

Деятельность Московского центра ВАО АЭС по повышению безопасности

global leadership in nuclear safety



WANO

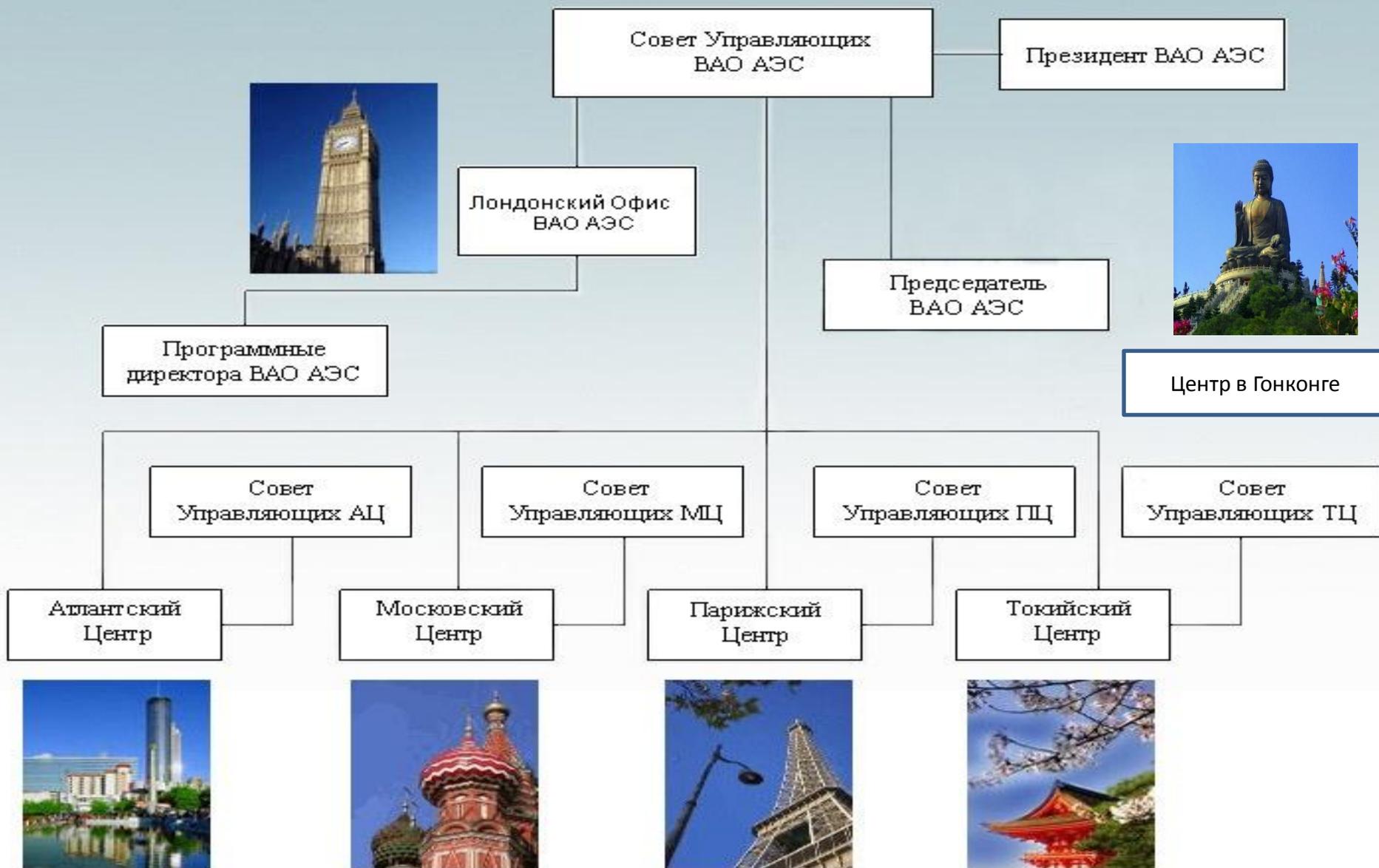
WORLD ASSOCIATION OF NUCLEAR OPERATORS

Чудаков М.В., Московский центр ВАО АЭС, Москва

Девятая международная научно-техническая конференция
«Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики»

Москва, 21-23 мая 2014

Организационная структура ВАО АЭС



Регион	Кол-во блоков в эксплуатации	Общая мощность, МВт
Северная Америка	119	112060
Западная Европа	118	113939
Азия - Дальний Восток	100	86848
Центральная и Восточная Европа	68	48528
Ближний Восток и Южная Азия	25	6948
Латинская Америка	6	4149
Африка	2	1860
Всего	438	374 332

В ВАО АЭС в 2013 году входило **540** реакторов, включая реакторы находящиеся в эксплуатации, стадиях строительства и снятия с эксплуатации.

Из них **140** относятся к Атлантскому центру, **170** - Парижскому, **144** - Токийскому и **86** - Московскому центру.

□ Члены ВАО АЭС

□ **35** стран

□ **118** компаний

□ **210** АЭС

□ **540** энергоблоков (в стадии эксплуатации, строительства и снятия с эксплуатации)

● Изменения в атомной отрасли

➔ **69** энергоблоков в стадии строительства

➔ более **50** стран проявляют интерес к атомной энергетике

Строящиеся АЭС в мире

Страна	Кол-во блоков
Китай	28
Россия	10
Индия	6
Республика Корея	5
США	5
Япония	2
Пакистан	2
Словакия	2
ОАЭ	2
Остальные страны	7
Всего	69

В 2013 году в Московском центре ВАО АЭС в эксплуатации находился **71** энергоблок на **25** электростанциях **11** стран.

Общая установленная электрическая мощность эксплуатируемых энергоблоков в МЦ составила более **50** ГВт.

