных);
- определение наличия в точке измерения поверхностного загрязнения альфа- и бета-активными нуклидами;
- визуализация радиационной обстановки на электронной карте в режиме реального времени;
- проведение учений в полевых условиях с использованием модели виртуальной радионуклидной аномалии или радиоактивного загрязнения местности.

Общий вес оборудования	около 7 кг
Время работы от аккумуляторов	12 ч
Диапазон рабочих температур	от -30 до +50 °C
Относительная влажность воздуха	до 98 %
Детектор	NaI(Tl) 63×63 мм
Диапазон энергии	20 кэВ – 3 МэВ
Число каналов АЦП	512 (возможен вариант 1024)
Относительное энергетическое разрешение по гамма	линии 662 кэВ не хуже 9%

Переносная система для радиационного обследования местности

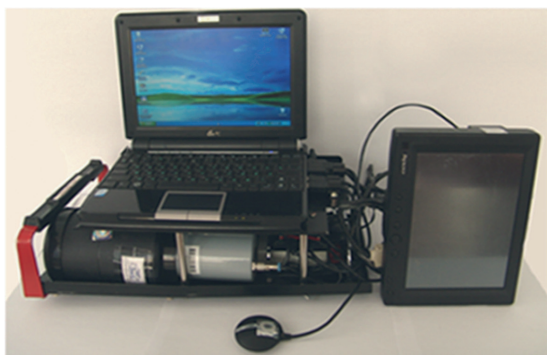


Программное обеспечение переносной системы для радиационного обследования местности

Программа осуществляет управление блоками детектирования, считывание данных с блоков детектирования, привязку к географическим координатам, их обработку и визуализацию на электронной карте местности.

Функции элементов управления программы:

- запуск, выключение GPS-приемника;
- запуск, остановка измерения МЭД гамма - излучения;
- набор и обработка спектра гамма-излучения;
- измерение плотности потока бета-частиц в точке замера;
- измерение плотности потока альфа-частиц в точке замера;
- автоматическое запоминание результатов измерения через определенный промежуток времени или заданное расстояние и визуальное отображение на карте местности;
- сохранение проведенных измерений;
- загрузка и визуальное отображение на карте местности ранее произведенных измерений;
- моделирование виртуального точечного или площадного источника гамма-излучения;
- моделирование виртуального площадного радиоактивного загрязнения альфа- и бета-активными радионуклидами.

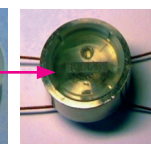
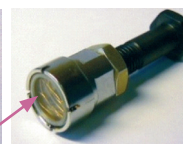
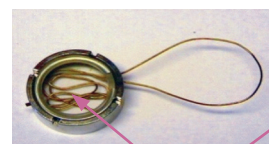


Устройства индикации вмешательства (УИВ)

Современные типы УИВ (например, оптические: Кобра, ОПП-1М, ЗП-1) предоставляют возможность применения объективных средств контроля их целостности – автоматических портативных устройств идентификации УИВ.

Оптическая петлевая пломба ОПП-1М

Запорно-пломбировочное устройство ЗП-1



Идентификационный признак – оптическое изображение случайным образом деформированной проволоки

Оптическая печать ОП-1

Оптическая тросовая пломба ОПТС-2



Активная оптоволоконная пломба ОВП-1 непрерывного группового контроля единиц хранения

Модернизированная пломба 6×0,75×22 ОСТ 95 2721

Автоматизированные системы контроля состояния УИВ позволяют:

- понизить вероятность ошибочных записей;
- автоматически архивировать в соответствующих базах данных все произведенные операции и их результаты;
- контролировать не только состояние УИВ, но и действия персонала, выполняющего операции пломбирования.

Уникальная фактура поверхности

Пломба после установки



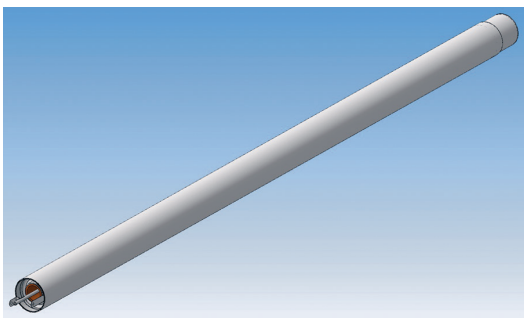
Пломба в состоянии поставки

Идентификационный номер для визуального и аппаратного контроля

Низкофоновый счетчик «СИНАРА-1000»

Предназначен для проведения нейтронных измерений в составе аппаратуры регистрирующих комплексов и измерительных устройств и может быть использован для:

- регистрации тепловых и медленных нейтронов;
- регистрации малых нейтронных потоков в физических экспериментах;
- применения в системах мониторинга делящихся веществ в окружающей среде;
- применения в аппаратуре дозиметрического контроля.



Вес – не более 550 г. Рекомендуемое рабочее напряжение постоянного тока питания на выводах счетчика – (650 ± 15) В.

Основные характеристики:

- напряжение питания – (650 ± 15) В;
- амплитудное разрешение по пику тепловых нейтронов – не более 10%;
- собственный фон счетчика – не более 0,01 имп./с;
- эффективность регистрации тепловых нейтронов – не менее 70%;
- относительная чувствительность счетчика к тепловым нейтронам – в диапазоне от 0,9 до 1,1;
- смещение пика полного поглощения тепловых нейтронов в амплитудном спектре от первоначального значения – не более 5%.

