



**РОСАТОМ**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ “РОСАТОМ”**

# **ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПРОДВИЖЕНИИ РОССИЙСКИХ АЭС НА ЕВРОПЕЙСКИЕ РЫНКИ**

**Юкка Лааксонен  
Вице-президент  
Русатом Оверсиз**

**МНТК-2014  
21 мая 2014 г., Москва**

# Введение

Росатом обладает рядом уникальных сильных сторон, которые способствуют конкуренции при экспорте атомных электростанций на европейские рынки.

- Однако победа в конкурсе и заключение контракта на поставку с заказчиком представляют собой лишь частичный успех

Для окончательного успеха важно, чтобы каждый проект был реализован в соответствии с графиком и в рамках бюджета. Это требует:

- Организации, имеющей предшествующий опыт
- Строгого управления цепочкой субподрядчиков
- Близких партнерских отношений с заказчиком
- Поддержки заказчиков в процессе лицензирования и регулирования

**Готовность к лицензированию и регулирующему надзору важна во избежание затратных отставаний от основного графика**

# Сильные стороны Росатома в плане экспорта станций ВВЭР

## Проверенная технология и постоянная эволюция станций с ВВЭР

Для успеха на любых рынках наиболее важными являются:

- характеристики безопасности на самом современном уровне
- компоненты рентабельного энергетического производства

Станции с ВВЭР имеют в своей основе более 50 лет непрерывной эволюции и почти 1500-летний опыт эксплуатации

- хорошие показатели безопасности
- надежность в производстве

Событий, вызвавших радиоактивный выброс в окружающую среду с превышением пределов для нормальной эксплуатации, не было

# Сильные стороны Росатома в плане экспорта станций ВВЭР

## Уникальные средства безопасности новых ВВЭРов

В новых станциях с ВВЭР реализованы несколько технических инноваций, которые не встречаются в других проектах PWR :

- Эффективный останов стержнями предотвращает повторное возникновение критичности в течение неограниченного времени без добавления бора даже при температурах значительно ниже 100° С.
- Эффективная система ввода бора способна остановить реактор в случае истинной аварии типа ATWS (предвидимый переходной процесс без останова реактора) (отсутствие движения управляющих стержней) без повреждения топлива.
- Усовершенствованный радиационный контроль: весьма малые уровни выбросов радиоактивности, доз профессионального облучения и наработки радиоактивных отходов.
- Надежная защита от внешних опасностей, таких как падение большого воздушного судна и сильное землетрясение (сейсмостойкость проверена на опыте землетрясения в Армении в 1988 г. – 10 баллов по шкале MSK).
- Полный набор активных и пассивных систем безопасности, которые способны обеспечить выполнение фундаментальных функций безопасности.
- Инновационные пассивные системы безопасности для предупреждения повреждения активной зоны :
  - система удаления остаточного тепла в атмосферу с использованием замкнутого контура теплопередачи
  - охлаждение активной зоны минимум в течение трех дней после аварии с потерей теплоносителя (LOCA) любого размера.
- Полный набор пассивных систем, необходимых для управления любой мыслимой аварией с расплавлением активной зоны таким образом, что крупные выбросы радиоактивности в окружающую среду предотвращаются.

# Сильные стороны Росатома в плане экспорта станций ВВЭР

## Современные требования безопасности

Российские общие правила обеспечения безопасности АЭС, представленные в ОПБ 88/97 и взятые за основу при проектировании установок ВВЭР типа АЭС-2006, представляют собой один из наиболее современных сводов национальных положений по регулированию безопасности.

Обновление этих норм в ОПБ 88/12 сегодня имеется в виде финальной версии документа, которая находится в соответствии с:

- Нормами МАГАТЭ по безопасности SSR-2/1 для проектирования АЭС
- Целями безопасности для новых АЭС, совместно согласованными европейскими регуляторами ядерной безопасности в рамках ассоциации WENRA.