Страна	Кол-во блоков в экспл.	Кол-во станций в экспл.
Армения	1	1
Болгария	2	1
Венгрия	4	1
Индия	1	1
Иран	1	1
Китай	2	1
Россия	33	10
Словакия	4	2
Украина	15	4
Финляндия	2	1
Чехия	6	2
Всего	71	25

ВАО АЭС-МЦ включает 25 АЭС 11 стран мира, находящихся в промышленной эксплуатации

Россия – 33 блока

1. Балаковская АЭС - 4 блока
2. Белоярская АЭС - 1 блок
3. Билибинская АЭС - 4 блока
4. Калининская АЭС - 4 блока
5. Кольская АЭС - 4 блока
6. Курская АЭС - 4 блока
7. Ленинградская АЭС - 4 блока
8. Нововоронежская АЭС - 3 блока
9. Ростовская АЭС - 2 блока
10. Смоленская АЭС - 3 блока

Украина – 15 блоков

11. Запорожская АЭС - 6 блока
12. Ровенская АЭС - 4 блока
13. Хмельницкая АЭС - 2 блока
14. Южно-Украинская АЭС - 3 блока

Чехия – 6 блоков

15. АЭС Дукованы - 4 блока
16. АЭС Темелин - 2 блока

Словакия – 4 блока

17. АЭС Богунице - 2 блока
18. АЭС Моховце - 2 блока

Венгрия

19. АЭС Пакш - 4 блока

Болгария

20. АЭС Козлодуй - 2 блока

Китай

21. АЭС Тяньвань - 2 блока

Финляндия

22. АЭС Ловииза - 2 блока

Индия

23. АЭС Куданкулам - 2 блока

Блок №2 не введён в пром. эксплуатацию

Армения

24. Армянская АЭС - 1 блок

Иран

25. АЭС Бушер - 1 блок

В 2013 году в МЦ находилось в стадии строительства 14 энергоблоков:

- Академик Ломоносов-1 и 2
- Белоярская АЭС-4
- Балтийская АЭС-1
- Ленинградская АЭС 2-1
- Ленинградская АЭС 2-2
- Моховце-3, 4
- Нововоронежская АЭС 2-1
- Нововоронежская АЭС 2-2
- Ростовская АЭС-3, 4
- Тяньвань-3, 4

Для поддержки своих членов в ВАО АЭС существуют четыре основных программы:

- 1. Программа обмена опытом эксплуатации (Operating Experience, OE)**
- 2. Программа партнерских проверок (Peer Reviews, PR)**
- 3. Программа профессионального и технического развития (Professional and Technical Development, P&TD)**
- 4. Программа технической поддержки и обмена технической информацией (Technical Support and Exchange, TS&E)**

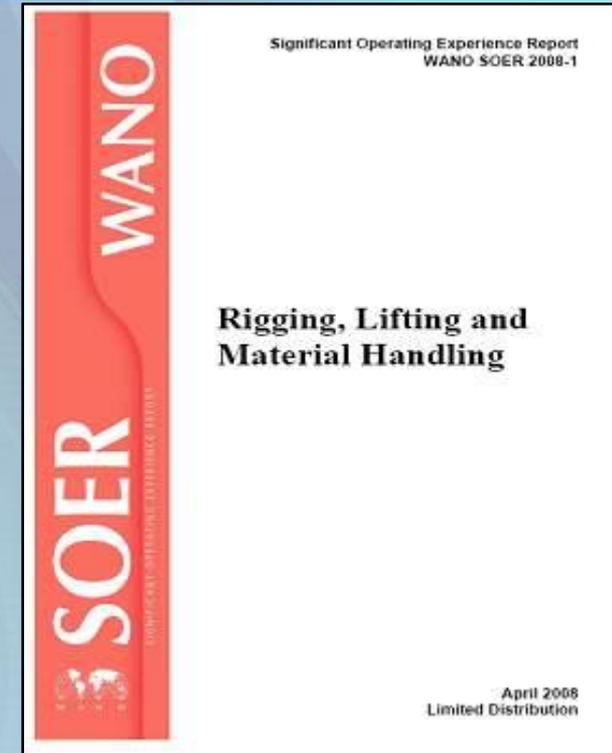
Программа обмена опытом эксплуатации

Задачи программы:

- Обмен информацией среди членов ВАО АЭС о событиях на атомных станциях с предоставлением анализа событий
- Обращение внимания членов ВАО АЭС на события с целью принятия предупредительных мер
- Использование опыта эксплуатации является испытанным методом повышения безопасности эксплуатации атомной станции путем использования извлеченных уроков и имевших место событий

Сообщения о значительном опыте эксплуатации SOER Significant Operating Experience Reports

- ❑ SOER – Адресуется членам ВАО АЭС для ознакомления со значительными событиями или тенденциями с включением рекомендаций в которых от членов ВАО АЭС требуется выявить и внедрить корректирующие меры по предупреждению повторения событий
- ❑ В дополнение к подробному анализу отчет включает следующее:
 - ❑ Краткое изложение
 - ❑ Учебные материалы
 - ❑ Презентации для обучения
 - ❑ Рекомендации
- ❑ С 1998 года опубликовано 17 сообщений SOER



Сообщения о значительных событиях – SER Significant Event Reports

- ❑ SER – в сообщении приводится анализ значительных событий с выявлением и обменом информации по извлеченным урокам
- ❑ Сообщения SER содержат:
 - ❑ Описание события
 - ❑ Причины
 - ❑ Анализ
 - ❑ Извлеченные уроки
 - ❑ Меры по предупреждению повторения событий
- ❑ Презентации по обучению также прилагаются
- ❑ С 1999 года выпущено 38 сообщения WANO SER



Инструктажи перед началом выполнения работ Just-In-Time OE Reports

- ❑ JIT – целевые инструктажи используются руководителями для подготовки к выполнению работ, при проведении которых где-либо совершались ошибки
- ❑ Каждый инструктаж содержит анализ 3-4 события
- ❑ Анализ причин
- ❑ Наличие вопросов, которые дают работнику представление, какими мерами достигается предупреждение события
- ❑ Инструктажи JIT специально разработаны для использования перед началом проведения работ

Just-In-Time Operating Experience Turbine Valve Testing

Errors while performing or restoring from turbine valve testing have caused significant plant transients and a steam release into the turbine building

Events:

Turbine Island Trip Caused by the Birth of Steam Due to MDR 18 – Reference: [PAR.TIO.02.001](#)

While steam power reduced to 40% for turbine valve testing in November 2007, an operator incorrectly closed a manual low pressure turbine stop valve during the opening of the valve and had the valve partially closed the closing. The closure of the low pressure turbine stop valve caused a rapid response to increase turbine island power due to the blocking of the turbine stop valve. Operators corrected the error and manually stopped the turbine. Although a procedure review of tests was initiated in the turbine building, no test was required.

