



РОСЭНЕРГОАТОМ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДИВИЗИОН РОСАТОМА



Информационно - аналитическая системы подсистема аналитического уровня ЭНК металла оборудования и трубопроводов АЭС

ООО «НПП «Сигма ИТ»

д.т.н. Александров Александр Евгеньевич

www.rosenergoatom.ru

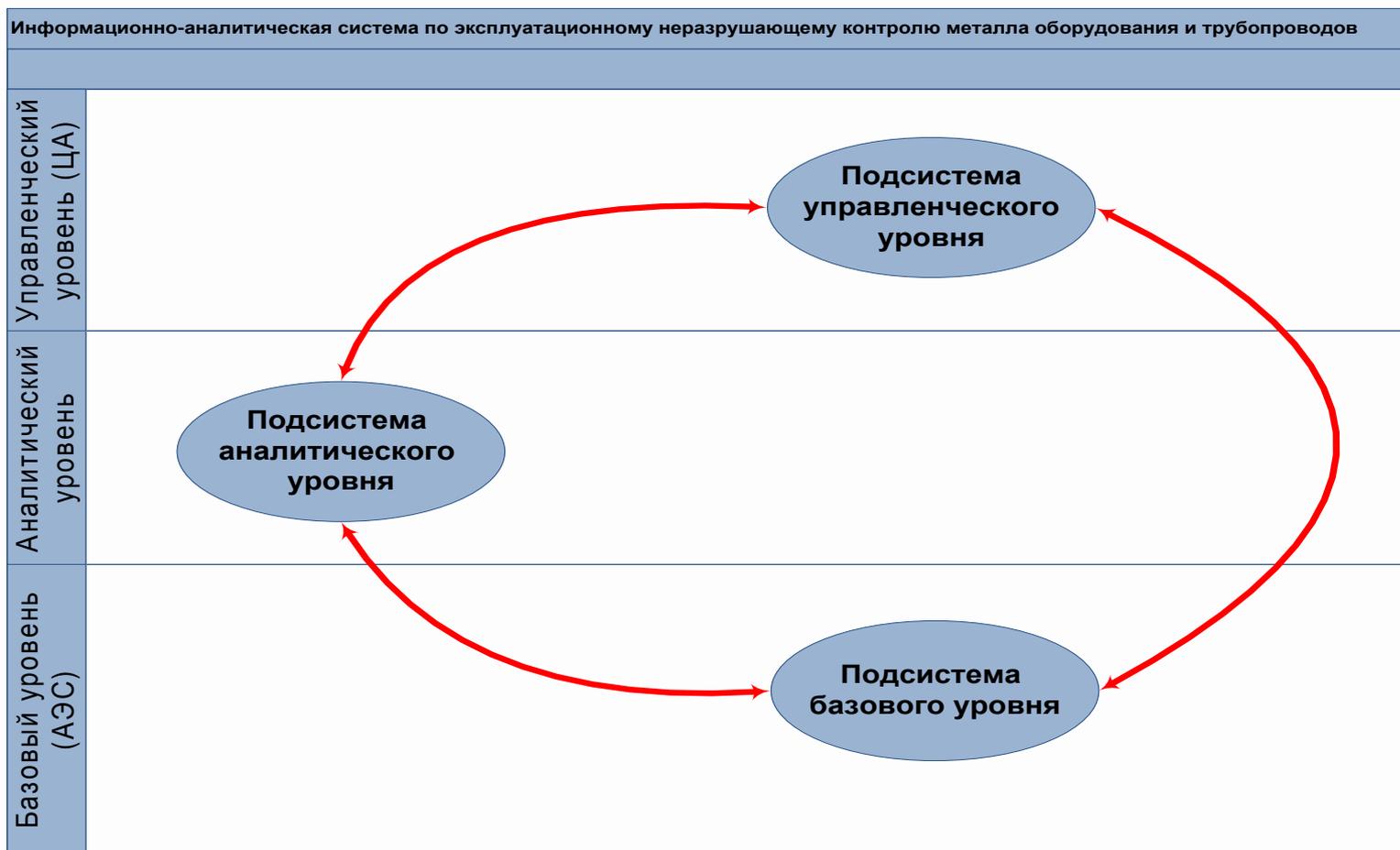
22 мая 2014 года

Дерево целей ИАС ЭНК МОиТ

Дерево целей ИАС по эксплуатационному неразрушающему контролю металла оборудования и трубопроводов АЭС



Трехуровневая структура ИАС ЭНК МОиТ



Базовый уровень ИАС ЭНК МОиТ

Разработка подсистемы Базового уровня строилась на основе разработки пилотных версий:

- для типов РУ ВВЭР-440, РУ ВВЭР -1000 и РУ РБМК - 1000;
- для выбранных пилотных станций и дальнейшего их тиражирования на остальные станции.

В качестве пилотных АЭС были выбраны:

- для РУ ВВЭР-440 - Кольская АЭС;
- для РУ ВВЭР- 1000 - Ростовская АЭС;
- для РУ РБМК - 1000 - Ленинградская АЭС

Базовый уровень ИАС ЭНК МОиТ

Подсистемы базового уровня ИАС ЭНК МОиТ на пилотных АЭС - Кольской и Ростовской введены в промышленную эксплуатацию



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»
Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической и
тепловой энергии на атомных станциях»
(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

П Р И К А З

20.03.2013

Москва

№ 9/242-П

О введении в промышленную
эксплуатацию ИАС ЭНК МОиТ

В целях повышения эффективности контроля металла оборудования и трубопроводов АЭС

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Ввести в промышленную эксплуатацию с 01.04.2013 информационно-аналитическую систему по эксплуатационному неразрушающему контролю металла оборудования и трубопроводов АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» (далее – ИАС ЭНК МОиТ) в филиале ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция».
2. Заместителю Генерального директора – директору филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция» Сальникову А.А.:
 - 2.1. Принять ИАС ЭНК МОиТ в составе программно-технический комплекса, содержащего: рабочее место для расшифровки архивации рентгеновских снимков, сервера и программного обеспечения «ИАС ЭНК МОиТ: подсистемы базового уровня для РУ ВВЭР-1000» (ИАС ЭНК МОиТ: ПБУ для РУ ВВЭР-1000).
 - 2.2. Организовать работу подчиненного персонала по ведению процессов эксплуатационного неразрушающего контроля металла оборудования в ИАС ЭНК МОиТ.
3. Заместителю директора по производству и эксплуатации АЭС – директору Департамента инженерной поддержки Давиденко Н.Н. на период действия гарантийных обязательств в соответствии с договором № 2012/4.1.1.1.10.10/47386 обеспечить взаимодействие с разработчиком ООО «НПП «Сигма ИТ» при функциональном сопровождении ИАС ЭНК МОиТ.
4. Директору Департамента информационных технологий Аксенову Е.Г. обеспечить включение в объем централизованного технического сопровождения ИТ-систем на 2013 год ИАС ЭНК МОиТ.

9/242-П

Разработка, тиражирование и внедрение ИАС для РУ типа ВВЭР

			Разработка ИАС на пилотных АЭС					Тиражирование и внедрение ИАС		
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Кол АЭС	3 блок								
		4 блок								
2	Рос АЭС	1 блок								
		2 блок								
		3 блок								
3	Нов АЭС	5 блок								
4	Кал АЭС	1 блок								
		2 блок								
		3 блок								
		4 блок								
5	Бал АЭС	1 блок								
		2 блок								
		3 блок								
		4 блок								

	Этапы работ
	- разработка
	- проведение опытной эксплуатации
	- проведение приемочных испытаний по вводу в промышленную эксплуатацию
	- тиражирование и внедрение

Организация вычислительной инфраструктуры ИАС ЭНК МОиТ

Для обеспечения взаимодействия вычислительных ресурсов ЦА со стационарными площадками была создана вычислительная инфраструктура ИАС ЭНК МОиТ.

Работы по развертыванию программного обеспечения компонентов ИАС ЭНК МОиТ проводились в соответствии с Решением по организации вычислительной инфраструктуры в рамках создания информационно-аналитической системы по ЭНК металла оборудования и трубопроводов, утвержденной ДИТ.

Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической
и тепловой энергии на атомных станциях»

(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор департамента информационных технологий

Е.Г. Аксенов

“ ” 2012 г.

