

# *inside* WANO



W A N O

ЖУРНАЛ ВСЕМИРНОЙ АССОЦИАЦИИ ОРГАНИЗАЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ АЭС

Том XIV

№ 1

2006 год

Новые энергоблоки АЭС Тарапур

4

О преимуществах партнерских проверок

10



W A N O

Журнал «*Inside WANO*» издается Всемирной ассоциацией организаций, эксплуатирующих атомные электростанции, три раза в год и предназначен для всех членов Ассоциации

**РЕДАКТОР**

Энди Вильямсон,  
КЦ ВАО АЭС  
Email: williamson@wanocc.org

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Люк Мампай  
Исполнительный директор  
Дейв Игуарто  
Директор АЦ ВАО АЭС  
Фарит Тухветов  
Директор МЦ ВАО АЭС  
Ив Канаф  
Директор ПЦ ВАО АЭС  
Такаши Шоджи  
Директор ТЦ ВАО АЭС

**WANO OFFICES**

**Coordinating Centre**

Cavendish Court  
11-15 Wigmore Street  
London, W1U 1PF  
United Kingdom  
Tel: +44 (0) 20 7478 9200  
Fax: +44 (0) 20 7495 4502

**Atlanta Centre**

700 Galleria Parkway SE  
Suite 100  
Atlanta, GA 30339-5943  
USA  
Tel: +1 770 644 8602  
Fax: +1 770 644 8505

**Moscow Centre**

Ferganskaya 25  
Moscow 109507  
Russia  
Tel: +7 495 376 15 87  
Fax: +7 495 376 08 97

**Paris Centre**

43 rue Vineuse  
75116 Paris  
France  
Tel: +33 1 53 70 35 55  
Fax: +33 1 53 70 35 53

**Tokyo Centre**

2-11-1 Iwado-kita  
Komae-shi  
Tokyo 201-8511  
Japan  
Tel: +81 (0)3 3480 4809  
Fax: +81 (0)3 3480 5379

**НА ОБЛОЖКЕ**

Перегрузочная машина на АЭС Тарапур, Индия

# В ЭТОМ ВЫПУСКЕ

От редакции Чтобы всегда помнили	3
Досье Сжатые сроки сооружения АЭС Тарапур-4	4
От первого лица Главное – безопасность эксплуатации	7
Тема номера Преодолевая трудности	8
Партнерские проверки Не хотите принять участие?	10
Конкурс по ОЭ От теории к практике	12
Опыт эксплуатации Опыт эксплуатации приходит на помощь	14

На корпоративном сайте ВАО АЭС ([www.wano.org](http://www.wano.org)) размещены новые Руководства ВАО АЭС

- GL 2006-01, «Руководство по подготовке и обучению цеховых операторов»
- GL 2006-02, «Руководство по выполнению принципов культуры безопасности»
- GL 2006-03, «Руководство по работе персонала, отвечающего за ядерную безопасность»



**Люк Мампай,**  
исполнительный  
директор ВАО  
АЭС, рассуждает  
о командировках,  
коллективизме  
и участии.

Чтобы всегда

# ПОМНИЛИ

«Двадцатая  
годовщина  
Чернобыльской  
аварии служит  
напоминанием о  
важности  
обеспечения  
безопасности».

**Д**ля меня новый год начался так же, как закончился предыдущий, – с командировок. Всемирный масштаб нашей Ассоциации предоставляет неоценимую возможность для встречи с коллегами-атомщиками из разных уголков земного шара.

В январе мне посчастливилось побывать в Индии, и в этом выпуске на страницах 4-6 вы прочтете об индийской АЭС Тарапур. У меня остались неизгладимые впечатления от этой поездки, во многом благодаря тому разительному контрасту, который существует между энергоблоками 1 и 2, сооруженными в шестидесятые годы, и третьим и четвертым блоками второй очереди станции, причем строительство 3-го блока еще продолжается. Различие в пультах управления и проектно-конструкторских решениях, реализованных на энергоблоках первой и второй очереди АЭС, нагляднее всего демонстрирует, насколько далеко вперед продвинулась наша отрасль за этот период времени.

В противовес существующим в ряде европейских стран мораториям на сооружение новых энергоблоков АЭС и принятию законов о свертывании действующих ядерных программ, у атомной энергетики Индии большие перспективы. Ведется строительство нескольких новых энергоблоков, и тот факт, что планируется построить еще больше атомных станций, очень вдохновляет коллектив АЭС Тарапур.

Ядерно-энергетическая корпорация Индии (NPCIL), которая ведет эксплуатацию индийских АЭС, очень хорошо осознает роль общественного мнения и необходимость открытости по отношению к внешнему миру. Поэтому Тарапур-3 стала первой АЭС в Токийском центре, где в январе-феврале этого года была проведена предпусковая партнерская проверка.

Партнерские проверки ВАО АЭС – и предпусковые, и в особенности те, что проводятся на протяжении срока эксплуатации станции, – являются одним из важнейших направлений деятельности ВАО АЭС. Они чрезвычайно полезны как для принимающей станции, так и для членов команды партнерской проверки. И эту пользу трудно переоценить. Когда я работал директором АЭС Дуль в Бельгии, мне

приходилось выступать в роли и руководителя команды партнерской проверки, и ответственного представителя ВАО АЭС. Я также способствовал активному участию персонала нашей станции в партнерских проверках на других АЭС. В настоящее время на АЭС Дуль партнерские проверки ВАО АЭС проводятся раз в три года.

Участие в партнерских проверках позволяло мне получить более полное представление о том, что происходит в нашей отрасли, и быть в курсе проблем, с которыми сталкиваются другие АЭС. Так же велика польза и от партнерской проверки на своей АЭС. Мы получали точный диагноз «состояния здоровья» станции, а свежий взгляд со стороны коллег позволял предотвратить развитие скрытых от наших собственных глаз «недугов». Более подробно о партнерских проверках рассказывается на страницах 10-11.

Подобно партнерским проверкам, программа по опыту эксплуатации основана на совместной работе и обмене опытом. В статьях на страницах 12 и 14 приводятся конкретные примеры практического использования возможностей, предоставляемых этой программой ВАО АЭС.