Impacts:	<ul style="list-style-type: none">The operator inadvertently closed the wrong valve.
Contributors:	<ul style="list-style-type: none">The test tickets were not stamped in a manner that supports error free operation.The test tickets were not clearly labelled.The test procedures did not require a signature or verification that testing was complete for one valve prior to beginning testing of the next valve.Block valves or barriers were not used to prevent manipulating the wrong valve.

Reference: [WANO/OPS/07-002](#) – [WANO/OPS/07-002](#) – [WANO/OPS/07-002](#)

Reactor Power Increase Due to Turbine Island Trip Caused by the Birth of Steam Due to MDR 18 – Reference: [PAR.TIO.02.001](#)

While testing the plant in full power following valve testing in December 2007, operators inappropriately adjusted valve testing to reduce reactor island power and to increase power, resulting in an unpermitted error. Operators did not perform a thorough pre-test and used an incorrect procedure (into tag) to increase the reactor island power. Although reactor power based on the inappropriate adjustment resulted in reactor power exceeding 4000 MW, additional security considerations, including those activities, were required to ensure reactor power inside allowable limits.

Impacts:	<ul style="list-style-type: none">The appropriate reactor power parameters were not identified and monitored prior to the initiation, which resulted in reactor thermal power limits being exceeded.
Contributors:	<ul style="list-style-type: none">Operators made an inappropriate decision to perform corrective activities while approaching full power.Work temporarily overrode including reactivity limiting in the control room allowed the power to surge.Procedures did not contain a limitation regarding how fast power can be raised when approaching full power.Training was revised with the preparation and use of reactivity plans.

Reference: [WANO/OPS/07-002](#) – [WANO/OPS/07-002](#)

Reactor Trip/Valve Injection Due to Incomplete Turbine Valve Testing – Reference: [PAR.TIO.02.001](#)

Operator error during successive three reactivity turbine stop, generator, steam and turbine valve testing resulted in a significant plant transient in April 2008. While testing the valve position test on power, the operator incorrectly opened a stop valve after the desired valve. This resulted in the turbine generator valve opening closed and a full turbine island shutdown. The turbine island shutdown caused steam power to increase in the turbine island. The turbine island power increased, followed by a rapid power decrease. The operator recognized the cause of the abnormality and

Программа обмена опытом эксплуатации

В целом по Московскому центру с 71 действующего энергоблока в 2012 году было получено **102** сообщения о событиях на этих энергоблоках.

При этом от каждого действующего энергоблока было получено хотя бы по одному сообщению.

В 2013 году получено **176** сообщений.

**«Молчащие» блоки в Московском центре ВАО АЭС теперь
ОТСУТСТВУЮТ.**

Целью партнерской проверки является:

- ❑ Сравнение уровня эксплуатации станции со стандартами ВАО АЭС путем углубленного анализа производственной деятельности независимой международной командой экспертов ВАО АЭС
- ❑ Основой проверки является выявление возможности станции выполнять производственные задачи на более качественно высоком уровне: «Может ли каждая конкретная работа быть выполнена лучше?»

Основные виды партнерских проверок (ПП):

1. Полномасштабная ПП
2. Предпусковая ПП
3. Корпоративная ПП
4. Повторная ПП (Follow-Up)

Программа партнерские проверки (новые ПЗКВ)

Фундаментальные области проверки:

- Профессиональные работники атомной энергетики
- Лидерство

Функциональные области проверки:

- Эксплуатация
- Техническое обслуживание и ремонт
- Химия
- Инженерно-техническое обеспечение
- Радиационная защита
- Подготовка персонала



В каждой партнерской проверке участвуют специалисты из других региональных центров ВАО АЭС

Общепроизводственные области проверки:

- Приоритетные эксплуатационные цели («эксплуатационный фокус»)
- Управление работами
- Надежность оборудования
- Управление конфигурацией (проектным состоянием) АЭС
- Радиационная безопасность
- Совершенствование производственной деятельности
- Опыт эксплуатации
- Эффективность организационной структуры
- Противопожарная защита
- Противоаварийная готовность



- ❑ С 2012г. перед проведением каждой полномасштабной ПП проводятся предварительные визиты (**пре – визиты**);
- ❑ Согласно Долгосрочному Плану ВАО АЭС-МЦ с учетом Рекомендаций Комиссии Митчела по реформированию ВАО АЭС к 2015 году все АЭС Московского Региона будут переведены на **4-х летний** цикл проведения партнерских проверок;
- ❑ Предпусковая партнерская проверка проводится командой ВАО АЭС **перед началом** эксплуатации станции для оценки ее готовности к безопасной эксплуатации;
- ❑ Корпоративные партнерские проверки должны быть проведены во всех ЭО до 31.12.2017 года

Корпоративные партнерские проверки Corporate Peer Reviews

Безопасность станции в значительной степени зависит от уровня взаимодействия между предприятием и эксплуатирующей организацией.