РЕШЕНИЕ №

по организации временного решения вычислительной инфраструктуры для развертывания тестового программного обеспечения компонентов ИАС ЭНК МОиТ в рамках создания информационно-аналитической системы по эксплуатационному неразрушающему контролю металла оборудования и трубопроводов АЭС в рамках корпоративной информационной системы ОАО «Концерн Росэнергоатом»

С целью выполнения работ по реализации развертывания тестового программного обеспечения ИАС ЭНК МОиТ и рассмотрев временное техническое решение на создание вычислительной инфраструктуры ИАС ЭНК МОиТ отраслевого уровня (Приложение №2)

РЕШИЛИ:

создать временную инфраструктуру ИАС ЭНК МОиТ и выполнять следующие мероприятия:

1. Предоставить Исполнителю ООО «НПП Сигма ИТ» имеющиеся в наличии лицензии ПО и необходимое серверное оборудование ИАС ЭНК МОиТ. Перечень лицензий и технические требования к серверам приведены в Таблице 1 и 2 Приложения №3 к данному решению соответственно.

Ответственный: ОАО «Концерн Росэнергоатом».

Срок: 12.05.2012 г.

2. Произвести установку сервера в стойке R123 помещения ЦОД по адресу Холодильный пер.3 А. Обеспечить подключение к сети Концерна и электропитанию.

Ответственный: ЗАО «Консист — Оператор Связи».

Срок: 12.05.2012 г.

3. Организовать работы по развертыванию вычислительной инфраструктурой ИАС ЭНК МОиТ в соответствии с временным техническим решением Приложение №2 и планом работ Приложение № 4.

Ответственный: ЗАО «Консист — Оператор Связи», ООО «НПП Сигма ИТ».

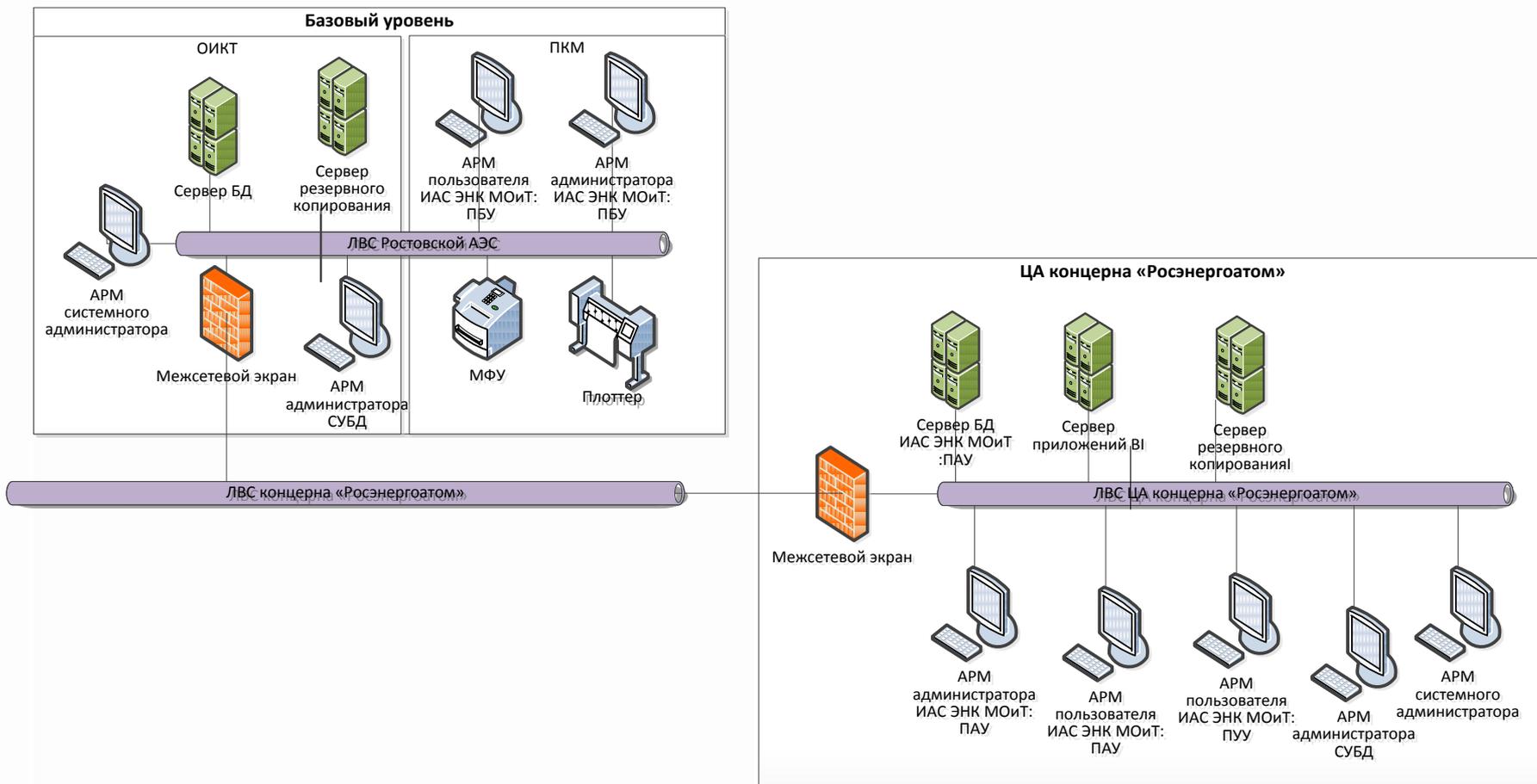
Срок: 18.05.2012 г.

4. Произвести необходимые настройки средств информационной безопасности для обеспечения взаимодействия вычислительных ресурсов на площадках РоАЭС и ЦА.

Ответственный: ЗАО «Консист — Оператор Связи».

Срок: 18.05.2012 г.

Архитектура вычислительной инфраструктуры ИАС ЭНК МОиТ



Аналитический уровень ИАС ЭНК МОиТ

В соответствии с разработанной Концепцией ИАС ЭНК МОиТ для подсистемы аналитического уровня были определены следующие задачи:

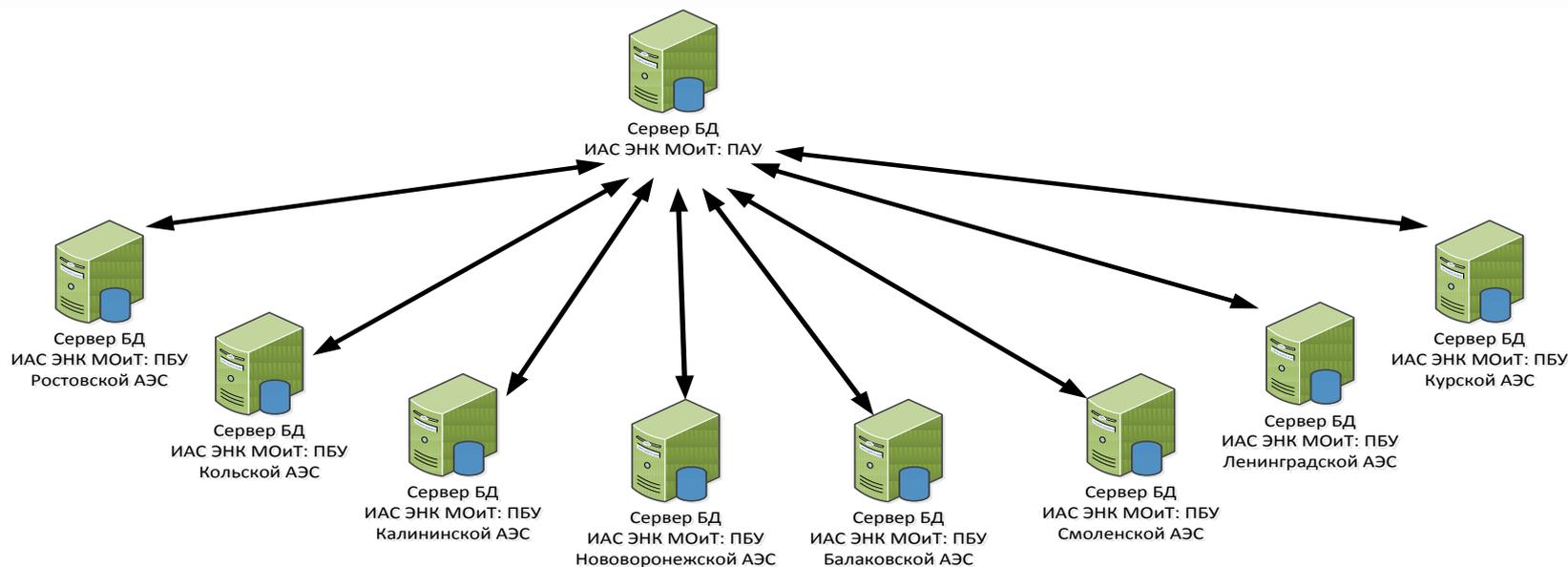
1. обеспечение информационной совместимости (гармонизации) баз данных по эксплуатационному неразрушающему контролю станционного (базового) уровня и формирование единого информационного пространства по ЭНК металла оборудования и трубопроводов со всех АЭС;
2. проведение статистической обработки несплошностей и дефектов по результатам проведенного контроля со всех АЭС;
3. передача данных по предварительно обработанным несплошностям и дефектам во внешние программы для расчета ресурса оборудования и трубопроводов;
4. хранение результатов расчета ресурса оборудования и трубопроводов для всех блоков АЭС, переданных из внешних прикладных программных систем;
5. проведение анализа информации на основе многомерного анализа.