Счетчик рассчитан на работу в условиях эксплуатации по ГОСТ РВ 20.39.304-98 для объектов наземного, авиационного и морского базирования. Минимальная наработка счетчика на отказ (в установленных рабочих режимах и условиях эксплуатации) – не менее 10 000 ч.

Назначенный срок службы – не менее 12 лет.

Разработка и изготовление высокоэффективных счетчиков нейтронов (^3He) и систем регистрации на их основе

Область применения:

1. Радиоэкология и радиационная разведка:

- обнаружение природных радиационных аномалий;
- локализация техногенных источников излучения;
- регистрация малых нейтронных потоков.

2. Контроль несанкционированного перемещения радиоактивных веществ и делящихся материалов:

- мобильные и стационарные пункты радиометрического контроля грузов, транспортных средств, пассажиропотока на транспортных узлах;
- противодействие радиационному терроризму.

Преимущества:

- лучшие характеристики по регистрации нейтронного излучения;
- широкий ассортимент габаритов счетчиков.

Создание опытного образца измерительного комплекса на борту беспилотного летательного аппарата для сканирования радиационных полей на больших территориях и работ в очагах радиационных аварий

Комплекс является дополнительным современным инструментом контроля радиационной обстановки на больших территориях, в том числе при возникновении аварийных ситуаций без переоблучения персонала, при поисках утраченных источников излучения и для обнаружения незаявленной ядерной деятельности. Применение комплекса позволит более оперативно получать информацию о радиационной обстановке на больших территориях и проводить радиационную разведку в очагах аварий на радиационно опасных объектах.

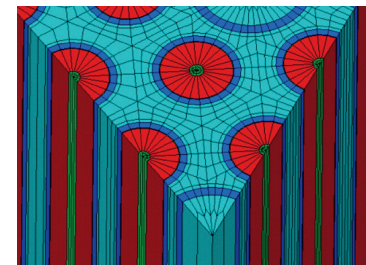


Разработка оборудования и технологии перетаривания моначитового концентрата, изготовление и испытание контейнера для его хранения

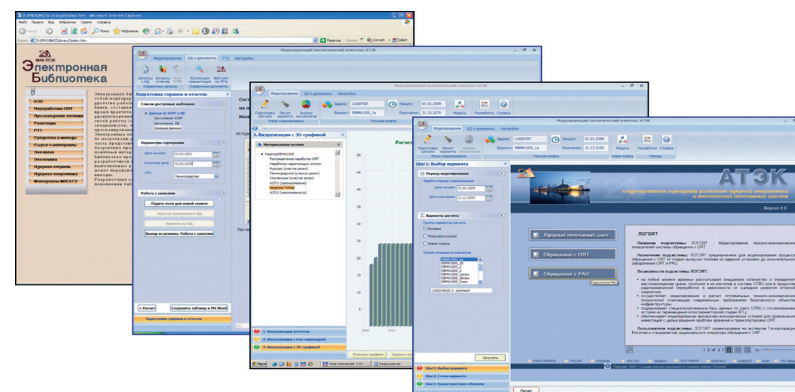


Проведение расчетов нейтронно-физических характеристик реакторов ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200 по программе, реализующей метод Монте-Карло

Фрагмент конечно-элементной модели расчетной области



Создание ПО для моделирования ядерного энергетического комплекса с замкнутым топливным циклом быстрых реакторов, разработка математической модели деятельности ОДЦ и т. д.



- Техническое перевооружение объектов технологического центра и информационной сети управляемого термоядерного синтеза ОАО «НИКИЭТ»;
- Разработка систем мониторинга энергетической эффективности магистрального транспорта природного газа и мониторинга выбросов загрязняющих веществ.

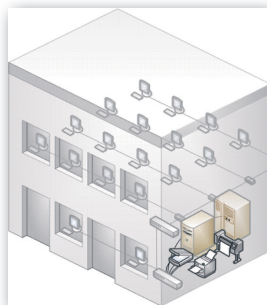
Создание компьютерных автоматизированных систем (АС), в том числе защищенных

Для заметок

Создание (модернизация) автоматизированных систем (АС), в том числе АС в защищенном исполнении для обработки информации ограниченного доступа:

- разработка архитектуры АС в соответствии с требованиями Заказчика;
- подбор средств вычислительной техники, программного обеспечения и средств защиты информации;
- подготовка помещений для размещения технических средств АС (обеспечение климатических условий, решение вопросов электропитания, пожаробезопасности и физической охраны);
- монтаж оборудования, установка и настройка программного обеспечения и средств защиты информации;
- проведение специальных исследований и специальных проверок технических средств АС, проведение объектовых исследований;
- установка, монтаж, наладка, испытания и сервисное обслуживание технических средств защиты информации по каналам ПЭМИН;
- разработка комплекта организационно-распорядительной, рабочей и эксплуатационной документации в соответствии с требованиями нормативных документов (ГОСТ, РД и др.);
- подготовка АС к аттестации на соответствие требованиям безопасности информации и проведение аттестационных испытаний АС с выдачей аттестата соответствия.

Работы проводятся в соответствии с аттестатом аккредитации органа по аттестации и лицензиями на осуществление мероприятий и оказание услуг в области защиты как государственной тайны, так и конфиденциальной информации.



The background of the entire page is an abstract, low-poly geometric pattern in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. The pattern consists of numerous triangles and polygons of different sizes, creating a textured, crystalline effect.

456770, г. Снежинск, Челябинской области,
ул. Васильева, 13, РФЯЦ—ВНИИТФ

Тел.: 8 (35146) 5-26-01
8 919 301-74-32

E-MAIL: REKLAMA@VNIITF.RU

WWW.VNIITF.RU