Технические визиты, партнерские проверки, использование опыта эксплуатации – все это должно напоминать каждому из нас о необходимости постоянного повышения безопасности, где бы мы ни трудились. Двадцатая годовщина Чернобыльской аварии служит напоминанием о важности обеспечения безопасности. Помните, что безопасность – превыше всего.



**Ом Пракаш Гоял,** директор АЭС Тарапур (Индия), рассказывает о методах сокращения сроков строительства нового энергоблока.

# Сжатые сроки строительства АЭС Тарапур-4

**Строительство продолжалось всего 60 месяцев – от закладки первого куба бетона в марте 2000 года до физического пуска 6 марта 2005 года, на семь месяцев раньше срока.**

**А**ЭС Тарапур, расположенная на западном побережье в ста километрах от Бомбея, занимает особое место в истории атомной энергетики Индии. Именно там в 1969 году были введены в эксплуатацию первые промышленные энергоблоки АЭС, сокращенно именуемые TAPS 1 и 2. Оба энергоблока с кипящими реакторами установленной мощностью 160 МВт(эл) каждый были сооружены и сданы «под ключ» американской компанией «Дженерал Электрик».

Спустя четверть века на АЭС Тарапур отметили другую знаменательную дату: 12 сентября 2005 года был сдан в промышленную эксплуатацию крупнейший в Индии энергоблок TAPP-4, спроектированный и сооруженный по отечественной технологии. Строительство этого энергоблока с реактором типа PHWR (тяжеловодный реактор с водой под давлением) мощностью 540 МВт(эл) продолжалось всего 60 месяцев – от закладки первого куба бетона в марте 2000 года до физического пуска 6 марта 2005 года, на семь месяцев раньше срока.

«Концепция, проект, оборудование, технология изготовления – все это целиком отечественные разработки», - говорит руководитель проекта В. С. Агравал. – «Станция была построена за пять лет, что является значительным достижением». Для сравнения, строительство блоков 3 и 4 АЭС Раджастан, эксплуатация которых началась в 2000 году, длилось в два раза дольше.

Еще один энергоблок - TAPP-3 с реактором PHWR мощностью 540 МВт(эл) - планируется сдать в промышленную эксплуатацию в 2006 г. Оба новых блока проектировались и сооружались Ядерно-энергетической корпорацией Индии (NPCIL). В феврале-марте 2006 г. на TAPP-3 была проведена первая в Токийском центре предпусковая партнерская проверка ВАО АЭС.

## Строительство

У Индии большие планы в области атомной энергетики. В настоящее время идет строительство восьми энергоблоков АЭС, а к 2020 году намечено довести суммарную установленную мощность АЭС до 20 ГВт(эл). Для реализации этих грандиозных планов компания NPCIL использует различные способы сокращения сроков и стоимости

Энергоблоки 3 и 4 АЭС Тарапур



строительства, и в частности следующие:

- совершенствование и стандартизация проекта
- применение новейших автоматизированных систем для планирования и контроля
- монтаж тяжеловесного оборудования через открытый купол гермооболочки, что позволяет сверхмощным кранам опускать основное оборудование сверху к месту его установки
- максимальное использование сборных и модульных конструкций
- активное привлечение отечественных производителей с целью обеспечения своевременности поставок
- внесение в контракты условий о премиях и штрафных санкциях, а также их промежуточная корректировка
- заключение сверхкрупных контрактов (так называемых "мега пакетов"). Ранее в ходе строительства заключалось до нескольких сотен различных контрактов, а на TAPP-4 их было менее сорока

Все эти нововведения неизбежно повлекли за собой и новые трудности, самыми большими из которых были рациональная организация поставок узлов и компонентов в связи с ускорением темпов монтажа и возможность гибко менять последовательность монтажных операций, если в этом возникала необходимость.

## Формирование коллектива

Подбор персонала для руководства пусконаладочными работами, эксплуатацией и ремонтом был залогом успешной работы энергоблока TAPP-4.

БЦУ 3-го и 4-го блоков АЭС Тарapur



Роторы турбины



Приводы органов регулирования СУЗ



Сначала компания NPCIL отобрала на других индийских АЭС руководителей, стаж работы каждого из которых в среднем составлял 20 лет. К ним присоединились опытные, квалифицированные специалисты, включая оперативный, ремонтный, инженерный и надзорный персонал. Проводился подбор персонала среди талантливой молодежи – студентов университетов и других учебных заведений.

Умелое сочетание молодости и зрелости при формировании коллектива принесло хорошие плоды. "Нам удалось построить четвертый энергоблок за пять лет благодаря духу товарищества и упорному труду", – считает главный инженер по строительству Х.Д.Сингх.

Первой задачей коллектива была подготовка к пусконаладочным работам. Это включало в себя разработку станционной документации – процедур,

технологических схем, учебных материалов, планов, инструкций по эксплуатации, техобслуживанию и ремонту. Также требовалось провести все необходимые согласования и получить соответствующие разрешения в правительстве страны и местных органах власти.

### Подготовка персонала и лицензирование

Еще одной областью, где требовалась большая подготовительная работа, было обучение и лицензирование станционного персонала.

Необходимость системного подхода к обучению с самого начала осознавалась как одно из важнейших условий для успешного выполнения пусконаладочных работ нового блока, его последующей эксплуатации, техобслуживания и ремонта. В обучении персонала были задействованы проектировщики систем, затем шла непрерывная подготовка с участием инженеров, осуществлявших пусконаладочные работы. Компанией NPCIL был также спроектирован, изготовлен и установлен на станции тренажер.

### Пусконаладочные работы

По завершении строительства на TAPP-4 начались пусконаладочные работы. Сначала проводилось подключение пускорезервного трансформатора и опробование электрооборудования, включая аварийные дизель-генераторы, системы надежного энергоснабжения и аккумуляторные батареи.

Затем последовали испытания вспомогательных систем, включая хозяйственно-питьевое водоснабжение, воздушные компрессоры, системы циркуляционной и технической воды. Большинство из этих систем подрядчики поставляли и монтировали "под ключ", поэтому их опыт очень пригодился для более оперативного и безопасного проведения пусконаладочных работ.