Аналитический уровень ИАС ЭНК МОиТ

Сбор данных со всех БД базового уровня

Сбор данных со всех БД базового уровня проводится на основе механизма репликации, использующего технологию Oracle Streams.

Oracle Streams - универсальный механизм обмена информацией между серверами во много серверной архитектуре, позволяет одновременно реализовать репликацию, обмен сообщениями, загрузку хранилищ данных, работу с событиями, поддержку резервной БД.

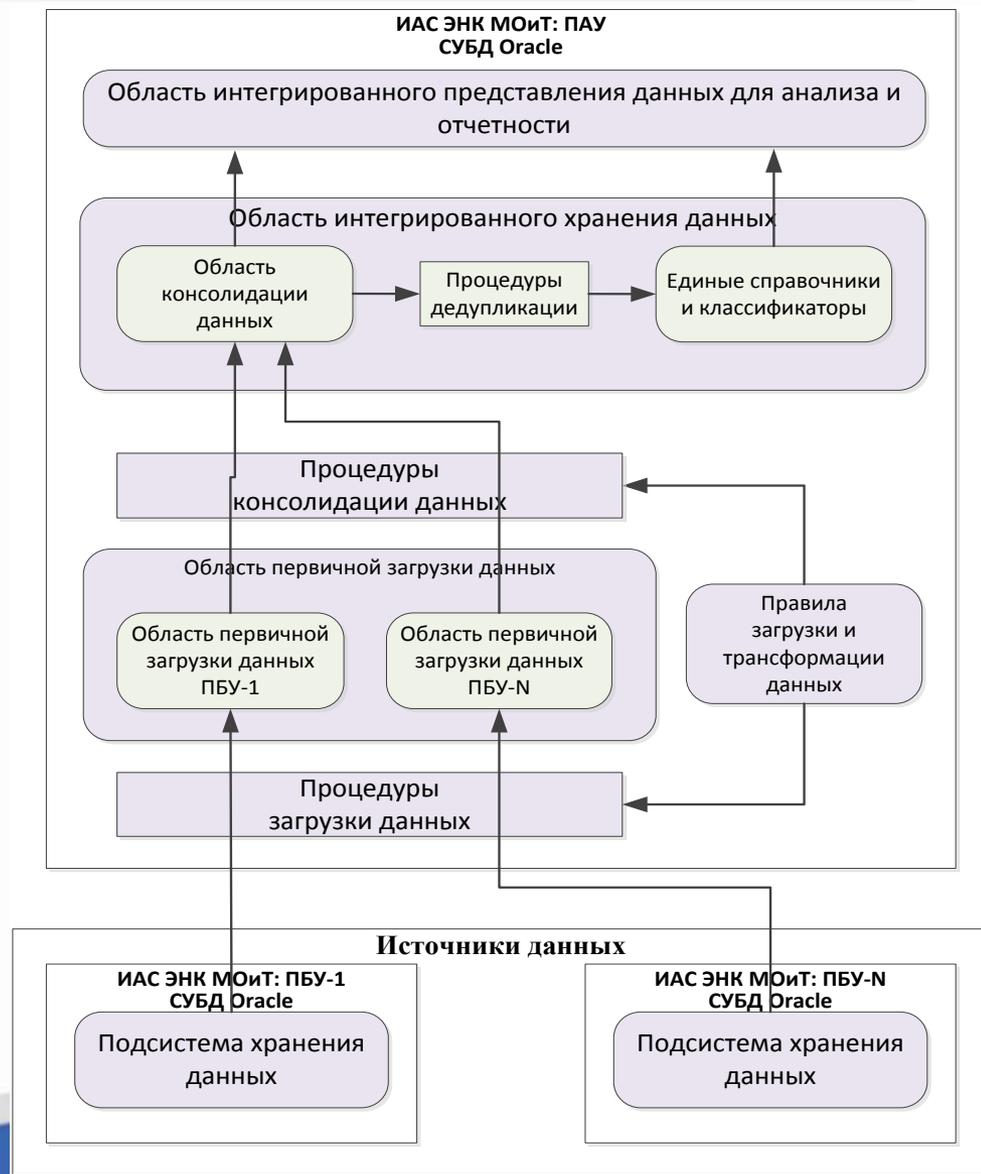


Аналитический уровень ИАС ЭНК МОиТ

Консолидация данных

Консолидация данных на аналитическом уровне происходит в три этапа:

- 1) Процедуры загрузки данных, используя правила загрузки данных, формируют копии БД источников в области первичной загрузки без изменения.
- 2) Процедуры консолидации данных, используя правила загрузки и трансформации данных формируют консолидированную БД в области консолидации данных.
- 3) Процедуры дедупликации проводят автоматическую дедупликацию данных консолидированных справочников.



Аналитический уровень ИАС ЭНК МОиТ

Модуль «Формирование массивов несплошностей по однотипным элементам контроля»

KM 21.10.2013 19:03:31 KM 11.11.2013 17:49:37

Типовые дефекты | Гистограмма частот | Откорректированный массив размеров типовых дефектов | Функции распределения | График функций распределения

Идентификатор дефекта ▲

Оборудование			Элемент контроля		Контроль		Дефект	
Вид	Энергоблок	Цех владел	Наименование	Номер	Метод контроля	Идентифик ▲	Тип	
Регистрационный	Наименование		Дата образцов	Категория СС	Объект контроля		Разновидность	
Рабочая среда		Параметры рабочей среды		Материал		Поверхность контроля		Причина
Дата ввода в эксплуатацию	Дата изготовления		Контроледоступ	Термическая обработка		Объем кс	Примечание к контролю	
Заводской номер	Производитель		Шаблон типоразмера	Типоразмер		Основание проведения		Признак обнаружения дефекта
Материал		Термическая обработка		Дата реконструкц	Вид реконструкции		Номер заключения	Дата контроля
Класс безопасности		Группа оборудования		Тип конструкц	Форма кромки СС	Характеристика СС		Оценка качества
Тип оборудования		Техническая систем		Тип СС		Способ сварки		Результат
Шаблон типоразмера		Типоразмер		Параметры кромки	Значение		Отклонение	
					Зона контроля		Описание	
Идентификатор дефекта : 40								
Трубопровод	Блок № 2 ВВЭР-1000 РАЭС РЦ-1	Свар. соед.	КД28	РК	40		Продольная трещина	
	РО. Схемы импульсных трубных проводк		ИШа по ПН АЭ Г-7-010-89	Сварное соединение			Дефекты проката и ковки	
	траб. (С)=350		Сталь 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72+Сталь 08Х18Н10Т по ТУ	100%			Механическое повреждение при проведение ремонта	
			термическая обработка не проводилась					Подлежит ремонту
	ОАО "Синарский трубный завод" г. Каменс	ДнхS	14x2	АТПЭ-9-09, РП.к.вр.2.РО.ТО.ОДМитК/166			Дефектов не обнаружено	
	термическая обработка не			13.12-200	15.06.2012	Ширина (D),мм		1,75
				Удовлетворяет требованиям				
				Дефектов не обнаружено		Регистрационный номер снимка		
				на участках импульсной линии 2YP 10P02R1 контроля плотн				
Трубопровод	Блок № 2 ВВЭР-1000 РАЭС РЦ-1	Свар. соед.	КД28	РК	40		Продольная трещина	
	РО. Схемы импульсных трубных проводк		ИШа по ПН АЭ Г-7-010-89	Сварное соединение			Дефекты проката и ковки	
	траб. (С)=350		Сталь 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72+Сталь 08Х18Н10Т по ТУ	100%			Механическое повреждение при проведение ремонта	
			термическая обработка не проводилась					Подлежит ремонту
	ОАО "Синарский трубный завод" г. Каменс	ДнхS	14x2	АТПЭ-9-09, РП.к.вр.2.РО.ТО.ОДМитК/166			Дефектов не обнаружено	
	термическая обработка не			13.12-200	15.06.2012	Длина (L),мм		10
				Удовлетворяет требованиям				
				Дефектов не обнаружено		Регистрационный номер снимка		
				на участках импульсной линии 2YP 10P02R1 контроля плотн				