- Как эксплуатирующая организация устанавливает концепции, цели, задачи
- Как эксплуатирующая организация обеспечивает ресурсами, включая персонал, финансирование, техническую поддержку, и т.д.
- Как эксплуатирующая организация обеспечивает надзор ядерной безопасности

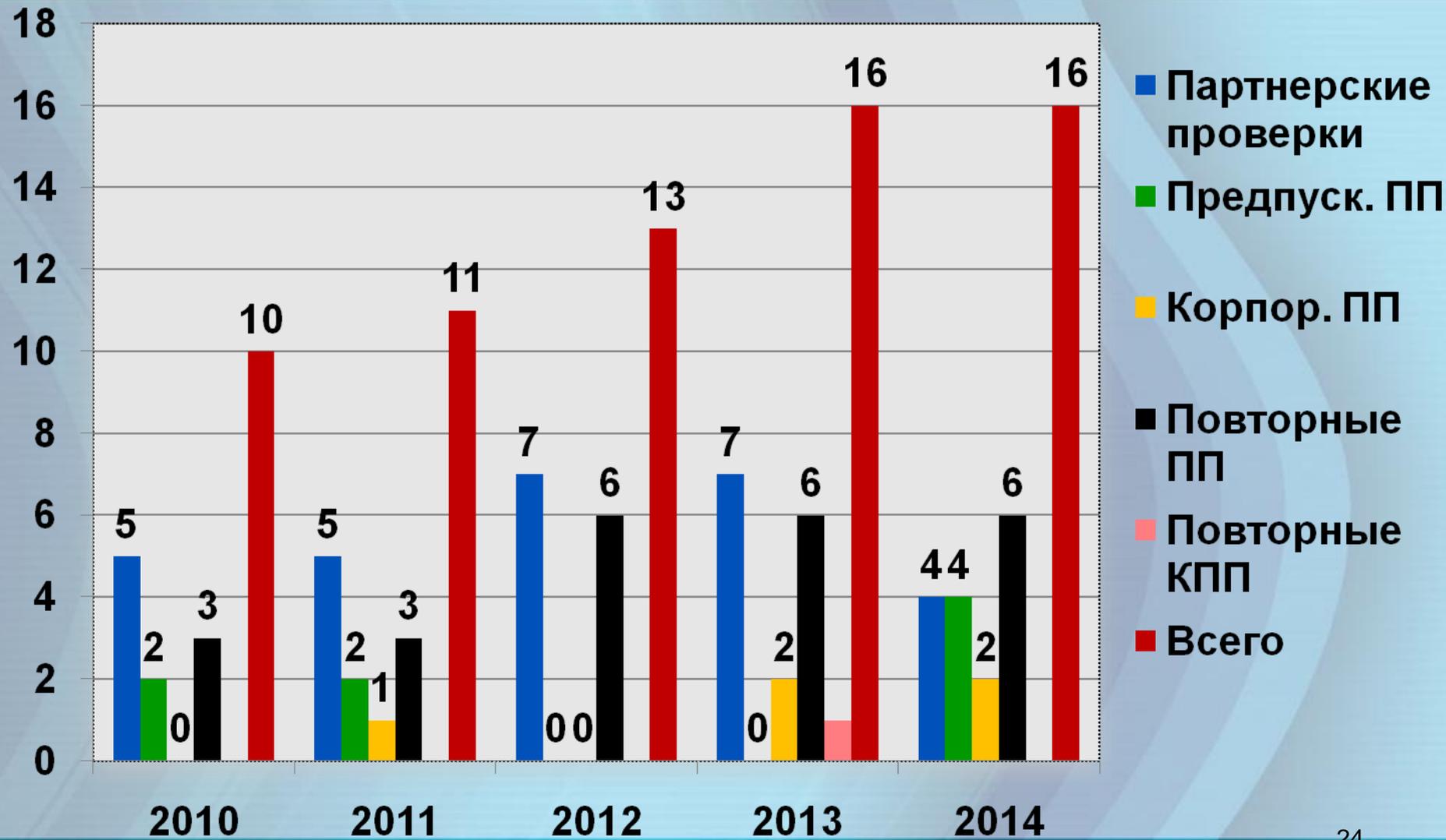


Во время корпоративной партнерской проверки дается критическая оценка этих взаимодействий и их влияние на качество и надежность эксплуатации АЭС

- ❑ Обзор всех необходимых факторов для начала безопасной эксплуатации станции
- ❑ Включение станции в состав международного ядерного сообщества, установление взаимодействия
- ❑ Поддержка строящейся станции в обеспечении высокой культуры монтажа и последующей эксплуатации



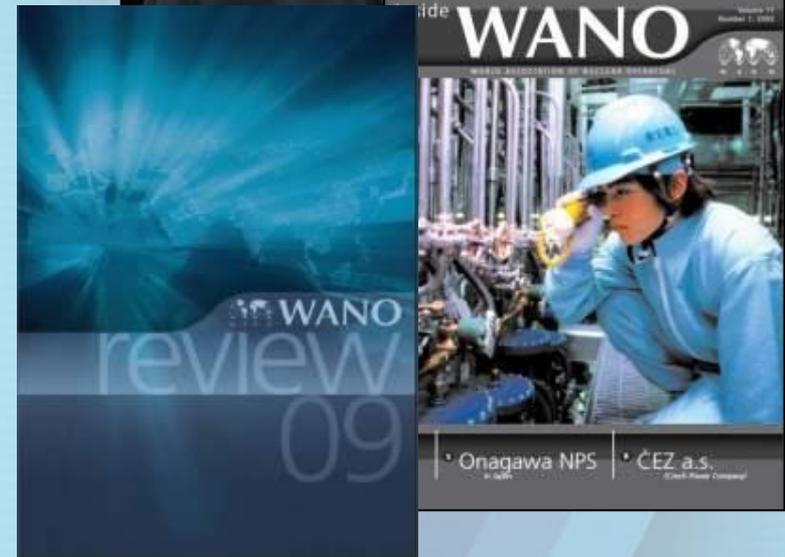
Количество партнерских проверок



Программа профессиональное и техническое развитие

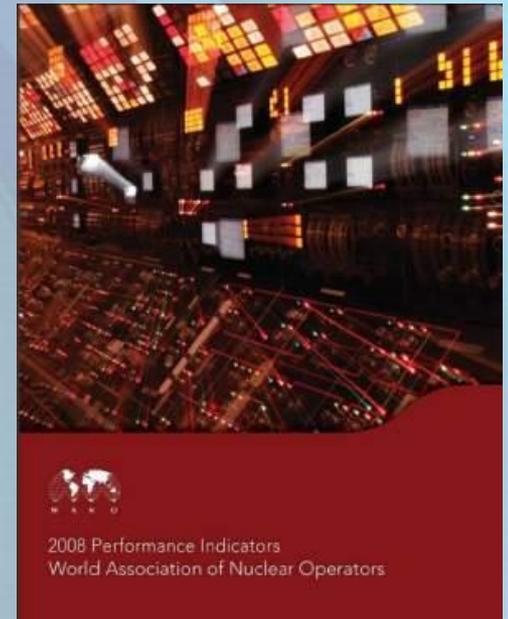
Включает:

- Семинары и конференции специалистов
- Обучение
- Распространение информации



Три вида деятельности объединены в программе
Технической поддержки и обмена информацией:

- Миссии технической поддержки
- Производственные показатели
- Руководства и положительная практика



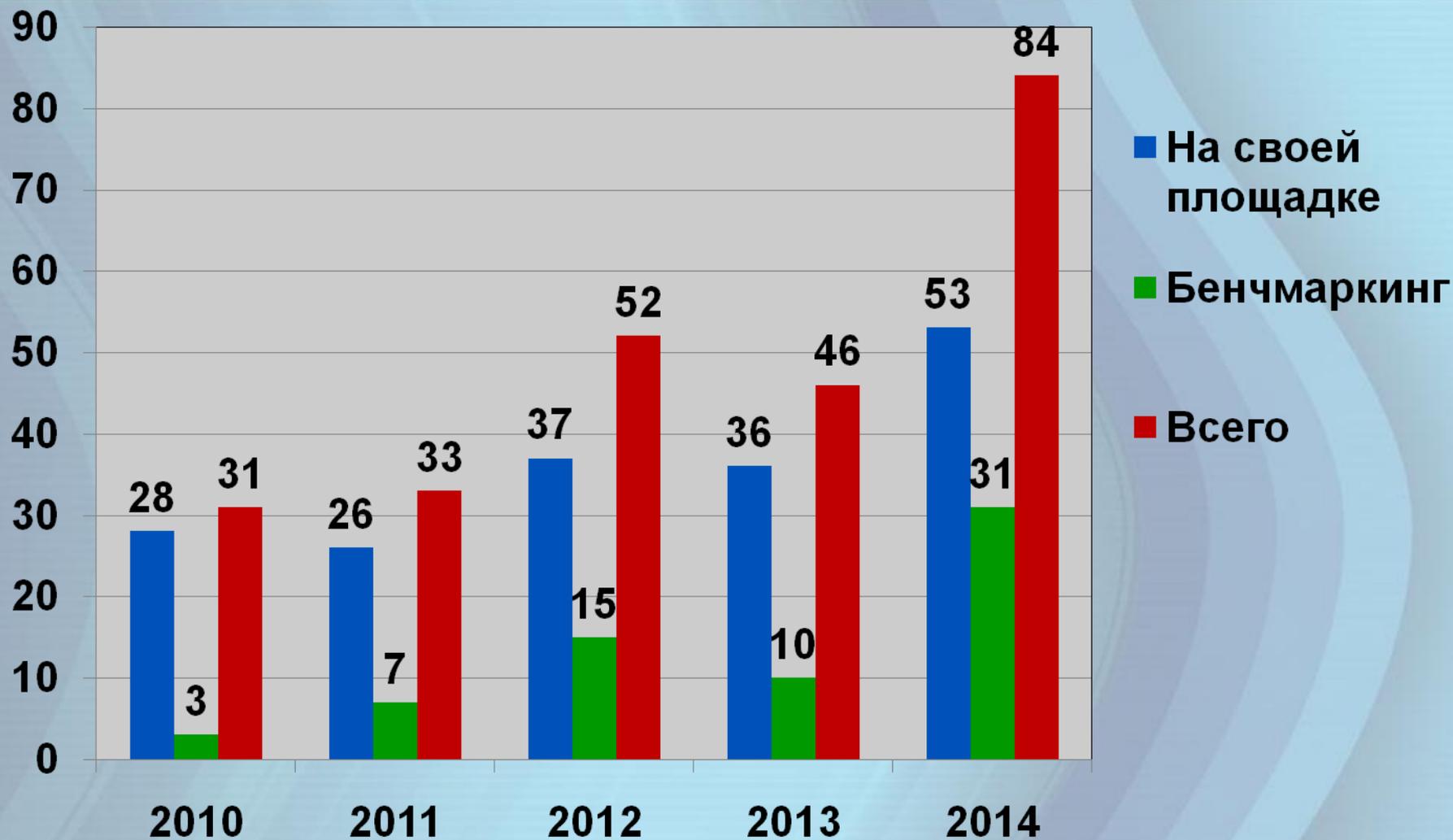
Миссии технической поддержки

- ❑ В задачу миссии технической поддержки входит оказание поддержки членам ВАО АЭС в поиске наилучших путей решения производственных проблем, повышения безопасности и надежности. Миссия технической поддержки проводится на добровольной основе по требованию заказчика – атомной станции
- ❑ Продолжительность миссии – от двух дней до двух недель.
- ❑ Областями пристального внимания являются самые разные проблемы станции

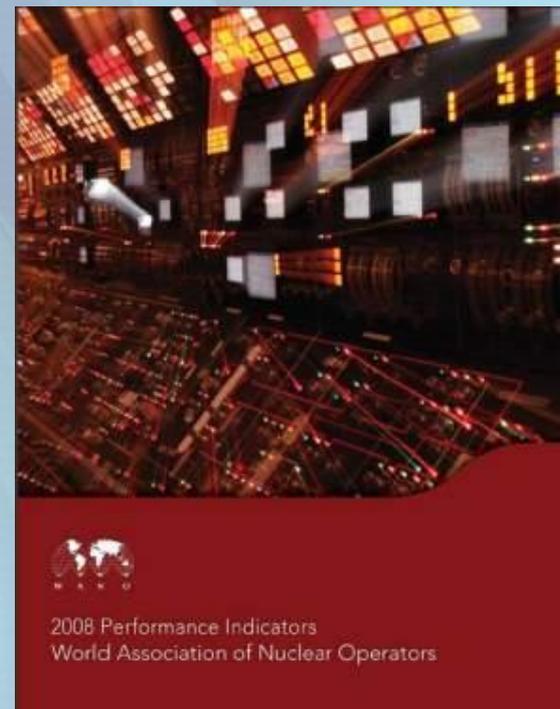
Виды МТП

- 1) Экспертная (обмен информацией и лучшим мировым опытом)
- 2) Проверка состояния конкретных областей деятельности станции (assist visit)
- 3) Обучающая
- 4) Визит по обмену опытом (бенчмаркинг)