Хотя в ходе строительства на хорошем уровне поддерживались чистота и порядок, и была введена в действие программа предотвращения попадания посторонних предметов, перед полномасштабной промывкой всех систем и технологических контуров были спроектированы, изготовлены и установлены специальные трубопроводы, фильтры, насосы и аппаратура.

Монтаж тяжеловесного оборудования



С целью сокращения сроков пусконаладочных работ, для проверки механизмов управления реактивностью были изготовлены и использованы вне реакторные макеты. Эти механизмы еще раз прошли полное опробование внутри активной зоны во время испытаний системы на легкой воде для проверки базы измерений и достоверности данных.

Компания NPCIL внедрила на TAPP-4 новые автоматизированные системы и оптоволоконные сети для передачи сигналов. Так как эти системы были новыми, компания выполнила независимую верификацию и валидацию всех автоматизированных систем, а также провела аудит в соответствии с современной международной практикой.

Из-за большого масштаба работ технические проблемы были неизбежны. Например, во время пусковых операций вышел из строя подогреватель компенсатора давления. Стационарный персонал своими силами справился с заменой оборудования и повторным пуском, но на это ушло около трех недель.

Все пусконаладочные работы проводились круглосуточно. Главный инженер Р.К.Гарги отметил, что персонал выполнял все работы с большим энтузиазмом.

### Работать параллельно

Одним из основных путей сокращения сроков сооружения TAPP-4 было проведение пусконаладочных работ параллельно со строительными. Компоненты и трубопроводы в системах опробовались поэлементно, так что к моменту завершения строительных работ система была практически готова к работе, а все первоначальные проблемы были выявлены и устранены.

Для поддержания хороших условий труда приоритет отдавался сдаче-приемке систем вентиляции замкнутых пространств.

Параллельное производство строительных и пусконаладочных работ создавало трудности, так как некоторые системы не были готовы к сдаче полностью из-за графика поставок деталей и узлов. Поэтому, чтобы не снижать темпов строительства и не ставить под угрозу безопасность,

персонал отдела пусконаладки разрабатывал и внедрял альтернативные технические решения. Вот несколько примеров:

- использование системы и резервуара питьевого водоснабжения вместо третьего контура охлаждения
- сооружение временной дамбы на водозаборном канале во время строительства третьего контура охлаждения

Использовались и другие идеи для ускорения сроков пуска блока, как например:

- установка воздушного компрессора высокого давления для емкостей системы аварийного охлаждения реактора и создания давления в ресиверах второй системы аварийного останова реактора
- использование существующих осушителей паров тяжелой воды и подогревателей для просушки систем тяжелой воды после приемки систем на легкой воде.

Об успешном проведении пусконаладочных работ и испытаний свидетельствовал тот факт, что очередные по графику работы были выполнены с первого раза и в кратчайшие сроки:

- испытания гермооболочки на прочность и плотность
- пуск системы замедлителя на легкой воде
- горячая обкатка первого контура
- испытания компенсатора давления
- дренирование и осушение контуров тяжелой воды
- заполнение тяжелой водой первого контура охлаждения реактора и контура замедлителя
- первый выход на MKU

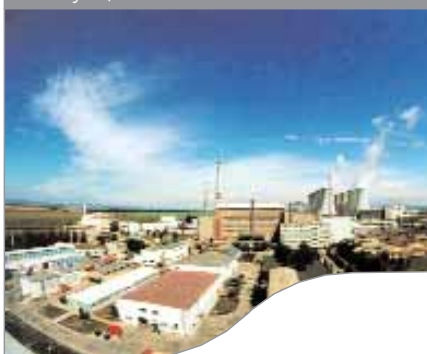
Работать на TAPP-4 оказалось чрезвычайно интересно. Каждая возникающая при пусконаладочных работах проблема придавала сил и уверенности в успехе. Теперь главная задача – обеспечить наивысший уровень безопасности и надежности при эксплуатации этого энергоблока.



**Мирослав Пикус,**  
председатель правления  
и генеральный директор  
компании «Словенские  
электрарне»,  
характеризует состояние  
атомной энергетики  
в Словакии.

# Главное – безопасность эксплуатации

АЭС Богунице



«Я верю в то,  
что будущее  
энергетической  
отрасли в  
Центральной  
Европе  
неразрывно  
связано с  
атомной  
энергией».

Словакия – страна небольшая, но, несмотря на это, обладает большим опытом мирного использования ядерной энергии. Атомная энергетика Словакии зародилась в пятидесятые годы прошлого столетия с сооружением реактора А-1 в Богунице.

В настоящее время компания «Словенские электрарне» (Slovenské Elektrárne plc) эксплуатирует две АЭС – Богунице и Моховце – с шестью энергоблоками с реакторами ВВЭР-440. Совокупный опыт эксплуатации превышает 100 реакторо-лет, и доля атомной энергетики в энергобалансе страны составляет почти 60%.

АЭС Богунице – самая крупная в Словакии атомная станция. Первая очередь (известная как V1) – это два энергоблока первого поколения с реакторами ВВЭР-440/230. Вторая очередь (или V2) – энергоблоки 3 и 4 второго поколения с реакторами ВВЭР-440/213. На площадке АЭС Богунице также расположены объекты, обеспечивающие вывод энергоблоков из эксплуатации, и хранилище для отработавшего топлива и радиоактивных отходов.

Одним из условий вступления Словакии в Европейский Союз в мае 2004 года стало согласие правительства на досрочный останов энергоблоков первой очереди (V1) в 2006 и 2008 годах. С точки зрения Евросоюза, безопасность этих энергоблоков советского производства невозможно повысить до приемлемого международного уровня, несмотря на завершившуюся в 2000 году программу модернизации и реконструкции стоимостью 250 млн. долларов США.

Я не думаю, что существуют какие-либо экономические или технические причины для останова энергоблоков первой очереди. Тем не менее, решение об их закрытии поставило перед нами новые задачи: подготовить все необходимое, включая оборудование, персонал, документацию и соответствующие лицензии, для

безопасного останова и снятия с эксплуатации этих энергоблоков, а также продумать вопрос о замещающих мощностях.

Сейчас объектом крупных капиталовложений являются блоки V2, программа модернизации которых направлена на продление срока эксплуатации и повышение номинальной мощности.