149 из 153

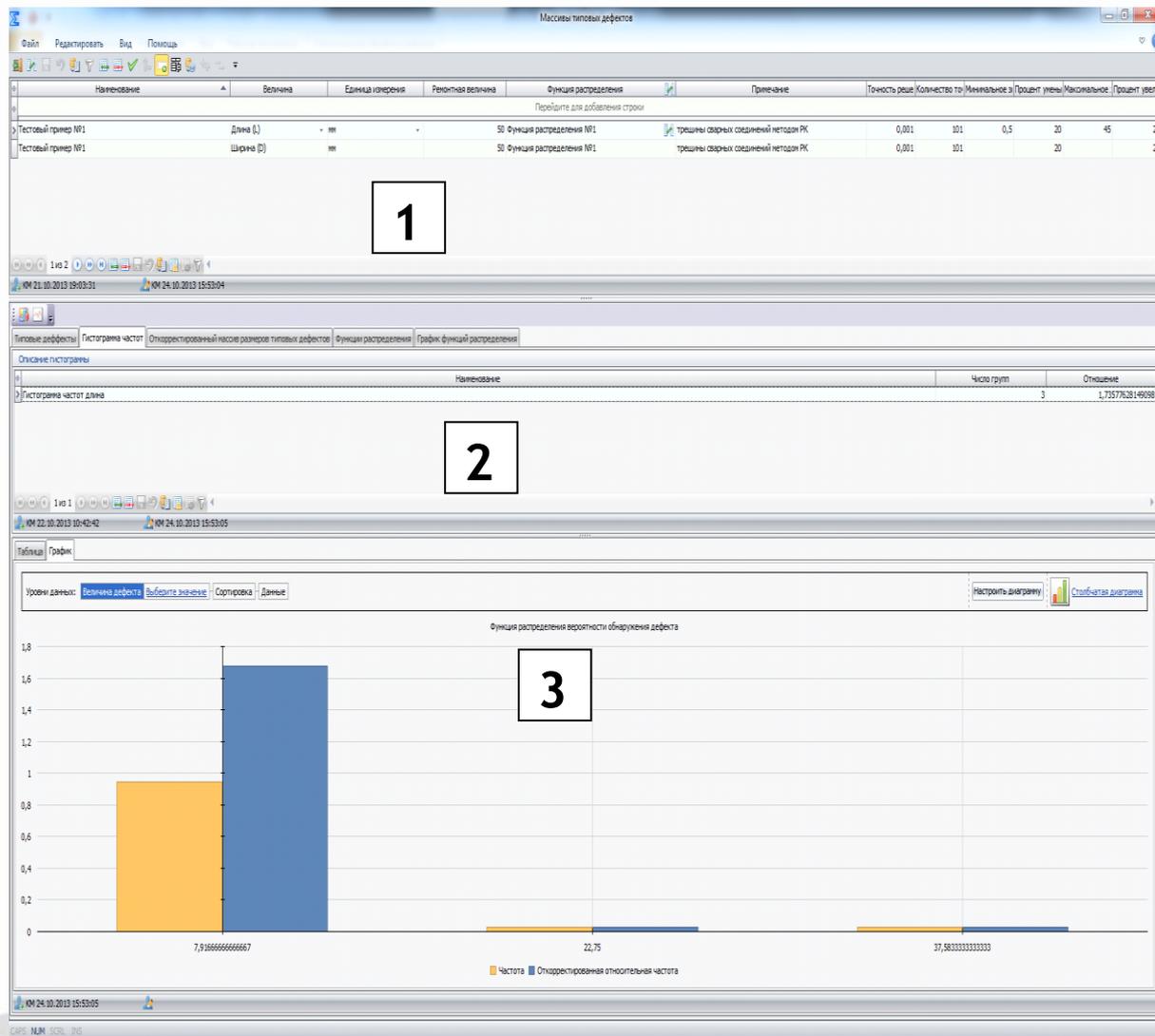
Аналитический уровень ИАС ЭНК МОиТ

Модуль «Проведение статистической обработки несплошностей»

1 - таблица
описания массива
однотипных
несплошностей

2 - таблица
описания
гистограммы
исходной выборки

3 - гистограмма
частот исходной и
откорректированной
выборки с учетом
пропущенных

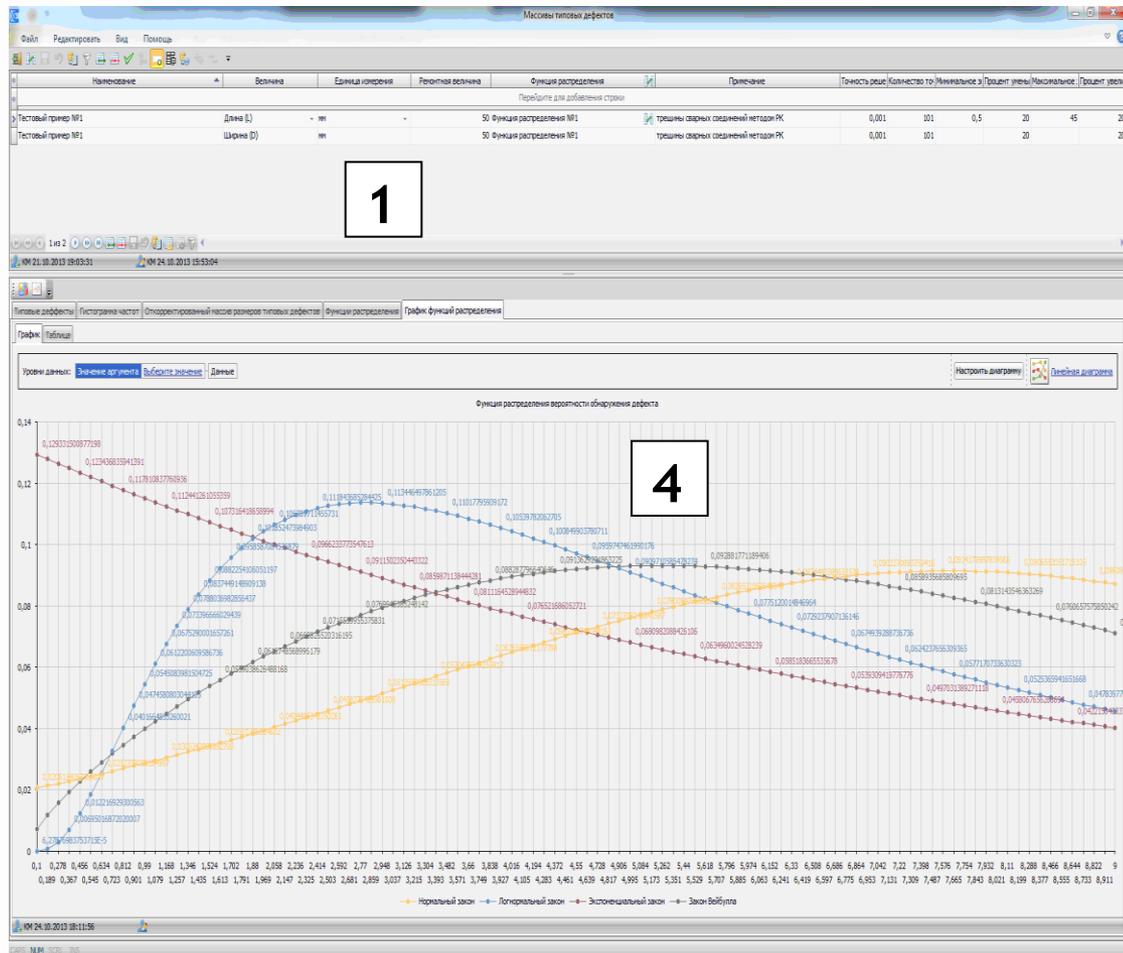


Аналитический уровень ИАС ЭНК МОиТ

Расчет параметров функций распределения и построение графиков

1 - таблица описания массива однотипных несплошностей

4 - графики функций распределения (экспоненциальный, логнормальный, нормальный, закон Вейбула)