# Сильные стороны Росатома в плане экспорта станций ВВЭР

## Крупный рынок внутри России

В ноябре 2013 г. правительство приняло решение о сооружении 18 новых энергоблоков с ВВЭР-1200 к 2030 г. Планируется, что все они будут стандартного типа, именуемого ВВЭР-ТОИ, который представляет собой дальнейшую эволюцию модели АЭС-2006.

На сегодня шесть блоков с АЭС-2006 находятся в стадии сооружения, а решение о сооружении еще двух блоков с АЭС-2006 на площадке Ленинградской АЭС-2 было принято ранее.

Все российские АЭС находятся под управлением одной и той же компании Росэнергоатом (РЭА). Единая эксплуатирующая компания дает возможность осуществлять:

- согласованное управление сбором и анализом опыта эксплуатации
- политику реализации постоянных улучшений в части безопасности и надежности

РЭА является разумным заказчиком, который предъявляет строгие требования к новым проектам станций.

# Сильные стороны Росатома в плане экспорта станций ВВЭР

## Управление знаниями в ядерной области

Большое число опытных технических экспертов работают в научно-исследовательских и конструкторских, проектных учреждениях и на предприятиях-изготовителях Росатома.

В большинстве своем они работают в своих профессиональных областях на протяжении всей карьеры :

- Возрастная структура обеспечивает беспрепятственную передачу знаний и опыта непосредственно новому поколению экспертов

Для проведения НИОКР и проверок безопасности Росатом имеет

- тесные связи с научными институтами, которые охватывают весь спектр ядерных технологий
- возможности для изучения поведения технических систем с помощью современных аналитических средств и полномасштабных испытаний.

# Сильные стороны Росатома в плане экспорта станций ВВЭР

## Ядерное топливо высокого качества

Высокое качество топлива, изготовленного в Росатоме, подтверждено эксплуатацией. Оно заслужило хорошую репутацию среди заказчиков.

Долгосрочные контракты, предлагаемые заказчикам, подписаны со многими из них.

Эти контракты дают гарантию надежных поставок топлива и предсказуемых цен на него.

# Сильные стороны Росатома в плане экспорта станций ВВЭР

## Политика локализации субподрядчиков

В Росатоме существует открыто декларируемая политика передачи изготовления элементов и выполнения строительных работ на субподряд местным компаниям в каждой стране заказчика.

Эта политика реализуется в сотрудничестве с национальными промышленными организациями в странах заказчика

- информирование потенциальных субподрядчиков о возможностях
- использование электронной базы данных, в которую потенциальные субподрядчики могут направлять сведения о своих возможностях и продуктах.

# Сильные стороны Росатома в плане экспорта станций ВВЭР

## Разнообразие вариантов финансирования

Росатом может предложить несколько вариантов мер финансирования экспортируемой АЭС в зависимости от пожеланий каждого конкретного заказчика.

# Меры для успешной реализации проекта

## Общие соображения

Имеются проблемы, которые требуют дополнительной работы для того, чтобы закрепить успех на европейских рынках. Большая их часть связана с реализацией проекта.

Учет этих проблем и своевременное проведение подготовки существенно снизило бы риски для основного графика проекта.

- Соблюдение графика оказывает прямое воздействие на рентабельность проектов: важно как для Росатома, так и для его заказчиков.
- Каждый успешный проект повышает доверие к Росатому как надежному поставщику – это лучший стимул для побед в конкурсах на новые проекты.

# Меры для успешной реализации проекта

## Стандартизованный документ для успешного и эффективного ведения конкурсных и лицензионных процедур

Для каждого экспортного проекта необходимо подготовить комплект документации для участия в конкурсе и для поддержки заказчика в процессе лицензирования. Большая часть содержимого этих документов могла бы быть практически идентична для всех проектов, имеющих в своей основе ВВЭР-1200.