АЭС Моховце – это два действующих энергоблока второго поколения с реакторами ВВЭР-440/213. Сооружение блоков 1 и 2 было приостановлено в 1993 году из-за модернизации АСУТП и отсутствия финансирования. В 1995 году строительство АЭС Моховце возобновил международный консорциум, и блоки 1 и 2 были сданы в промышленную эксплуатацию в 1998 и 2000 годах. Но и теперь, на действующих блоках, внимание к повышению уровня безопасности не ослабевает.

Сооружение энергоблоков 3 и 4 АЭС Моховце было приостановлено в 1993 году, но их достройка остается оптимальным и наименее затратным путем для замещения выбывающих мощностей первой очереди АЭС Богунице.

В начале 2005 года наше правительство приняло решение о продаже 66-процентного пакета акций «Словенские электрарне» итальянской энергетической компании «Энел» (Enel SpA). Это решение и последовавшая за ним реорганизация нашей компании явились единственной в подобной ситуации возможностью для выживания в условиях свободного европейского энергорынка. Тем не менее, я верю в то, что будущее энергетической отрасли в Центральной Европе неразрывно связано с атомной энергией.

Преодолевая

# ТРУДНОСТИ

У каждой АЭС  
бывают  
трудности. Все  
дело в том, как  
эти трудности  
преодолевать.

**Р**уководство английской АЭС Данджнесс-Б, расположенной к юго-востоку от Лондона, откровенно говорит о проблемах, с которыми пришлось столкнуться станции.

АЭС Данджнесс, принадлежащая компании «Бритиш Энерджи», – одна из первых АЭС с усовершенствованными газоохлаждаемыми реакторами (AGR), и потому ей пришлось с самого начала столкнуться с рядом серьезных проблем. В силу этого пуск энергоблоков состоялся только в 1983 году – с 11-летним отставанием от графика. В первые годы эксплуатации мощность энергоблоков была ограничена из-за дополнительных технических проблем, связанных с проходками паропроводов и работой системы транспортировки, хранения и перегрузки топлива. В 1994 году на работе станции негативно сказались длительные остановки из-за ремонта паропроводов и проходок.

У каждой АЭС бывают трудности. Все дело в том, как эти трудности преодолевать. С 1997 года в повышение уровня безопасности АЭС Данджнесс-Б было вложено более 100 млн. фунтов, велось тесное сотрудничество по линии ВАО АЭС с целью повышения уровня эксплуатации. Так, в июле 2003 года на АЭС Данджнесс была проведена миссия технической поддержки (МТП) по улучшению работы персонала, а в мае 2004 года – партнерская проверка ВАО АЭС.

«Данджнесс первой из АЭС компании «Бритиш Энерджи» обратилась к ВАО АЭС за помощью в области повышения качества работы персонала», – поясняет Энн Уорд, руководитель службы работы с персоналом. – «Главным стимулом для нас было желание повысить уровень безопасности, который тогда был ниже, чем на других АЭС».

В МТП по улучшению работы персонала участвовали международные эксперты с большим опытом работы в этой области. Их задачей было выявить имеющиеся недостатки и дать рекомендации для улучшения ситуации.

«Первой рекомендацией было назначение руководителя по работе с персоналом, и буквально через несколько недель после проведения МТП на эту должность был назначен Дейв Овери», – продолжает Уорд. – «Мы также пригласили эксперта со стороны, чтобы они вместе с Дейвом

АЭС Данджнесс-Б



разработали учебную программу для персонала АЭС Данджнесс-Б».

Главным элементом программы явилась методика повышения качества работы персонала, основанная на предотвращении ошибок и овладении моделями поведения согласно требованиям руководства. То, что руководство постоянно подчеркивает свои требования к персоналу и на личном примере демонстрирует приверженность этим принципам, в свою очередь, приводит к меньшему количеству ошибок персонала и нарушений в работе АЭС.

«Примерно в это же время «Бритиш Энерджи» приступила к реализации корпоративной программы улучшения работы персонала (УРП) по результатам корпоративной партнерской проверки ВАО АЭС», – отмечает Уорд. – «Эффективное применение методов повышения качества работы персонала было признано очень важным для безопасной и надежной эксплуатации, и потому работа, проделанная нами на Данджнесс-Б, стала составной частью хорошо скоординированной корпоративной программы».

Через год после проведения МТП на АЭС Данджнесс-Б состоялась первая партнерская проверка ВАО АЭС, которую в течение трех недель провели 20 экспертов из восьми стран мира.

«Команда оценивала все аспекты эксплуатации станции в соответствии с документом ВАО АЭС «Производственные задачи и критерии их выполнения», – объясняет Уорд. – «Была выявлена одна

Первые годы эксплуатации АЭС Данджнесс-Б выдались трудными. При поддержке со стороны ВАО АЭС будущее выглядит многообещающим.

Визит на станцию членов Совета управляющих и директоров ВАО АЭС



Полномасштабный тренажер БЦУ



основная сильная сторона и несколько областей для улучшения».

Работа, проведенная перед партнерской проверкой и после ее завершения, наглядно продемонстрировала пользу от сопоставления собственных достижений с лучшей мировой практикой.

«По итогам партнерской проверки был составлен перечень мероприятий для устранения недостатков, выявленных командой экспертов ВАО АЭС», – продолжает Уорд. – «Он стал частью общестанционного плана, в который входят все мероприятия по совершенствованию работы, включая УРП, и который нацелен на внедрение в станционную деятельность лучшей отраслевой практики и стандартов».

План состоит из более чем 150 пунктов и включает, в частности, мероприятия по повышению эффективности управления, совершенствованию инженерной поддержки и эксплуатации.

Эти изменения благоприятно сказались на производственных показателях. В 2004–2005гг. была достигнута рекордная выработка на протяжении 12 месяцев равная 7,4 ТВт-ч, и наполовину сократилось количество долгосрочных дефектов. Кроме того, существенно снизилось число учетных нарушений в работе, и проявилась устойчивая динамика в улучшении

производственных показателей.