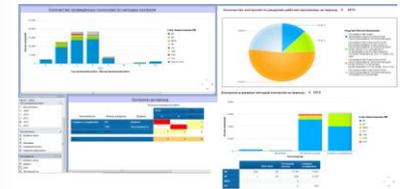
Аналитический уровень - многомерный анализ данных



Интегральная
отчетность

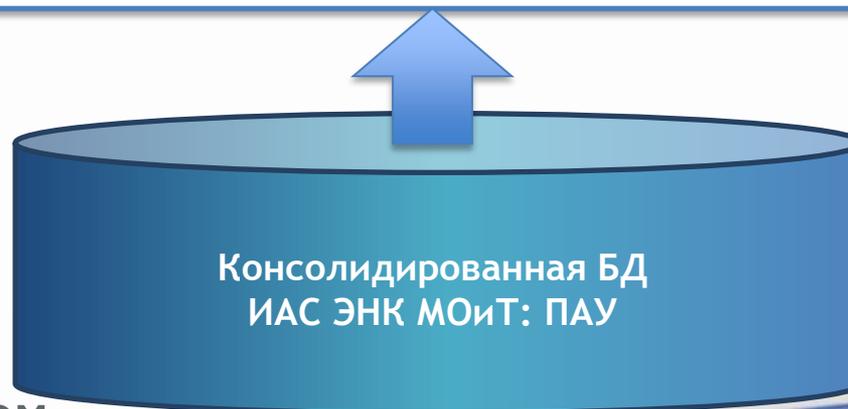


Многомерный
анализ данных



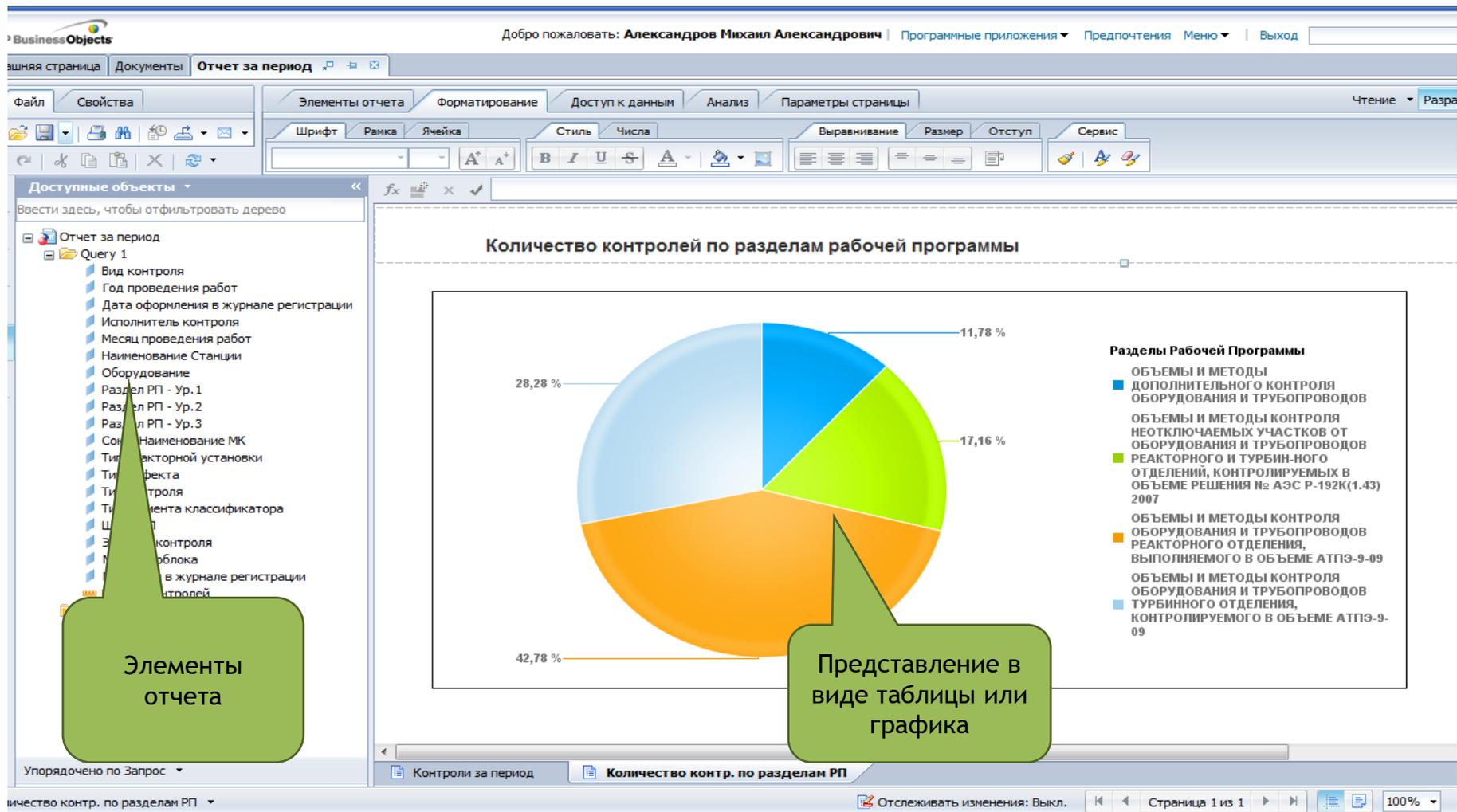
Панель
руководителя

ИАС ЭНК МОиТ: ПУУ на платформе SAP BO BI



Аналитический уровень - многомерный анализ данных

Количество контролей по разделам рабочей программы - Графическое представление



Количество контролей по разделам рабочей программы



Элементы отчета

Представление в виде таблицы или графика

Упорядочено по Запрос

Контроли за период

Количество контр. по разделам РП

Отслеживать изменения: Выкл.

Страница 1 из 1

100%

Аналитический уровень - многомерный анализ данных

Количество контролей по методам контроля

Оборудование	Элемент контроля	ВК	КК	РК	ТВК	УЗК	УЗТ
Арматура	Арматура	7	6				
Арматура	Свар. соед.	4					
Арматура	Св. соед.	2					
Блок электронагревателей ТЭН	Блок электронагревателей ТЭН	3					
Блок электронагревателей ТЭН	Напл.	3	3				
Блок электронагревателей ТЭН	Свар. соед.	54	54				
Болт М24х110	Болт М24х110	288					
Болт М27	Болт М27	40					
Болт М36	Болт М36	6					
Болт спец.	Болт спец.	81					
Винт	Винт	18					
Вкладыш подшипника	Напл.	22	2			22	
Вкладыш подшипника №5							
Вкладыш подшипника №5							4
Вкладыш подшипника №6							

Оборудование

Элемент контроля

Количество контролей

Контроли за период

Количество контр. по разделам РП

Отчет 13

Отслеживать изменения: Выкл.

Страница 1 из 1+

100%

46 м

Аналитический уровень - многомерный анализ данных

Количество контролей за период в разрезе по типам контроля и методу контроля

СAP Business Objects | Добро пожаловать: Александров Михаил Александрович | Программные приложения

Web Intelligence | Домашняя страница | Документы | Пример отчетов по...