- Значительной экономии сил и средств можно достичь путем подготовки типовой технической документации, которая использовалась бы как общая модель во всех проектах.
- Избежать повторения одних и тех же работ в ходе реализации каждого из проектов помогла бы стандартизация документации.

**Росатому следует назначить подходящей организации осуществление координации написания стандартизованных технических документов и поддержку их в актуализированном состоянии.**

# Меры для успешной реализации проекта

## Стандартизованный документ для успешного и эффективного ведения конкурсных и лицензионных процедур (продолжение)

В состав типовой документации следует включить как минимум:

- Модельную конкурсную заявку, содержащую сведения о соответствии Требованиям европейских энергокомпаний (EUR)
- Модельный контракт на проектирование, закупку и строительство (EPC)
- Предварительный отчет по обоснованию безопасности
- Отчеты по оценке безопасности Ростехнадзора для принятия лицензионных решений (лицензия на сооружение, лицензия на эксплуатацию) для референтной станции в России
- Тематические отчеты, описывающие
  - основные расчетные коды и модели, используемые в анализе безопасности
  - детерминистический анализ безопасности, проведенный для демонстрации работы систем безопасности
  - Испытательные установки и испытания, проведенные с целью валидации заявленной безопасности и аттестации средств, используемых в анализе безопасности
- Вероятностный анализ безопасности
- Отчет, демонстрирующий то, что требования, применимые к изготовлению основного механического оборудования, соответствуют европейским требованиям

# Меры для успешной реализации проекта

## Стандартизованный документ для успешного и эффективного ведения конкурсных и лицензионных процедур (продолжение)

Типовая документация была бы полезной для подготовки высококачественных конкурсных заявок, представляемых заказчиком, что улучшило бы позиции Росатома на конкурентных рынках.

На стадии реализации это существенно облегчило бы лицензирование и регулирование и тем самым способствовало бы снижению затрат связанных с регулятором.

- Типичный размер сбора на осуществление лицензирования и регулирования, взимаемого с заказчиков в странах Европы, составляет более 50 млн. евро.
- Стоимость работ в поддержку лицензионного и регулирующего процессов, выполнение которых требуется от поставщиков, может быть даже большей.

Расходы по всему проекту могут быстро возрасти, если какие-либо проблемы, задерживающие реализацию проекта, возникнут в процессе лицензирования или регулирующего надзора в ходе сооружения.

# Меры для успешной реализации проекта

## Доступ к информации о безопасности ВВЭР

Сохранение конфиденциальности информации, связанной с ядерной энергетикой, в рамках предприятий Росатома создает трудности для распространения знаний о проектной безопасности ВВЭР-1200 в потенциальных странах-экспортерах. Недостаток информации является серьезным препятствием для улучшения репутации в части безопасности данной российской АЭС.

Трудно разглядеть какие-либо причины для засекречивания общей информации о безопасности станций с ВВЭР. Соответствующие сведения для большинства других АЭС находятся в открытом доступе на веб-сайтах поставщиков и используются для продвижения продаж.

Общая информация о безопасности ВВЭР не послужила бы использованию российских инноваций другими организациями в коммерческих целях:

- Способность применять ту или иную специфическую технологию может вырасти только из конкретного опыта в сочетании с собственными разработками. Хорошим примером является провалившаяся попытка конкурента изготовить ядерное топливо для ВВЭР-1000, несмотря на то, что он имел доступ к рабочим чертежам и данным по материалам.

# Меры для успешной реализации проекта

## Доступ к информации о безопасности ВВЭР (продолжение)

В помощь маркетингу и лицензированию станций с ВВЭР было бы полезно выпустить высокоуровневый приказ Росатома, устанавливающий, что вся документация по безопасности, относящаяся к экспортным проектам, должна детально оцениваться теми институтами, которые изначально готовили эти документы.