В июле 2005г. члены Совета управляющих и директора центров ВАО АЭС посетили Данджнесс-Б и смогли воочию наблюдать не только улучшение технического состояния станции, но и те положительные сдвиги, которым способствовало сотрудничество по линии ВАО АЭС.

Произошедшие перемены к лучшему придали компании «Бритиш Энерджи» уверенности, и в сентябре 2005г. было сделано заявление о 10-летнем продлении назначенного срока эксплуатации АЭС Данджнесс-Б.

«Очень важным для продления срока эксплуатации явилась растущая уверенность, как внутри компании, так и среди участников рынка, в способности станции экономично и надежно работать», – считает директор станции Алан Оултон.

«И программа по улучшению работы персонала, и мероприятия по результатам партнерской проверки – все это продемонстрировало нашу решимость неуклонно повышать уровень эксплуатации в соответствии со стандартами ВАО АЭС», – заявил Оултон. – «Мы продолжаем тесно сотрудничать с ВАО АЭС, и в апреле 2006 года по нашей заявке на Данджнесс-Б пройдет миссия технической поддержки ВАО АЭС. Это еще один пример того, как ВАО АЭС помогает нам неуклонно улучшать показатели безопасности и надежности эксплуатации».

# Не хотите принять участие?

Партнерская проверка – это трудный, требующий большого напряжения сил процесс, и в то же время – неоценимый опыт, как для членов команды, так и для персонала станции.

**П**редставьте себе: трехнедельное бесплатное путешествие на солнечный юго-запад Франции. Такие перспективы открывались перед командой из 23 человек, прибывших в мае 2005 года на АЭС Гольфеш для проведения партнерской проверки. Реальность же, не говоря о погоде, не по сезону холодной и сырой, оказалась совсем не похожей на каникулы, как это могло бы выглядеть со стороны. Партнерская проверка – это трудный, требующий большого напряжения сил процесс, и в то же время – неоценимый опыт, как для членов команды, так и для персонала станции.

Первая партнерская проверка ВАО АЭС состоялась в 1992 году, а сейчас поставлена цель проводить партнерскую проверку каждой АЭС не реже одного раза в шесть лет. Юрий Трощенко, руководитель программы партнерских проверок ВАО АЭС, который был экспертом в шести проверках и в двух действовал как координатор, комментирует: «Возможности программы партнерских проверок очень велики, и надо их использовать с максимальной эффективностью. Мир меняется, и партнерские проверки также должны изменяться в соответствии с новыми обстоятельствами. Один из примеров таких изменений – недавно разработанные критерии для отбора членов команды и улучшения качества проведения партнерских проверок».

Задолго до того, как члены команды прибудут к месту проведения партнерской проверки и поселятся в гостинице неподалеку от АЭС на долгих три недели, уже проделана большая подготовительная работа.

Филипп Ласнье был представителем станции в команде партнерской проверки. Он начал подготовку к проверке в ноябре 2004 года, и иногда ему приходилось сталкиваться с непредвиденными трудностями: «Я не привык так много и подолгу говорить по-английски, и мне было трудно понять акцент некоторых экспертов. К тому же, в начале 2005 года я перешел на новую должность, так что у меня помимо этого было достаточно много работы».

Несмотря на все это, Ласнье готов снова принимать партнерскую проверку. «Наиболее полезным для меня было

АЭС Гольфеш на юге Франции



общение с экспертами из других стран. Их взгляды порой бывали абсолютно противоположными, и это оказалось поучительным».

Вместе с Ласнье подготовкой к проверке занимался координатор Парижского центра ВАО АЭС Дэвид Маклин. «Работа не начинается и не заканчивается на станции», – отмечает Маклин. – «Перед проверкой предстоит проделать большой объем подготовительной работы, а по окончании проверки, после возвращения в Парижский центр, мне необходимо решить непростую задачу формирования отчета о проверке».

«Руководство командой профессионалов из разных стран иногда напоминает попытку пасти кошек!» – продолжает Маклин. – «В то же время, у каждого эксперта есть своя сильная сторона, и, собранные воедино, они помогают станции оценить наилучшие пути выполнения работ».

Число экспертов в команде может меняться, но это непременно многонациональная команда, и ее состав отражает разнообразие и широкий диапазон практики эксплуатации среди членов ВАО АЭС. Каждая проверка проводится согласно установленному перечню областей эксплуатации станции.

Первая неделя посвящена подготовке и обучению экспертов, поскольку эти знания для них так же важны, как и профессиональные знания для персонала станции. В это же время формируется командный дух и проводятся встречи с партнерами от принимающей станции. Вторая неделя – это самый главный этап

Более 275 партнерских проверок было проведено с 1992 года. Каждая из этих проверок предоставляла станциям возможность сравнить их работу с лучшими международными стандартами. Не пора ли и Вам принять участие?

Команда партнерской проверки



Координатор (слева) и руководитель команды партнерской проверки



партнерской проверки, в это время проводятся наблюдения всех аспектов безопасности АЭС и составляются отчеты о наблюдениях. На заключительной неделе наблюдения обобщаются в проект конфиденциального отчета, который содержит выявленные области для улучшения, а также сильные стороны эксплуатации станции.

Руководитель команды играет решающую роль в успехе партнерской проверки. «Для руководителя команды очень важно создать атмосферу открытости и заинтересованности, чтобы партнерская проверка оказалась полезной и для персонала станции и для членов команды», – считает Трощенко.

На АЭС Гольфеш руководителем команды был Грэг Эванс, директор АЭС Вилфа (Великобритания). «Наиболее трудной задачей было сконцентрировать и удерживать внимание всех членов команды на наиболее важных аспектах проверки», – заметил Эванс. – «Как и в любой команде, важны движущие силы, а когда в ней собраны

20 представителей различных культур, индивидуальные приоритеты иногда вступают в противоречие с интересами коллектива. Для меня наибольший интерес представляло изучение характеров и индивидуальных особенностей экспертов, а также возможность познакомиться с новыми людьми и стать друзьями за короткий промежуток времени».

Киммо Томпури – эксперт в области химии, в настоящее время работающий на финской АЭС Олкилуото, – подчеркивает взаимную пользу партнерской проверки: «Было полезно увидеть на АЭС Гольфеш, как можно те же задачи решать по-другому. Я привез много новых идей и сейчас воплощаю их в жизнь в проектно-отделе АЭС Олкилуото».