Миссии технической поддержки



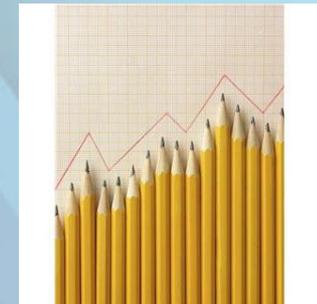
- ❑ **Производственные показатели**
 - ❑ Представляют еще один метод оказания поддержки атомной станции, который позволяет сравнить свои производственные показатели с показателями других АЭС и выявить направления для повышения уровня эксплуатации станции.
 - ❑ Индикаторы используются также для установления передовых предприятий отрасли для обмена положительным опытом эксплуатации или при подготовке партнерской проверки ВАО АЭС.



ВАО АЭС: 12 показателей работы АЭС в 4 категориях

1. Коэффициент готовности энергоблока
UCF – Unit Capability Factor
2. Коэффициент неготовности энергоблока
UCLF – Unplanned Capability Loss Factor
3. Коэффициент вынужденных потерь электроэнергии
FLR – Forced Loss Rate
4. Непланные автоматические аварийные остановы реактора в критическом состоянии
UA7 – Unplanned Automatic Scrams per 7,000 Hours Critical
5. Непланные аварийные остановы реактора в крит. сост. (автоматическое + ручное)
US7 – Unplanned Scrams per 7,000 Hours Critical (automatic + manual)
6. Коэффициент недовыработки по причинам, связанным с работой энергосистемы
GRLF – Grid Related Loss Factor
7. Работоспособность систем безопасности (САОЗ ВД, САПВ, Авар.ЭС)
SSPI - Safety System Performance (SP1, SP2, SP5 – EAC)
8. Коллективная доза радиационного облучения
CRE – Collective Radiation Exposure
9. Показатель надежности ядерного топлива
FRI – Fuel Reliability
10. Химический показатель
CPI – Chemistry Performance Indicator
11. Показатель потерь рабочего времени в результате несчастных случаев персонала АЭС
ISA – Industrial Safety Accident Rate
12. Показатель несчастных случаев у персонала подрядных организаций
CISA – Contractor Industrial Safety Accident Rate

Производство



Надёжность СБ

Радиация, топливо, химия

Безопасность персонала

Комиссия по реформированию ВАО АЭС после событий на АЭС Фукусима

Комиссии по реформированию ВАО АЭС, созданной в апреле 2011г. в ответ на аварию на АЭС Фукусима, было поручено определить, какие изменения должна реализовать ВАО АЭС на основе уроков, извлеченных из этих событий, чтобы помочь в предотвращении или ликвидации подобных случаев в будущем, а также чтобы устранить недостатки в работе ВАО АЭС.

глава канадской атомно-энергетической
компании «Ontario Power»

г-н Митчелл, Председатель Комиссии
Генеральная Ассамблея ВАО АЭС 2011 г.



Из отчета Комиссии по реформированию ВАО АЭС после событий на АЭС Фукусима

*...ядерная отрасль изменилась бесповоротно и чтобы двигаться вперед ВАО АЭС **должна стать намного сильнее и иметь больше влияния на своих членов.** ... если этого не удастся достичь, ВАО АЭС должна будет закрыть свои двери и сложить с себя роль лидера и мирового сторонника ядерной безопасности.*

После аварии на АЭС Фукусима Комиссией были выработаны 5 рекомендаций

1 Расширить объем программ ВАО АЭС для включения вопросов управления проектными основами и аварийными ситуациями

2 Создать стратегию реагирования на события в отрасли

3 Повысить уровень доверия к ВАО АЭС (за счет усиленного внутреннего контроля)

4 Повысить уровень прозрачности ВАО АЭС (обеспечить доступность регулярных отчетов ВАО АЭС для общественности)

5 Повысить внутреннюю взаимосогласованность между региональными центрами ВАО АЭС

Рекомендации Комиссии по реформированию ВАО АЭС после событий на АЭС Фукусима

В ответ на меры, предпринятые после событий на АЭС Фукусима, Комиссией были разработаны проекты по следующим направлениям:

ПРОЕКТ	СТАТУС
1. Самооценка (ЛО)	Завершен*
2. Противоаварийное планирование (АЦ)	Завершен
3. Управление тяжелыми авариями (МЦ)	Завершен
4. Хранение ЯТ на площадке АЭС (ТЦ)	Завершен**
5. План противоаварийного реагирования (ЛО)	В процессе
6. Проектные основы (ПЦ)	В процессе
7. Корпоративные партнерские проверки (ЛО)	Завершен
8. Эквивалентность партнерских проверок (ЛО)	Завершен
9. Информирование о событиях режиме реального времени (ЛО)	Завершен
10. Видимость и прозрачность (ЛО)	В процессе
11. Увеличение частоты проведения партнерских проверок (ЛО)	Завершен
12. Реализация процесса проведения оценки (ЛО)	В процессе