- **Институтам, подготовившим технические документы на станции ВВЭР, следует определить те сведения, которые необходимо сохранять засекреченными по соображениям физической безопасности или коммерческим.**
- **Общим решением, которое следует принять, было бы рассекречивание сведений, которые не определены как коммерчески чувствительные или связанные с физической безопасностью.**

Рассекреченную информацию следует сделать доступной на хорошем английском языке на веб-сайтах предприятий Росатома.

# Меры для успешной реализации проекта

## Перспективная система управления требованиями

В качестве пилотного проекта ВНИИАЭС недавно разработал электронную многоязычную систему, в которой со всеми техническими требованиями к той или иной атомной станции можно управляться в рамках хорошо организованной базы данных.

- Имея эту систему, технически возможно обеспечивать параллельный доступ проектных организаций, изготовителей, эксплуатирующей организации и регулирующего органа к актуализированным требованиям.
- Система способна накапливать и поддерживать все соответствующие требования от уровня элементов до уровня станции в целом, обеспечивая, кроме того, легкий доступ ко всем ссылкам и соответствующей вспомогательной информации, что необходимо для понимания основ этих требований.

Система ВНИИАЭС, возможно, наиболее перспективная из тех, которые любой поставщик АЭС имеет в своем распоряжении на сегодняшний день.

# Меры для успешной реализации проекта

## Перспективная система управления требованиями (продолжение)

Использование этой системы ВНИИАЭС содержит в себе потенциал значительного повышения эффективности коммуникации между сторонами и обеспечения того, что все стороны имеют в своем распоряжении одни и те же актуализированные утвержденные данные.

- Система могла бы также давать непосредственные ответы на вопросы заказчиков и регуляторов, которые в ином случае могут быть заданы в официальных письмах.
- Это могло бы обеспечить значительный выигрыш во времени, которое требуется на обработку лицензионных документов.

**Данную перспективную систему управления требованиями следует взять на вооружение на ранней стадии каждого проекта сооружения АЭС.**

- Имеются планы полномасштабного использования этой системы в поддержку процесса Утверждения типового проекта (GDA) ВВЭР в Великобритании.

# Меры для успешной реализации проекта

## Сильные дочерние организации и партнеры

Росатом располагает сетью сильных дочерних и партнерских организаций, хорошо знающих европейские рынки.

Однако, по-видимому, Росатом не использует эту сеть эффективно.

**Сеть дочерних и партнерских организаций следует использовать в большем, чем сегодня, масштабе, чтобы предоставлять современные знания и обеспечивать поставки для реализации проектов АЭС.**

Эту сеть можно было бы также использовать в маркетинговых целях и для формирования уверенности в возможностях Росатома в странах заказчика.

# Меры для успешной реализации проекта

## Знакомство с ситуацией в странах заказчика

Для каждой страны заказчика характерны свои специфические особенности, которые следует знать на старте проекта во избежание неожиданных затруднений в ходе проекта.

- От страны к стране весьма значительно варьируются национальные практики лицензирования и регулирующего надзора в ходе сооружения. Знание этих практик весьма важно для того, чтобы избегать сюрпризов, увеличивающих затраты на середине реализации проекта. Рекомендуется получать информацию о регулирующих подходах непосредственно от регулирующей организации или от заказчика в случае, если заказчик обладает достаточным опытом.
- Во многих странах для ядерных установок обязательными являются также национальные требования или стандарты, применяемые в неядерных областях: гражданском строительстве, пожарной безопасности, производственной безопасности.
- Проектировщикам следует знать типичные для страны заказчика условия окружающей среды и соответствующие опасности.

# Меры для успешной реализации проекта

## Контрольно-измерительные системы новых станций с ВВЭР

Для ряда экспортируемых станций с ВВЭР системы КИП закупались у иностранных субподрядчиков. На всех европейских рынках данная практика в обозримом будущем, по-видимому, станет неизбежной, поскольку европейские заказчики желают иметь у себя программируемые системы КИП для эксплуатации своих станций.

