

Системы контроля и управления для АЭС  
с ВВЭР на базе программно-технических  
средств "Крузиз"

ООО «ИФ СНИИП АТОМ»

Кужиль Александр Семенович –

[kuzil@list.ru](mailto:kuzil@list.ru)

моб. +7 915 086 16 22

## **ПТС «Круиз»-комплексная разработка, включая:**

- **Разработка и развитие комплекса программ для моделирования характеристик активной зоны и энергоблока**
- **Разработка и развитие библиотеки программ для конфигурирования ПО систем контроля и управления ответственными объектами**
- **Разработка и развитие отказоустойчивой аппаратуры СК-03, обеспечивающей конфигурирование под конкретные системы контроля и управления**
- **Разработка и развитие комплексов специального оборудования (КСО), обеспечивающей конфигурирование вычислительных комплексов под конкретные системы контроля и управления**

# Основные элементы ПТС «Круз»:»:

- Программная платформа «Круз», в том числе для конфигурирования ПО ВК СКУ. Класс безопасности 3Н по ОПБ. Программное обеспечение «Круз» предназначено для обеспечения выполнения всех информационных, управляющих и защитных функций СКУ. Референтность более 150 реакторных лет.
- аппаратура СК-03 по техническим условиям ЕМКП.501319.400 ТУ. Класс безопасности 2НУ по ОПБ. Аппаратура СК-03 предназначена для приема, обработки сигналов от датчиков, передачи информации в вычислительный комплекс и формирования сигналов управления и защиты. Референтность аппаратуры СК-03 более 80 реакторных лет.;
- комплект специального оборудования (КСО) по техническим условиям ЕМКП 466453.401- ТУ. Класс безопасности 3Н по ОПБ. КСО предназначен для комплексирования вычислительного комплекса СКУ. Референтность КСО более 100 реакторных лет.;

# Особенности Платформы Круиз для СКУ

## 1 Применение технологических моделей на всех этапах жизненного цикла СКУ

- Применение технологических моделей на этапе разработки СКУ
- В составе ПО СКУ для повышения качества контроля
- В составе ПО СКУ для диагностики недостоверной информации
- В составе ПО СКУ для прогнозирования развития технологических процессов
- В составе ПО СКУ для интеллектуальной поддержки оператора

## 2. Особенности общей концепции СКУ

- Возможность конфигурировать технические и программные средства под задачи конкретных подсистем АСУТП
- В основе циклический опрос и циклическая обработка информации
- Отказоустойчивый однократного ввода сигналов датчиков с высокими метрологическими характеристиками и привязкой к мировому времени
- В основе дублированная структура
- Возможность построения распределенной архитектуры
- Возможность формирования управляющих сигналов в вычислительном комплексе
- Реализация комплекса мероприятий по защите технического и программного обеспечения от отказа по общей причине
- Возможность обеспечения разнообразия в технической платформе
- Сохранение качества измеренной информации при контроле и представлении
- Обеспечение качественного контроля за трендами технологических параметров

# Отличительные особенности аппаратуры СК-03

- Дублированная структура, включая измерительные каналы, управляющие контроллеры, программное обеспечение, источники питания, каналы передачи данных.
- Использование индивидуальных измерительных каналов с гальваническим разделением для каждого входного сигнала.
- Единичный отказ в любом из узлов или модулей может привести к потере лишь одного сигнала датчика.
- Непрерывный и периодический контроль исправности технических и программных средств.
- Проверка и калибровка измерительных каналов установленных модулей без останова остального оборудования.
- Бесперебойное питание с аккумуляторной поддержкой, время автономной работы - не менее 30 мин .
- Потребляемая мощность - не более 0.35 кВт на один приборный шкаф.
- Встроенный самоконтроль и диагностика до сменного модуля и отдельного канала.
- Автоматический контроль ошибочных установок и подключений.
- Возможность "горячей" замены модулей.
- Автоматизированный контроль и настройка метрологических характеристик.