Партнерская проверка – это циклическая модель взаимодействия между ВАО АЭС и ее членами, которая включает в себя проведение повторных партнерских проверок (follow-up) и миссий технической поддержки. Важно, чтобы станции участвовали во всех этапах цикла, полагает Валерий Ерсак, руководитель программ ВАО АЭС: «Каждая партнерская проверка дает станции что-то по-настоящему ценное, но при этом станция сама решает, принимать эти предложения, или нет. Важно также, чтобы отчет о проверке дошел до персонала всех уровней».

«Руководство станции должно открыто говорить о результатах проверки и рассматривать ее как трамплин для улучшения работы», – продолжает Ерсак. – «Если станция не принимает эту концепцию, значит, партнерская проверка потерпела неудачу».

Когда партнерская проверка воспринимается правильно, как это и было на АЭС Гольфеш, участие в ней приносит огромную пользу. «В ходе партнерской проверки можно многому научиться, особенно при соответствующем настрое», – говорит в заключение Юрий Трощенко. – «Здесь речь идет не только о технических знаниях, это и обмен опытом, и знакомство с культурой и традициями других стран».

# От теории к практике



«Конкурс прошел очень удачно. Для стационарного персонала это эффективная возможность узнать, как ведется работа с разнообразной технической информацией на других атомных станциях и в других центрах ВАО АЭС».

*Ин-хо Ли,*

*член жюри конкурса по опыту эксплуатации, компания KHNP, Корея*

«Теоретически, между теорией и практикой нет никакой разницы», – говорил Йоги Берра, легенда американского бейсбола. – «А на практике такая разница есть». Аналогичным образом, выпускаемые ВАО АЭС сообщения о событиях обеспечивают теоретическую базу, а степень ее применения на практике зависит от самих станций.

Именно эта идея послужила основой для решения, принятого компанией «Кория Хайдро энд Ньюклеар» (Korea Hydro & Nuclear Power Company; далее – KHNP), о ежегодном проведении конкурса по использованию технической информации (или кратко «конкурса по опыту эксплуатации»). Первый такой конкурс был проведен в июне 2004 года, а второй в октябре 2005 года.

Задачи конкурса следующие:

- подчеркнуть важность информации по опыту эксплуатации (ОЭ) как средства предупреждения отказов оборудования и ошибок персонала
- достичь согласованного подхода к использованию информации
- повысить уровень безопасности и надежности АЭС благодаря использованию важных извлеченных уроков и положительного опыта других АЭС

## Конкурс по ОЭ

Конкурс проводится следующим образом. Каждая атомная станция компании анализирует использование ОЭ в предыдущем году и по итогам стационарного конкурса отбирает лучшие примеры использования ОЭ для передачи в центральный офис компании. После представления презентаций в центральном офисе компании комиссия (жюри) из шести человек во главе с директором отдела производства определяет победителей.

При принятии окончательного решения члены жюри руководствуются следующими критериями:

- значимость опыта эксплуатации
- целесообразность корректирующих мер или усовершенствований с точки зрения повышения безопасности, затрат, пользы и т.д.

В качестве приза победители награждаются зарубежной поездкой с целью проведения бенчмаркинга (сопоставления результатов работы и заимствования положительной

Четыре энергоблока АЭС Вулсон



Посещение Токийского центра ВАО АЭС победителями конкурса



практики) с посещением атомной станции и других региональных центров ВАО АЭС. Это дает еще одну возможность для сопоставления теории и практики путем сравнения методов, используемых на их станции, с методами других АЭС.

## Победитель – АЭС Вулсон

В 2004 году главный приз был присужден АЭС Вулсон-2 (энергоблоки 3 и 4) за использование важных уроков, изложенных в сообщении ВАО АЭС о значительном опыте эксплуатации SOER 2003-1, «Надежность силовых трансформаторов».

Члены жюри отметили, что был проанализирован большой объем документации, и было достигнуто повышение надежности оборудования.

Энергоблоки 3 и 4 АЭС Вулсон были введены в промышленную эксплуатацию

Ввод трансформатора



Ввод трансформатора после покрытия новым изоляционным материалом



в 1998 и 1999 гг., соответственно. На обоих блоках были проблемы с блочными выходными трансформаторами. Проблемы решались с помощью завода-изготовителя путем изменения конструкции и устранения слабых мест. В результате удалось улучшить качество работы трансформаторов.

Однако это не решило проблему полностью. Продолжались случаи отключения вентиляторов охлаждения трансформаторов из-за вибрации и потери питания. В ходе расследования коренных причин и поиска наилучшего пути решения данных проблем неоценимую пользу принес детальный анализ документа ВАО АЭС «SOER 2003-1».

Су-хван Бае, один из членов победившей команды, который возглавлял группу управления ремонтом силовых трансформаторов, отметил следующее: «SOER 2003-1 содержит информацию о трансформаторах на других станциях мира. В нем анализируются многие события, указываются их коренные причины и рекомендуемые корректирующие меры. Благодаря этому документу мы получили много новых идей, которые помогли решить наши проблемы».

Одна из них состояла в том, что срок службы изоляционного материала для высоковольтных вводов трансформаторов составлял всего полтора года, и поэтому в ходе каждого ППР его приходилось менять. Выходом из положения стало применение нового изоляционного материала с пятнадцатилетним гарантийным сроком службы.

Другая проблема была связана с полной потерей питания вентиляторов охлаждения

трансформаторов. Система питания имела ряд недостатков: например, единичный отказ оборудования мог привести к отключению основного и резервного каналов, а в результате отказа одного элемента в системе контроля электропитания требовалось отключение всей системы. Решение было найдено благодаря созданию разделенных цепей управления и подаче питания к двум отдельным частям системы.

Кроме того, персонал АЭС Вулсон-2 изучил разные варианты совершенствования работы вентиляторов системы охлаждения. У существующих вентиляторов отмечалась повышенная вибрация, связанная с формой лопастей и различным углом их разворота. В данном случае проблема была решена благодаря разработке новой конструкции вентилятора с более широкими лопастями и фиксированным углом разворота.