*Самооценка завершена, повторная проверка продолжается

**Разработан SOER, начато внедрение рекомендаций

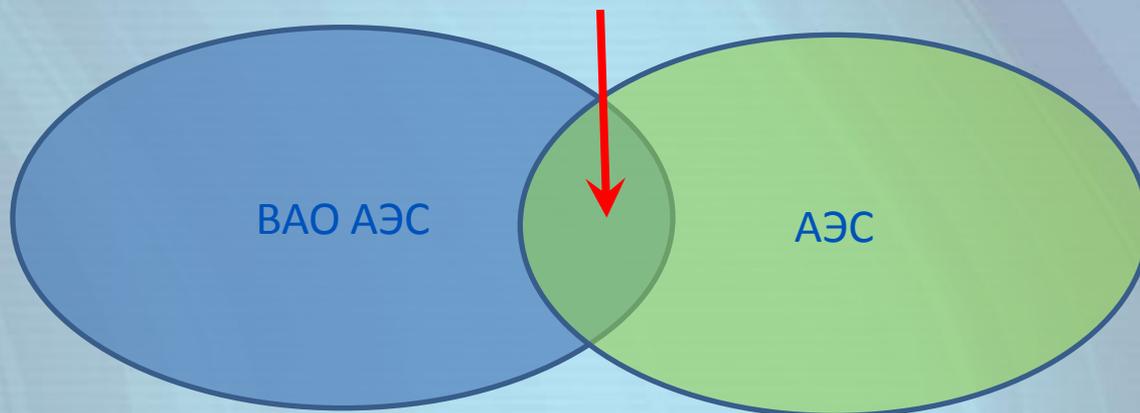
Виды поддержки со стороны ВАО АЭС-МЦ

- распространение материалов по опыту эксплуатации, включая SER, SOER, JIT;
- ознакомление с положительными практиками с других АЭС;
- распространение руководств ВАО АЭС;
- проведение миссии технической поддержки;
- организация бенчмаркинг-визитов;
- проведение тематических семинаров, рабочих встреч, совещаний экспертов и обучающих курсов;
- направление информационных запросов по решению проблемных вопросов на другие АЭС и в другие РЦ;
- участие в самопроверках АЭС;
- проведение assist визитов.

Мониторинг состояния Категории взаимодействия

Создан институт представителей ВАО АЭС практически на всех площадках московского региона

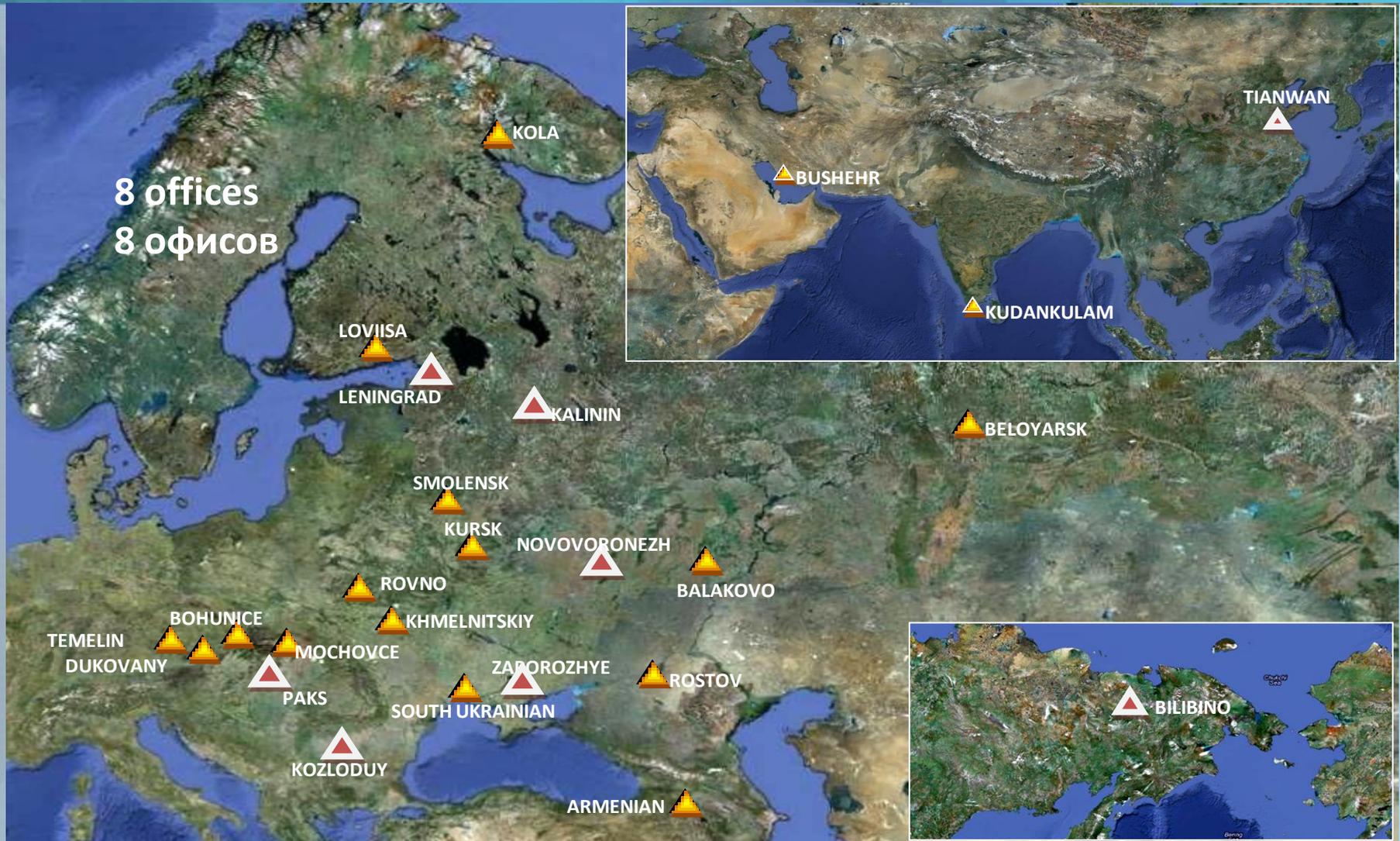
Представитель ВАО АЭС-МЦ на площадке АЭС



В настоящий время предложено
установить пять категорий
взаимодействия : **A B C D E**