Внедрение и согласование в регулирующем органе этих систем оказалось непростым делом. Для подтверждения соответствия требованиям высокой надежности, предъявляемым к цифровым системам защиты, требуется систематический проектный процесс, отвечающий международным стандартам и надлежащим образом документируемый с самого первого шага разработки.

Общепринятым требованием в Европе является наличие резервной цифровой системы, отвечающей принципу разнообразия относительно основной системы защиты, и обеспечение независимости и разделения этих систем. Кроме того, система КИП, используемая для контроля нормальной эксплуатации станции, должна быть отделена от системы защиты и резервирующей ее системы.

Наличие трех отдельных систем, две из которых аттестованы для ядерных применений, очевидно, требует получения оборудования от более чем одного поставщика. На сегодня во всем мире имеется весьма ограниченное число поставщиков систем КИП, способных поставлять цифровые системы защиты, аттестованные для применения на атомных электростанциях.

# Меры для успешной реализации проекта

## Контрольно-измерительные системы новых станций с ВВЭР (продолжение)

Проектирование систем КИП является многошаговым процессом, который требует хорошего уровня сотрудничества между российскими проектировщиками станции/системы и экспертами по контрольно-измерительным системам.

- Системные требования к проектированию КИП должны быть выведены из характеристик станции её проектировщиками и являться независимыми от внедрения систем КИП.
- Эксперты по контрольно-измерительным системам должны конвертировать эти системные требования в логическую архитектуру систем КИП, ввести в проект разнообразие и глубокоэшелонированную защиту и учесть все прочие технические требования к контрольно-измерительному оборудованию.

В предположении того, что оборудование и системы КИП поставяет более чем одна компания, **российскому системному интегратору, такому как ВНИИАЭС, следует взять на себя лидирующую роль в управлении процессом проектирования КИП во всей его полноте.**

# Меры для успешной реализации проекта

## Контрольно-измерительные системы новых станций с ВВЭР (продолжение)

**Было бы полезным наличие долгосрочных партнерских отношений между российскими сторонами и избранными поставщиками систем КИП, в противоположность организации конкурса по каждому из проектов.**

- Процесс проектирования систем КИП является достаточно затратным, и в целях обеспечения рентабельности было бы разумно воспроизводить сходные системы на всех станциях с ВВЭР как в России, так и экспортируемых проектов.
- Для формирования уверенности в надежности был бы полезен и хорошо воспринят на европейских рынках также некий стандартный подход, применяемый ко всем станциям с ВВЭР-1200.

Росатому следует выдвинуть общее требование, согласно которому все шаги проектирования систем КИП должны осуществляться в соответствии со стандартами МЭК, которые признаны и даже являются требованием на европейских рынках. Это означает, что те две разнообразные платформы КИП, которые используются как базовые блоки при создании системы защиты и резервирующей ее системы, также должны быть аттестованы в соответствии с подходящими стандартами МЭК.

# Меры для успешной реализации проекта

## Классификация по безопасности и требования к конструкциям, системам и элементам (КСЭ)

Классификация по безопасности нужна для предъявления дифференцированных требований к качеству и обеспечению качества конструкций, систем и элементов.

Недавно МАГАТЭ выпустило новый документ категории норм безопасности по классификации по безопасности, который, очевидно, будет широко использоваться в Европе в качестве референтного.

• Между этой и применяемой в настоящее время классификацией по безопасности оборудования ВВЭР, основанной на нескольких различных российских нормативных документах, имеются различия, и это следует принимать во внимание на ранней стадии процесса лицензирования в любой другой стране.

• **Обоим генеральным проектировщикам ВВЭР (АЭП, СПБАЭП) следует выполнить типовую классификацию по безопасности оборудования ВВЭР по модели МАГАТЭ и оценить различия.**

Классификация по безопасности, как таковая, не имеет такой важности, какую содержит в себе установление требований к КСЭ. В любом случае она необходима для логического дифференцирования требований к оборудованию ВВЭР, поскольку применение одних и тех же требований ко всему объему оборудования, связанного с безопасностью, не является необходимым и экономически целесообразным.