### Изучаем опыт коллег

Победившая команда посетила офисы ВАО АЭС в Токио, Париже, Лондоне, а также побывала на АЭС Торнесс в Великобритании. В ходе состоявшегося обмена информацией подчеркивалась важность опыта эксплуатации, обсуждались методы сбора и отбора информации, сравнивались различные подходы. Например, члены команды отметили наличие на АЭС Торнесс действенной программы корректирующих мер, а также тот факт, что в европейских странах выпускаются сообщения даже о незначительных событиях для предотвращения их повторения.

В 2005 году в конкурсе по ОЭ одержали победу специалисты АЭС Уонгван (энергоблоки 1 и 2). Награда была присуждена за мероприятия, направленные на повышение надежности датчиков положения органов регулирования СУЗ.

«Конкурс прошел очень удачно. Для стационарного персонала это возможность узнать, как ведется работа с разнообразной технической информацией на других атомных станциях и в других центрах ВАО АЭС», – считает Ин-хо Ли, один из членов жюри конкурса. – «Мы планируем продолжать проведение конкурса для формирования у персонала наших атомных станций более ответственного отношения к работе, а также с целью повышения безопасности и надежности АЭС посредством использования опыта эксплуатации».

В 2004 году корейская компания KHNP впервые провела ежегодный конкурс среди своих АЭС на лучшее использование опыта эксплуатации. О результатах конкурса читайте в этой статье.

# Опыт эксплуатации приходит на помощь



**«Задача ВАО АЭС – помочь предотвратить нарушения в работе АЭС за счет обеспечения станциям доступа к информации по опыту эксплуатации, которая должна быть понятной и своевременно поступать к другим членам ВАО АЭС».**

*Дейв Адамс,  
член центральной группы  
ВАО АЭС по опыту эксплуатации*

Греческий философ Плутарх однажды сказал, что «человек не может не ошибаться, но на своих ошибках умные люди в будущем становятся мудрее». Это изречение кратко излагает суть программы ВАО АЭС по опыту эксплуатации (ОЭ).

На всех АЭС нарушения в работе, вызванные разными проблемами – от отказов оборудования и ошибок персонала до недостатков инструкций и проекта, – представляют собой угрозу для безопасности и надежности станции. Программа ОЭ призвана предотвратить повторение аналогичных проблем на других станциях с помощью предоставления информации о важных уроках, извлеченных из данных нарушений.

Главное для этого, прежде всего, своевременное предоставление информации по ОЭ. В Руководстве ВАО АЭС по программе «Опыт эксплуатации» сказано, что отчет о нарушении в работе энергоблока должен быть размещен на сайте ВАО АЭС не позднее, чем через четыре недели после события. Таким образом, извлеченные уроки из ошибок на одной станции, остальные становятся мудрее, и каждая АЭС может помочь повысить безопасность и надежность эксплуатации АЭС всего мира. Кроме того, необходимо, чтобы станции использовали имеющуюся информацию по опыту эксплуатации своевременно и эффективно.

«С годами улучшились как своевременность предоставления информации по ОЭ, так и ее качество», – отметил Дейв Адамс, член центральной группы ВАО АЭС по опыту эксплуатации. – «Но продолжают происходить события, которые можно предотвратить при своевременном предоставлении информации по опыту эксплуатации и ее оперативном и эффективном использовании. Задача ВАО АЭС состоит в том, чтобы помочь предотвратить нарушения в работе АЭС за счет обеспечения станциям доступа к информации по опыту эксплуатации, которая должна быть понятной и своевременно поступать к другим членам ВАО АЭС».

## Водно-химический режим

Одним из примеров того, как своевременное использование ОЭ помогло другой станции предотвратить серьезную проблему, является опыт АЭС Бивер Вэлли (США). Химик-оператор, выполнявший ежедневную дозировку химического реагента в конденсат, заметил, что

скорость заполнения значительно меньше, чем обычно. Он вспомнил, что во время утреннего инструктажа обсуждался инцидент на АЭС Вогл (США), когда ошибочный ввод реагента во второй контур привел к останову энергоблока.

АЭС Вогл оперативно сообщила о случившемся, и данная информация была передана другим станциям по линии ВАО АЭС (EAR ATL 03-001, «Останов двух энергоблоков на длительный период в результате ошибочной дозировки другого реагента в питательную воду парогенераторов»).

Химик-оператор решил проверить, тот ли реагент он использует, и обнаружил, что вместо этаноламина используется биоцид.

«Поставка реагента на станцию была выполнена по обычной схеме», – рассказал Майк Стеранко, начальник химического цеха. – «Работник склада указал на емкость с химическим реагентом, и химик сделал вывод о правильности реагента только с его слов. Он не прочел обозначение на этикетке емкости с реагентом, а также не была выполнена дополнительная проверка правильности выбора реагента перед дозированием».

Осознав свою ошибку, химик-оператор сообщил об этом начальнику химического цеха, а также проверил, не попал ли реагент в растворный бак, который находился в работе для подачи реагента в конденсат.

«Это было почти случившееся событие: ошибка персонала, если бы она не была вовремя обнаружена, могла привести к событию важному для безопасности», – сказал Эд Хабли, начальник службы ремонта на АЭС Бивер Вэлли. – «После этого была выполнена тщательная промывка и контроль на чистоту узла дозировки реагентов, который был уже заполнен биоцидом».

Теперь на АЭС Бивер Вэлли введены требования о независимой проверке правильности выбора реагента перед использованием новой емкости с реагентом. Кроме того, в настоящее время станция пересматривает административные требования, связанные с обращением с химическими реагентами, для обеспечения правильности их выдачи и использования.

## Контроль расхода

Другая станция в США, АЭС Пич Боттом, смогла выявить потенциальную проблему с регуляторами расхода важных систем благодаря эффективному и оперативному использованию

АЭС Бивер Вэлли



Проверка контейнера с химреагентом на АЭС Бивер Вэлли



информации о событии на другой станции.

Во время текущего анализа документов по ОЭ системные инженеры обнаружили информацию о событии на другой станции, связанном с неадекватной работой системы контроля питательной воды во время опробования. Проблема была вызвана ограниченным ресурсом деталей регулятора. По мере старения деталей вероятность отказов увеличивается. Системные инженеры обнаружили, что аналогичный регулятор используется на некоторых важных системах также и на АЭС Пич Боттом.