Представительства ВАО АЭС-МЦ 09.2012

On-site Representative Offices. 09. 2012



Представительства ВАО АЭС-МЦ 2014 г. On-site Representative Offices. 2014



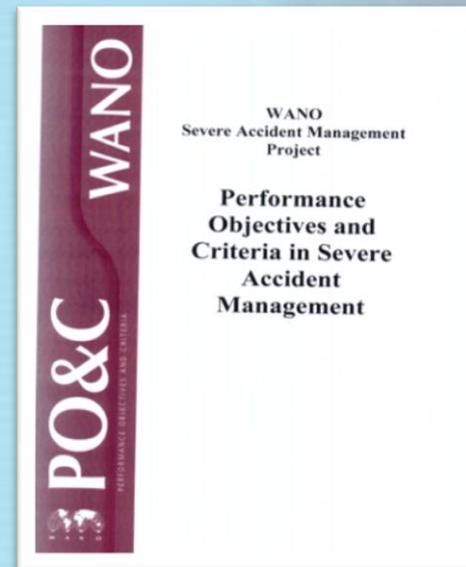
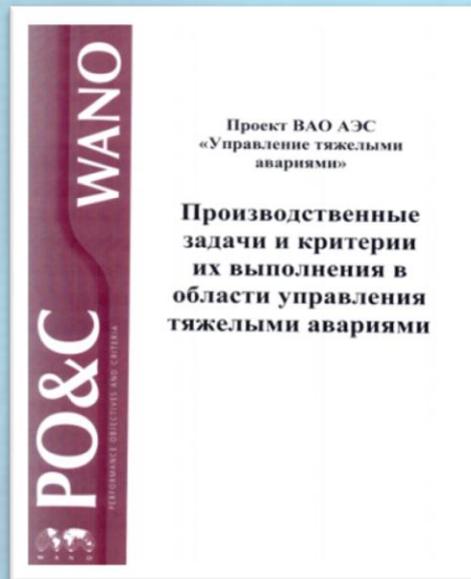
Комиссия по реформированию ВАО АЭС после событий на АЭС Фукусима:

«Внимание ВАО АЭС с момента ее создания было полностью сосредоточено на предотвращении аварий, при этом не были приняты процедуры по рассмотрению ответных мер на возникшую ядерную аварию или локализацию ее последствий»

Поэтому, ВАО АЭС должна сосредоточить внимание как на предотвращении аварий, так и на локализации их последствий, а не ограничиваться только предотвращением аварий

- Одна из рекомендаций Комиссии Митчела по реформированию ВАО АЭС касалась расширения объема программ ВАО АЭС, включая, помимо прочего, **управление тяжелыми авариями (УТА)**
- Общая ответственность за Проект УТА была возложена на МЦ ВАО АЭС.
- И такой проект был завершён 26-го декабря 2012 г.

- **До конца 2015г.** рекомендовано всем АЭС выполнить самооценку в области УТА
- Базой для выполнения самооценки являются ПЗКВ по УТА и руководство «Как проверять УТА», которые были разработаны и направлены МЦ ВАО АЭС в ЭО/на станции



- ❑ Ещё одна из рекомендаций комиссии Митчела по реформированию ВАО АЭС: **Разработка международной стратегии противоаварийного реагирования.**
- ❑ 30 августа 2011г. на семинаре МЦ ВАО АЭС по теме «Стресс-тесты, проведенные на АЭС МЦ ВАО АЭС», было принято решение о создании Регионального Кризисного Центра (РКЦ) для АЭС с реакторами типа ВВЭР для содействия в процессе принятия решений во время тяжелых аварий.

- ❑ Обеспечение поддержки при возникновении аварии на АЭС.
- ❑ Распространение среди своих членов информации о важных для безопасности событиях на АЭС.
- ❑ Формирование единого информационного и экспертного пространства.



Принцип № 1: Постоянная готовность

Принцип № 2: Оптимизация информационных потоков

Принцип № 3: Оперативное оповещение

Принцип № 4: Конфиденциальность

Принцип № 5: Экспертная поддержка

Принцип № 6: Оказание материально-технической помощи

Принцип № 7: Использование накопленных знаний

Принцип № 8: Проведение учений и тренировок

Принцип № 9: Добровольность

Уровень 1

Уровень 2

Уровень 3

Участники: все 11 эксплуатирующих организаций, входящих в ВАО АЭС-МЦ.

- Уровень 1 – Финляндия, Чехия, Словакия, Венгрия, Украина, Болгария
- Уровень 2 – Иран, Китай
- Уровень 3 – Россия, Армения
- Не определилась – **Индия**

- ❑ Эксплуатация РКЦ началась **14 марта 2013 г.**;
- ❑ Заключены Соглашения по РКЦ с девятью ЭО, входящими в ВАО АЭС-МЦ;
- ❑ «Положение о РКЦ ...» утверждено на Совете Управляющих ВАО АЭС–МЦ в октябре 2012 г.;
- ❑ Разработаны «Регламент информационного обмена между РКЦ и участниками РКЦ-ВВЭР» и «Регламент функционирования РКЦ»;
- ❑ РКЦ принял участие в комплексных международных учениях по аварийной готовности и реагированию с условным исходным событием:
 - ✓ 14 марта 2013 г. на АЭС Ловииза (Финляндия).
 - ✓ 18-20 сентября 2013 г. на Калининской АЭС.



- Заключение Соглашений по РКЦ с компанией «Словенске электрарне» (Словакия) и АЭС Куданкулам (Индия);
- Участие РКЦ в 3-х противоаварийных учениях на Кольской АЭС, АЭС Моховце и на АЭС Козлодуй;
- Нарботка эксплуатационного опыта РКЦ и повышение уровня участия ЭО/АЭС в РКЦ;
- Обеспечение информационного обмена в рамках РКЦ в соответствии с «Положением о РКЦ» и Регламентом информационного обмена;
- Выполнение других мероприятий в соответствии с «Планом работ РКЦ на 2014г.»

Спасибо за внимание
Thank You for Your Attention