Другая сторона той же проблемы обусловлена наличием сложной комбинации национальных регулирующих положений и «добровольных» стандартов более низкого уровня, применяемых к механическому оборудованию в России. В большинстве других стран требования к механическому оборудованию основаны на кодексе ASME, и всем сторонам известно о том, что эти стандартные требования являются обязательными, а не «добровольными».

# Меры для успешной реализации проекта

## Классификация по безопасности и требования к конструкциям, системам и элементам (КСЭ) (продолжение)

Сравнения, проведенные совместно российскими и зарубежными экспертами, показали, что строгое применение российских стандартов обеспечивает тот же уровень качества оборудования высшего класса по безопасности, что и применение кодекса ASME. Российские регулирующие положения, таким образом, можно и нужно использовать в качестве основы при проектировании и изготовлении механического оборудования высшей категории по безопасности, производимого в России.

В то же время, **необходимо демонстрировать заказчику и регулирующему органу в стране заказчика достижение требуемого уровня качества. С этой целью следует подготовить некий общий документ, применимый ко всем проектам.** В нем следует :

- Дать сравнение российских требований с требованиями кодекса ASME
- Определить те российские регулирующие положения и стандарты, которые обязательны к применению к специфическим механическим элементам высшего класса по безопасности, таким как корпус реактора и линии ГЦК

Для элементов классов 2 и 3 по безопасности следует также определить общий набор применимых стандартов – для каждого класса по безопасности и типа элемента (корпус давления, трубопровод, клапан, насос).

# Меры для успешной реализации проекта

## Классификация по безопасности и требования к конструкциям, системам и элементам (КСЭ) (продолжение)

Существует также потребность в дополнении мер, принятых исходя из российских стандартов, некоторыми подтверждающими анализами, испытаниями и инспекциями, которые учитывают кодекс ASME и класс по безопасности, определенный на основе упомянутого стандарта МАГАТЭ.

- **Следует подготовить общий документ для использования во всех проектах, описывающий необходимые меры, являющиеся дополнением к российской практике.**

Модельный подход, который можно было бы применить ко всем экспортным проектам ВВЭР, разрабатывается в настоящее время в рамках процесса Оценки типового проекта (GDA) ВВЭР-ТОИ в Великобритании.

# Меры для успешной реализации проекта

## Сеть для контактов и встреч с международными экспертами

Эффективным способом получить с малыми затратами «гарантию» от лицензионных рисков для российских АЭС в Европе было бы **активное участие в международных экспертных объединениях, в рамках которых вопросы безопасности оцениваются и обсуждаются непосредственно с экспертами регулирующих органов.**

Участие в международных экспертных группах дало бы предприятиям Росатома возможность:

- получать новые углубленные представления по результатам дискуссий,
- влиять на результаты работы, и
- убеждать других членов группы в достоинствах российских подходов к обеспечению ядерной безопасности.

# Меры для успешной реализации проекта

## Сеть для контактов и встреч с международными экспертами (продолжение)

Наиболее важными группами, в которых Росатому следует иметь высококвалифицированных представителей, являются:

- АЯЭ/ОЭСР : Комитет по безопасности ядерных установок (CSNI) и Комитет по деятельности в области ядерного регулирования (CNRA)
- Многонациональная программа оценки проектов (MDEP) : Рабочая группа по ВВЭР и Рабочие группы по специальным темам.
- МАГАТЭ: небольшие рабочие группы, которые готовят проекты Норм безопасности.
- Всемирная ядерная ассоциация (ВЯА) : несколько рабочих групп, тесно связанных с международными организациями, занимающимися разработкой стандартов.

**Главным критерием при назначении российских экспертов в каждую такую группу должно быть наличие индивидуальных знаний и опыта в обсуждаемом вопросе.**