Элементы управления вводом << | Карта | Сброс

Код Станции: РАЭС

Год проведения работ: 2011

Тип контроля: Наплавка, Основной металл, Сварное соединение

Тип дефекта: Дефект, ДНО, Несплошность

Контроли за период

Период проведения работ:

Тип контроля	Метод контроля	Дефект	2011					Итого
			1	4	5	6	11	
Наплавка	ВК	ДНО		141	68	89	2	300
	КК	ДНО		96	48	40	2	186
	УЗК	ДНО		34	5	4		43
	УЗТ	ДНО			1			1
Наплавка	Итого			271	122	133	4	530
Основной металл	ВК	ДНО	23	6 345	3 711	3 205	156	14 640
	КК	ДНО		241	336	401		982
	МПК	ДНО			3	2		5
	ТВК	ДНО		95	2	3		100
	УЗК	ДНО		96	310	160		566
	УЗТ	ДНО		278	450	37		765
Основной металл	Итого		23	7 055	4 812	3 808	165	15 863
Сварное соединение	АУЗК	ДНО				2		2
	ВК	ДНО	299	2 648	1 405	765	18	5 135
	КК	ДНО		900	326	284	18	1 528
	РК	ДНО		476	377	32		885
	ТВК	ДНО		4	2	2		8

Контроли за период | Контроли по МК | Контроли по типам

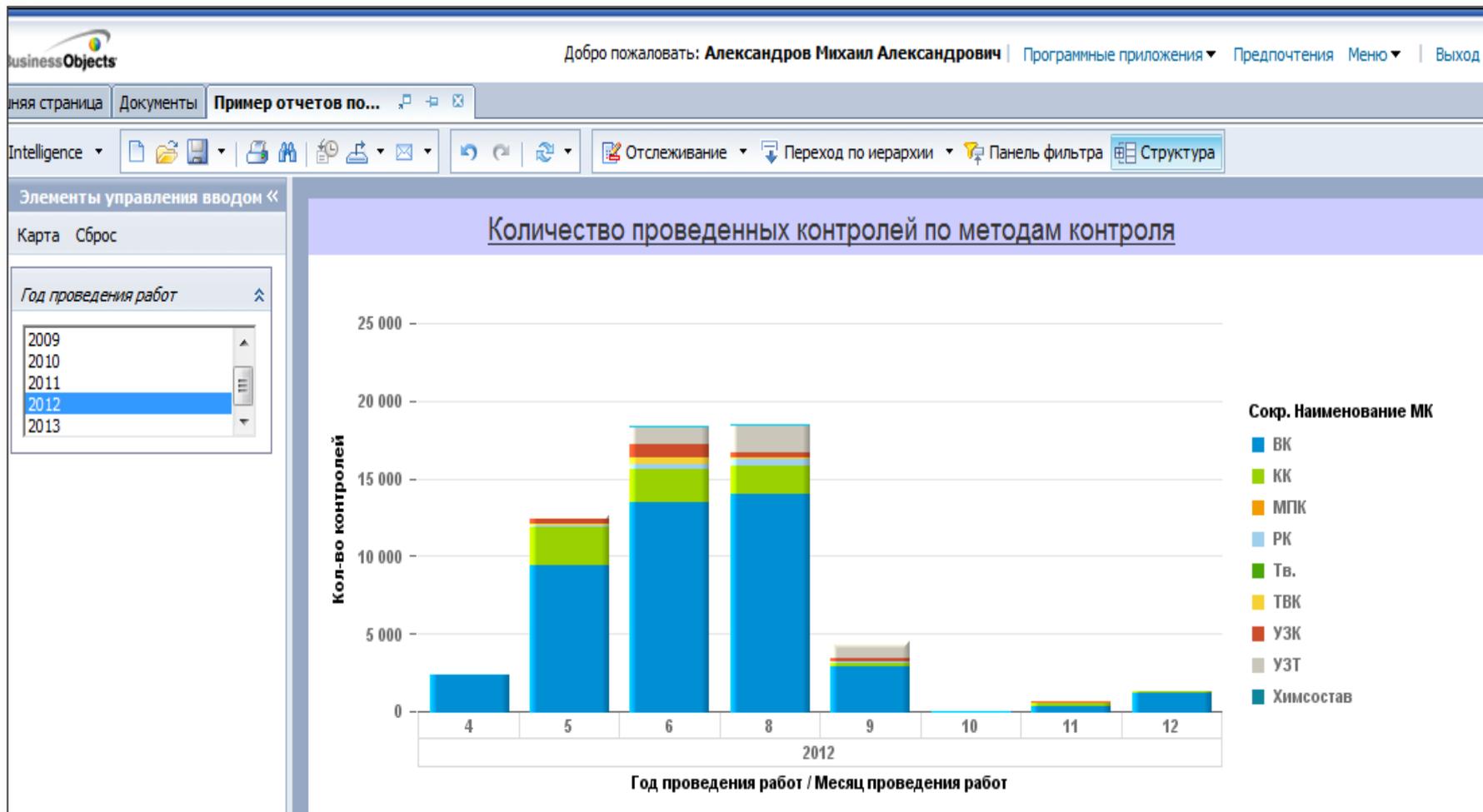
Отслеживать изменения: Выкл. | Страница 1 из 1

Периоды:
Год, Месяц

Кол-во контролей

Аналитический уровень - многомерный анализ данных

Количество контролей за период в разрезе по методам контроля - Графическое представление



Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Перечень задач взятых из анализа опыта Головной материаловедческой организации по эксплуатации АЭС - ОАО «ВНИИАЭС»

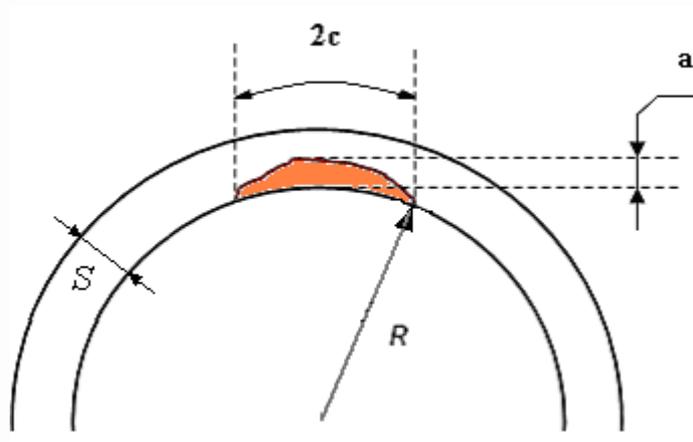
№	Задача	Практический результат
1.	Оценка кинетики несплошности до конца срока службы	Оптимизация ЭНК. Сокращение сроков ППР.
2.	Определение допустимых размеров несплошностей на предстоящий срок эксплуатации	Оптимизация ЭНК. Сокращение сроков ППР
3.	Экспресс анализ причин возникновения дефекта	Сокращение сроков принятия решения о ремонте
4.	Консолидация результатов ЭНК для однотипного оборудования разных АЭС	Повышение эффективности ЭНК на основе уточненной информации о состоянии оборудования
5.	Определение вероятности образования устойчивой течи на трубопроводе первого контура	Организация ЭНК на основе теории рисков с целью повышения его эффективности и снижения затрат
6.	Определение вероятности крупномасштабного разрушения трубопровода	Повышение эффективности ЭНК за счет внедрения риск-ориентированного подхода
7.	Оценка эффективности новой технологии ЭНК	Ускоренная оценка новых технологий ЭНК на основе опыта применения на АЭС
8.	Оценка состояния оборудования до начала ввода в эксплуатацию и при необходимости выполнения дополнительного НК	Снижение объемов ремонта во время эксплуатации (сокращение ППР)

Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №1

Событие1:

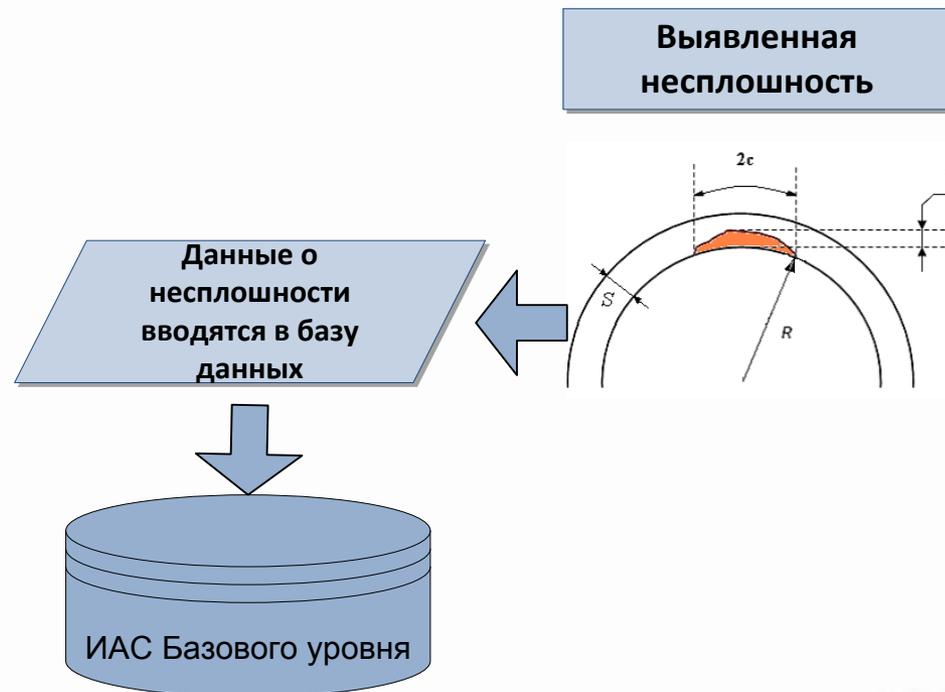
В период плано-предупредительного ремонта (ППР) на энергоблоке АЭС выявлена несплошность, размеры которой длина и глубина (a, c) не превышают браковочный уровень но близки к ней.



Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №1

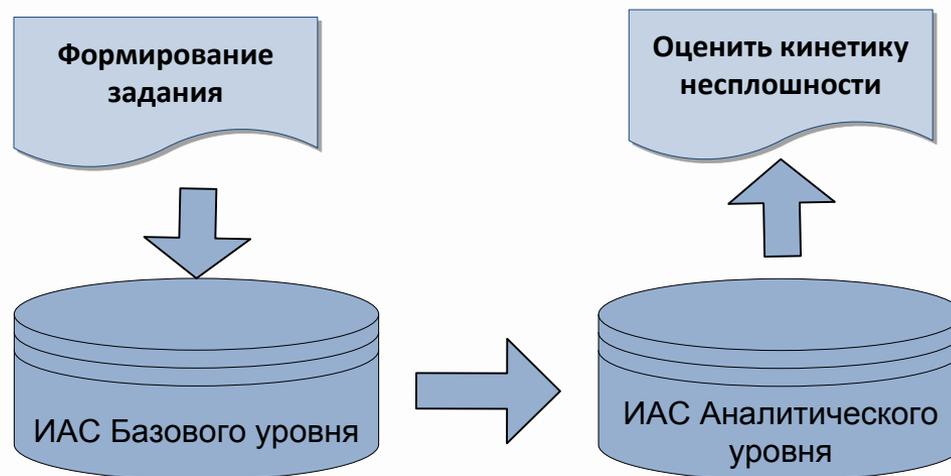
Событие 2 (выполняется на базовом уровне): данные о несплошности вводятся в базу данных базового уровня.



Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №1

Событие 3 (выполняется на базовом уровне): формируется задание «Оценить кинетику дефекта до конца срока службы» и передается для исполнения на аналитический уровень.



Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №1

Событие 4 (на аналитическом уровне): проводится схематизация несплошности и формируются исходные данные для расчета, включая

- ✓ толщину стенки в месте несплошности,
- ✓ сертификатные данные о свойствах материала и его химическом составе,
- ✓ режимы эксплуатации: штатные, нарушения нормальных условий эксплуатации, аварийные режимы,
- ✓ характеристики циклической трещиностойкости,
- ✓ данные поверочного расчета прочности (по условиям ПНАЭГ-7-008)

Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №1

Событие 5 (на аналитическом уровне): выполняется экспресс-анализ причин образования выявленной несплошности (решается задача №3 из предложенного перечня задач). Рассмотрены следующие причины:

- ✓ несплошность технологической природы и развивается по механизму коррозионной усталости,
- ✓ несплошность зародилась в эксплуатации по механизму коррозионной усталости,
- ✓ несплошность зародилась в эксплуатации по механизму коррозионного растрескивания под напряжением (КРПН),
- ✓ несплошность зародилась в эксплуатации по механизму замедленного деформационного разрушения (ЗДКР).

Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №1

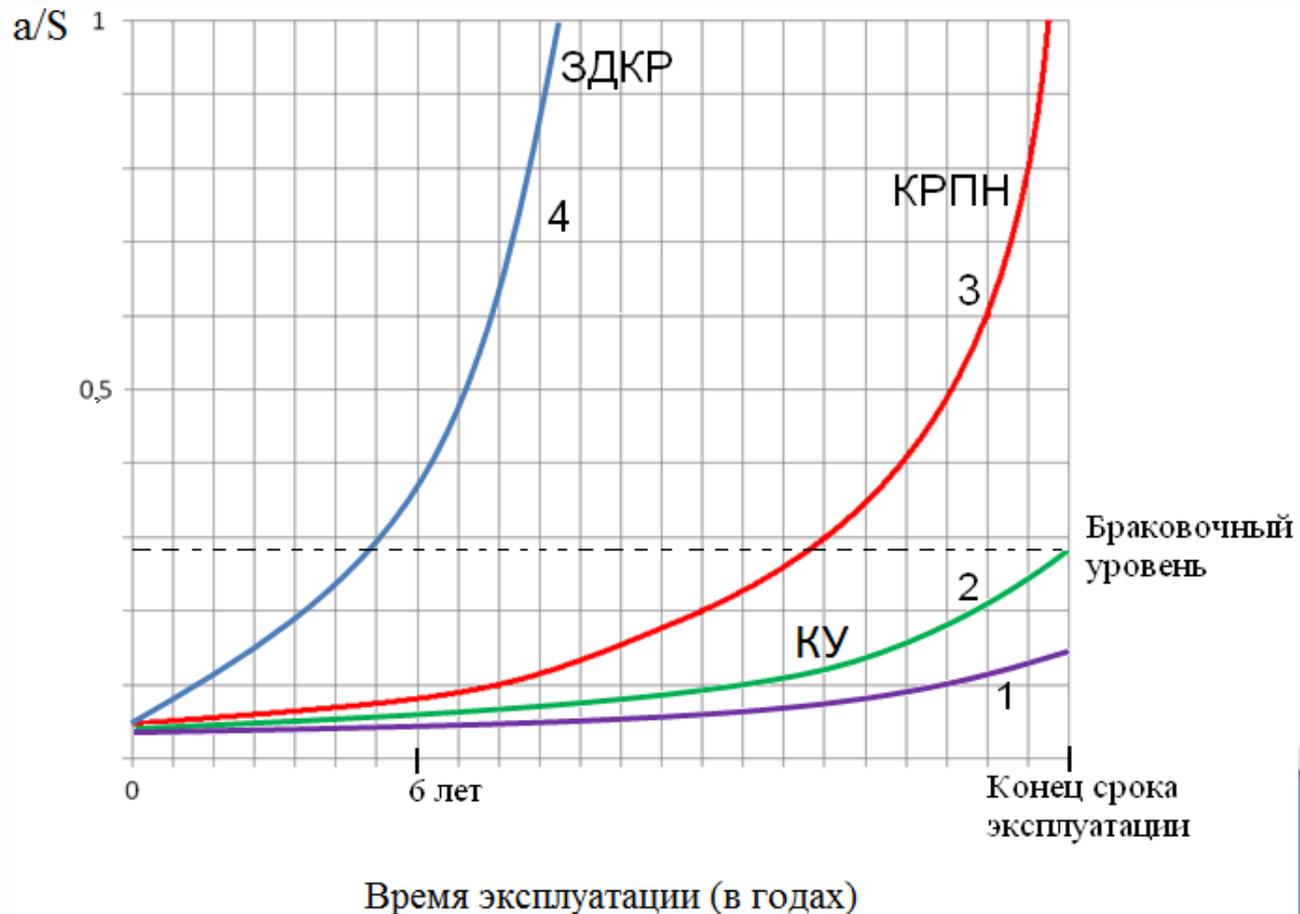
Событие 6 (на аналитическом уровне): выполняется прогноз развития (кинетики) несплошности. В зависимости от механизма возникновения и развития несплошности могут быть четыре сценария:

- ✓ 1 сценарий - несплошность имеет технологическую природу и развивается по механизму технологической усталости, несплошность не опасна и не требует ремонта,
- ✓ 2 сценарий - несплошность зародилась и развивается по механизму коррозионной усталости при сильном влиянии коррозионной среды, несплошность может не дорасти до опасных размеров но требует периодического контроля,
- ✓ 3 сценарий - несплошность развивается по механизму КРПН, необходимо планировать ремонт в один из ближайших ППР,
- ✓ 4 сценарий - несплошность развивается по механизму ЗДКР, несплошность требует немедленного ремонта.

Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №1

Событие 6 (на аналитическом уровне): Кинетика несплошности в зависимости от механизма ее развития



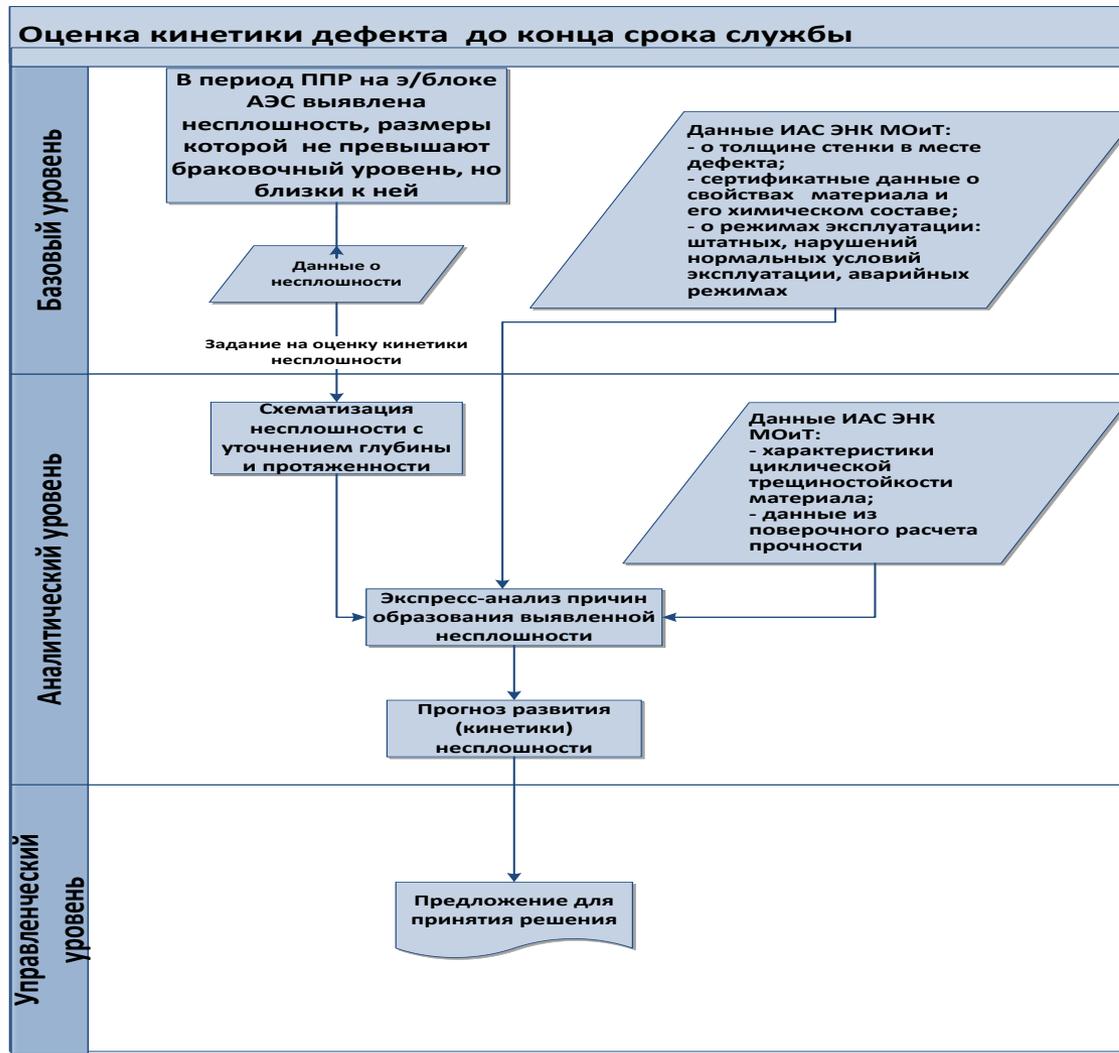
Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №1

Событие 7 (на аналитическом уровне): по результатам выполненного анализа готовится предложение для принятия решения и передается на базовый (станционный) уровень и управленческий.

Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Описание процесса реализации задачи №1 и ее решение в составе ИАС аналитического уровня



Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №5

Событие1(на управленческом уровне формируется задание и передается на аналитический уровень):

В связи с разработкой программы по капитальному ремонту энергоблока и/или его модернизации, необходимо оценить надежность главных трубопроводов, определить объемы неразрушающего контроля в предстоящий ППР и необходимость реконструкции главных циркуляционных трубопроводов.

Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №5

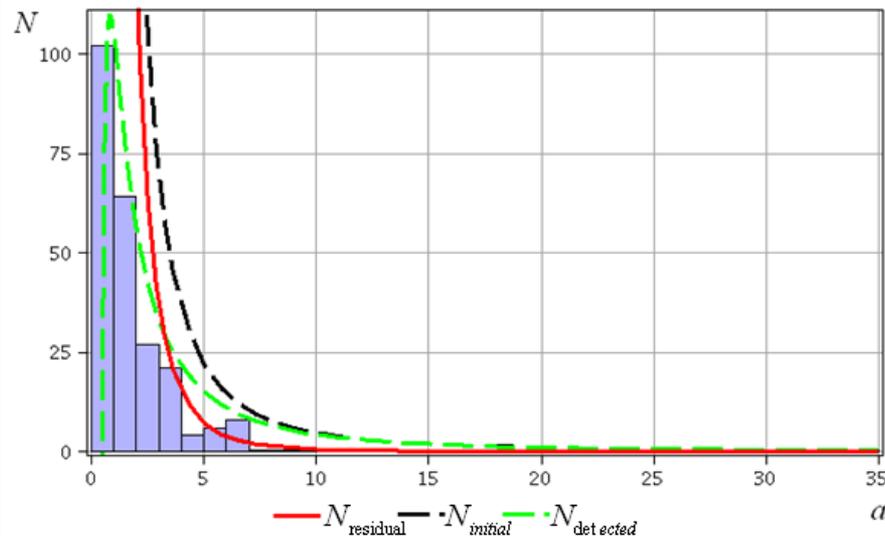
Событие2 (на аналитическом уровне): на основе запроса с управленческого уровня формируется задание для исполнения на аналитическом уровне, с этой целью на аналитическом уровне выполняется консолидация данных по результатам ЭНК главных циркуляционных трубопроводов всех однотипных блоков.

Для этого используется модуль «Формирование массивов несплошностей по однотипным элементам контроля», представленный ранее на слайде 12.

Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №5

Событие3 (на аналитическом уровне): строится гистограмма выявленных несплошностей для однотипного оборудования по всем однотипным энергоблокам и гистограмма остаточной дефектности, с использованием модуля «Проведение статистической обработки несплошностей», представленного ранее на слайде 13.

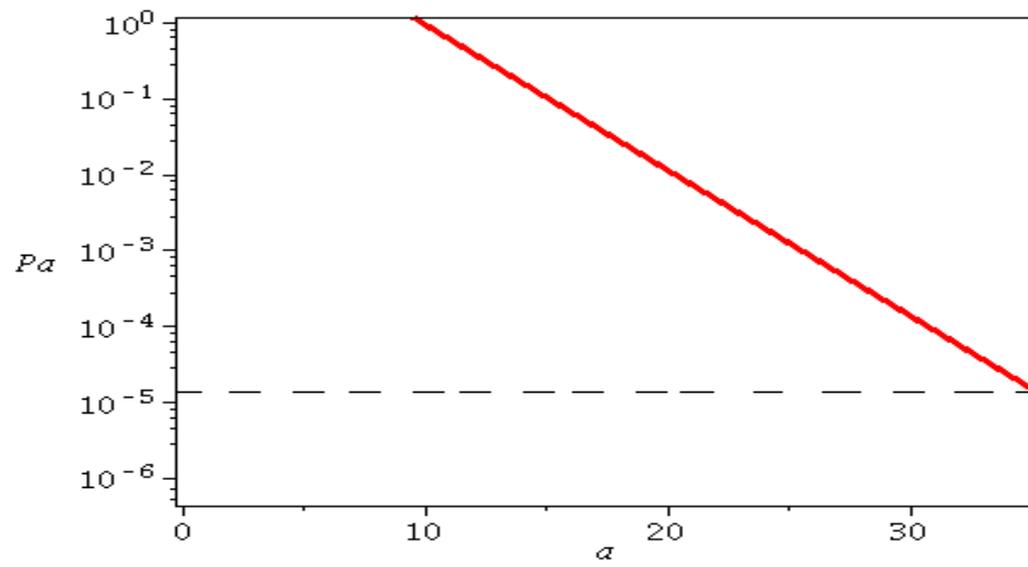


Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №5

Событие 4 (на аналитическом уровне):

На основе полученной кривой остаточной дефектности определяется вероятность разгерметизации главных циркуляционных трубопроводов.



Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Последовательность решения задачи №5

Событие 5(на аналитическом уровне):

На основе полученных результатов готовятся рекомендации на управленческий уровень для принятия решения.

Аналитический уровень - Головная материаловедческая организация

Описание процесса реализации задачи №5 и ее решение на основе ИАС аналитического уровня