# **Программное обеспечение (ПО) на базе Библиотеки программных средств «Круз» (программный комплекс -ПК)**

- **Разработано в соответствии с МЭК 62138 и МЭК 60880 (приложение 2)**
- **ПО (на базе библиотеки программных средств «Круз») внедрено в составе ВУ СКУ АЭС и выполняет функции, важные для безопасности, на 8 энергоблоках АЭС в России и на 16 зарубежных энергоблоках АЭС.**
- **На программное обеспечение, конфигурируемое на базе библиотеки программных средств «Круз» получен АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ номер 408 от 8.12.2016 года**
- **ПО может конфигурироваться под практически любую архитектуру вычислительного комплекса. Обеспечена возможность децентрализованной и централизованной обработки и данных с настраиваемым распределением функций между узлами сети.**
- **Программное обеспечение мультиплатформенное, предусмотрена возможность использования разных операционных систем.**
- **В прикладном ПО предусмотрена возможность параллельной реализации расчетных функций разными программными модулями с последующим сравнение результатов.**
- **Прием данных от измерительной аппаратуры, обработка данных и представление результатов реализованы в цикле (по принципу «все всегда»). Поэтому информационные потоки, обеспечивающие контроль текущего состояния и управление объектом не зависят от режима работы объекта контроля.**
- **В состав ПК входит программный код для моделирования активной зоны и энергоблока.**

**Условная информационная мощность -до 3 миллионов контролируемых параметров, до 100 тысяч управляемых объектов и до тысячи регуляторов**

**Информационные потоки- до 1 млн параметров в секунду во всех режимах.**

**Реализованный САПР, обеспечивает возможность, в том числе:**

- **конфигурирования ПО;**
- **корректировки баз данных;**
- **генерации алгоритмов автоматического управления;**
- **генерация схем для целей теплофизического расчета;**
- **генерации шаблонов видеок кадров и бланков печати,**
- **привязки динамических данных с сгенерированным шаблонам;**

**Типовое время реакции ВУ СКУ (во всех режимах):**

- **Вызов видеок кадра - 1 секунда**
- **Вывод протокола - порядка 10 тысяч записей в секунду**
- **Вывод справки - 1 секунда**
- **Выборка данных из оперативного архива со скоростью - от 10 до 100 тысяч записей в секунду**

# Контроль активной зоны

## Комплексная разработка ПТК СВРК

Разработанное и внедренное ПО ВУ СВРК по количеству контролируемых параметров (до трех миллионов), потокам данных и сложности обработки данных превосходит требования к ВУ других подсистем СКУ.

В состав ПК входит два варианта для расчета ядернофизических процессов, оба варианта аттестованы Ростехнадзором, каждый из вариантов обеспечивает возможность крупносеточного (на уровне кассеты) и мелкосеточного (на уровне ТВЭЛа) расчета активных зон реакторов ВВЭР.

В составе ПК реализован спектральный расчет для подготовки используемых в расчете ядернофизических процессов мало групповых нейтронно-физических констант (аттестован Ростехнадзором).



# Примеры реализации подсистем АСУТП на базе ПТС «Крузиз»

- ПТК СВРК –более 20 энергоблоков ВВЭР
- ПТК НУ ИВС (3 блок Кол АЭС)
- Верхний уровень системы контроля и управления пожарной защиты и вентиляции АЭС (1 и 2 блоки АЭС в Китае)
- Система контроля и управления станционной насосной станцией (АЭС в Китае)
- Система «Черный ящик» (1 и 2 блоки АЭС в Китае)
- Система информационной поддержки оператора ( 1 блок Ростовской АЭС)
- Системы контроля турбогенератора ( 1 блок Ростовской АЭС)
- интегрированный ПТК ИВС НВАЭС-4 (включая функции ИВС, СВРК, СППБ и «Черный ящик») – в стадии изготовления
- Макет системы интеллектуальной поддержки оператора на НВАЭС-6

# Заключение

- На базе платформы Круиз могут быть реализованы подсистемы СКУ НЭ АЭС с ВВЭР, а также и специализированные подсистемы типа СВРК
- Для действующих и строящихся блоков АЭС с ВВЭР на базе платформы Круиз может быть обеспечено повышение качества верхнего уровня СКУ АЭС за счет обеспечения разнообразия в ПО ВУ и реализации системы интеллектуальной поддержки оператора на основе моделей технологического процесса.
- Для действующих и строящихся блоков АЭС с ВВЭР на базе платформы Круиз может быть обеспечено повышение качества СВРК, в том числе за счет обеспечения разнообразия в ПО СВРК

# Спасибо за внимание

Кужиль Александр Семенович –

[kuzil@list.ru](mailto:kuzil@list.ru)

моб. +7 915 086 16 22