Своевременное использование информации по опыту эксплуатации позволило станции выполнить предупредительный ремонт до истечения срока службы деталей, что помогло предотвратить потенциальные отказы регуляторов расхода нескольких важных систем.

### Высокие требования

Опыт АЭС Бивер Вэлли и АЭС Пич Боттом – это два примера оперативного и эффективного использования информации по ОЭ. Очень важно, чтобы на станциях были установлены высокие требования к своевременности предоставления и использования такой информации.

«Существуют три практических шага на пути к эффективному использованию информации по ОЭ», – отметил Адамс. – «Прежде всего, руководство должно установить высокие требования и стандарты, подчеркивать необходимость своевременного предоставления информации о нарушениях в работе АЭС и ее использования для улучшения качества работы. Во-вторых, станции должны обеспечить своевременное попадание нужной информации по ОЭ нужному персоналу для принятия мер. И в-третьих, необходимо, чтобы станции разработали методы для повседневного использования ОЭ при эксплуатации АЭС».

В своем докладе на Генеральной ассамблее ВАО АЭС 2005 года председатель ВАО АЭС Билл Кавано подчеркнул важность требований руководства к использованию информации по ОЭ: «Очевидно, что сделанное вами заявление о важности информации по опыту эксплуатации может превратить станции в организации, которые учатся на опыте других».

Данные партнерских проверок ВАО АЭС, миссий технической поддержки и анализ нарушений в работе АЭС показывают, что низкие стандарты и нечеткие требования руководства являются основными причинами неэффективного использования ОЭ. «Напротив, на тех станциях, где успешно используется опыт эксплуатации, руководители активно стремятся учиться на примерах нарушений в работе своих собственных АЭС и других АЭС мира», – сказал Адамс. – «Настоятельные требования руководства упрочняют подход, при котором опыт эксплуатации используется во всех звеньях организации».

Своевременная передача информации нужным лицам – это тоже важная задача. Это и сбор нужной информации, включая подробности малозначимых событий, которые могут подсказать, каким образом можно предотвратить более серьезные события, и быстрое распространение данной информации

Опыт эксплуатации ВАО АЭС означает, что мы можем учиться друг у друга. Но, чтобы этот процесс был эффективным, станции должны своевременно сообщать о нарушениях в работе АЭС, а также эффективно использовать эту информацию.

АЭС Пич Боттом



по линии ВАО АЭС. Станции, эффективно использующие информацию по ОЭ, анализируют широкий спектр событий, акцентируя внимание на тех, которые для них применимы с точки зрения:

- влияния на ядерную безопасность, надежность оборудования или управление реактивностью
- схожести проекта и оборудования
- требований руководства, моделей поведения персонала или станционных программ
- аналогии с ранее имевшими место событиями

Своевременное распространение ОЭ среди нужного персонала, включая персонал подрядных и других привлеченных организаций, требует тщательного продуманной системы. На многих станциях в каждом подразделении есть специалист по опыту эксплуатации, который помогает в использовании ОЭ и обучает методам эффективного применения данной информации.

### ОЭ – часть процесса

Важным шагом для эффективного использования опыта эксплуатации является включение его в текущие станционные процессы. Вот некоторые виды использования ОЭ:

#### ● Опыт эксплуатации для целевых инструктажей (JIT)

Эти документы ВАО АЭС, содержащие в сжатом виде информацию о нарушениях в работе АЭС, могут быть использованы при проведении инструктажей перед выполнением работ, с тем чтобы обратить внимание персонала на возможность существования определенного риска и на возможные последствия ошибок, а также на необходимость использования специальных методов снижения вероятности ошибок. Кроме того, многие станции разрабатывают свои собственные сообщения типа JIT для разных видов работ с учетом специфики станции.

#### ● Инструктажи по нарушениям в работе АЭС

На ряде станций разрабатываются листки для инструктажей о нарушениях в работе АЭС, которые помогают руководителям разных звеньев быстро, точно и постоянно доводить до сведения персонала информацию о причинах и важных уроках событий. Кроме того, это способствует усилению стандартов

и требований руководства с учетом аналогичных условий или обстоятельств.

#### ● Бюллетени по ОЭ

На некоторых станциях координаторы программы ОЭ периодически разрабатывают бюллетени, освещающие важные события и тенденции в работе своей станции и других АЭС мира. Бюллетени помогают персоналу больше узнать о тенденциях в работе станций и предупреждают о потенциальных проблемах.

#### ● Журналы по ОЭ для ППР

На некоторых станциях при подготовке к ППР разрабатываются журналы по ОЭ, которые связаны с конкретными видами работ во время ППР. Этот материал может быть использован на инструктажах перед выполнением работ и во время других обсуждений для привлечения внимания персонала к тем работам, которые будут выполняться во время ППР, и в частности с редко выполняемыми операциями.

### Ценный ресурс

Информация по отраслевому опыту эксплуатации доступна в разных формах и из разных источников. В разделе «ОЭ» на корпоративном сайте ВАО АЭС ([www.wapo.org](http://www.wapo.org)) размещены сотни сообщений о нарушениях в работе АЭС, информация для целевых инструктажей (JIT), «Актуальные темы», рассказывающие о недавних проблемах, а также Руководство по использованию ОЭ. Кроме того, информацию по ОЭ можно получить и из других источников, таких как МАГАТЭ, национальные базы данных, сообщения регулирующих органов, бюллетени поставщиков оборудования, а также внутростанционная документация по нарушениям в работе АЭС. Но, чтобы эта информация приносила пользу, необходимо ее своевременно предоставлять и активно использовать.

«Опыт эксплуатации – это эффективный инструмент для обеспечения ядерной безопасности, улучшения показателей работы и предотвращения проблем, имевших место на других станциях», – считает Люк Мампай, исполнительный директор ВАО АЭС. – «Я рекомендую каждой станции оперативно предоставлять информацию о нарушениях в работе АЭС, а также быстро и эффективно использовать накопленный в ВАО АЭС опыт эксплуатации».