

# Реакторная установка



## Стратегический выбор



# Ключевые моменты в пользу стратегического выбора

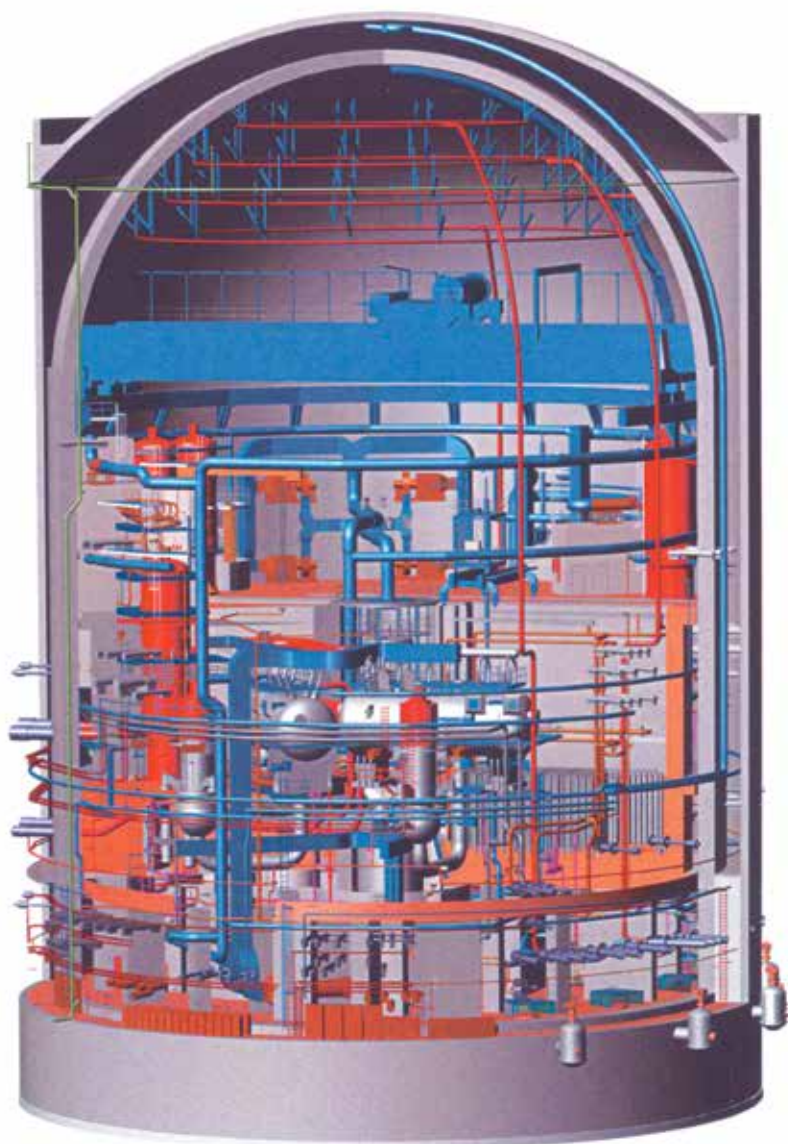
## Эволюционная и безопасная конструкция

- Проект реакторной установки с реактором ВВЭР мощностью 1200 МВт эл. (АЭС-2006) основан на многолетнем опыте, полученном во время эксплуатации АЭС с ВВЭР в течение более 1600 реакторо/лет. Проект объединяет самые передовые технологии ВВЭР-1000, примененные для энергоблоков Калининской АЭС, Балаковской АЭС, Ростовской АЭС в России; АЭС «Тяньвань» в Китае, АЭС «Куданкулам» в Индии.
- Разработаны серийные проекты РУ с ВВЭР-1200 для сооружения на площадках: Нововоронежской АЭС, Ленинградской АЭС-2 в России; Белорусской АЭС в Республике Беларусь.
- Проект РУ с ВВЭР-1200 объединяет результаты многих научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В основу проекта положен комплекс универсальных проектных решений, позволяющий реализовать принцип эволюционной преемственности, исключающий проведение значительных дополнительных НИОКР.
- РУ с ВВЭР-1200 обладает системами безопасности, позволяющими ограничивать дозы облучения персонала и выход радиоактивных веществ в окружающую среду в условиях нарушения нормальной эксплуатации, проектной аварии и запроектной аварии. Установка устойчива к внешним источникам опасности, особенно, к авиакатастрофам и землетрясениям. Безопасность обеспечивается за счет реализации принципа глубоко эшелонированной защиты. Проектные решения направлены на применение свойств внутренней самозащитности, присутствующих РУ с ВВЭР.

## Преимственность в технологии изготовления и строительства

- РУ с ВВЭР-1200 - это прямой потомок хорошо зарекомендовавших себя РУ с ВВЭР, гарантирующих полностью освоенную технологию.
- Поддерживается высокий профессиональный уровень эксплуатационного персонала АЭС с ВВЭР.
- Применяется опыт разработки, изготовления, строительства и эксплуатации АЭС с ВВЭР в России и за рубежом и PWR за рубежом.
- Применение освоенной технологии исключает риски в проектировании, изготовлении и эксплуатации.





Высокое качество технических решений и проектно-конструкторской документации, основано на применении отечественных норм, правил и стандартов в области использования атомной энергии, рекомендаций МАГАТЭ, EUR, INSAG, МКРЗ, МЭК и других международных организаций, отечественных норм в области обеспечения качества, международных стандартов ISO 9001-2000 в объеме, обеспечивающем конкурентоспособность на внешнем рынке.



## Конкурентоспособность достигается за счет следующего:

- Электрическая мощность блока 1200 МВт.;
- Эффективность (к.п.д., брутто) – 35,9 %;
- Срок службы незаменимого оборудования не менее 60 лет;
- Повышенная эффективность использования топлива;
- Коэффициент технического использования, усредненный за весь срок службы АЭС – 92%;
- Коэффициент использования установленной мощности, усредненный за весь срок службы АЭС – 90%;
- Использование современных топливных циклов;
- Длительность межперегрузочного периода до 18 месяцев.



# РУ с ВВЭР-1200 - безопасность и технологические инновации

## Испытанная и безопасная конструкция

**Конструкция РУ с ВВЭР-1200 соответствует высокому уровню безопасности, требуемому во всем мире для будущих станций.**

- Одной из основных характеристик РУ с ВВЭР-1200 является простота ее конструкции, реакторная установка включает в себя реактор и четыре циркуляционные петли, в состав каждой из которых входят циркуляционные трубопроводы, главные циркуляционные насосы и горизонтальные парогенераторы.
- В проекте реализована многоканальная схема систем безопасности.
- Существенную роль в обеспечении безопасности АЭС играет внутренняя самозащищенность РУ. Отличительной особенностью РУ с ВВЭР-1200 по сравнению с PWR является использование внутренней самозащищенности, заложенной в проектные основы систем и оборудования. Это выражается в способности РУ в аварийных ситуациях длительное время ограничивать и локализовать развитие исходных событий и их последствия в границах проектных критериев безопасности.
- Доступность основного оборудования РУ для проведения контроля во время эксплуатации, что позволяет своевременно проводить планово-предупредительный ремонт оборудования.
- Компоновка РУ позволяет эффективно внедрять автоматизированные ремонтные комплексы, проводить автоматизацию различных методов контроля оборудования.

## Технологические инновации

**В дополнение к инновационным характеристикам, связанным с повышенным уровнем безопасности, в конструкции РУ с ВВЭР-1200 используется много технологических инноваций.**

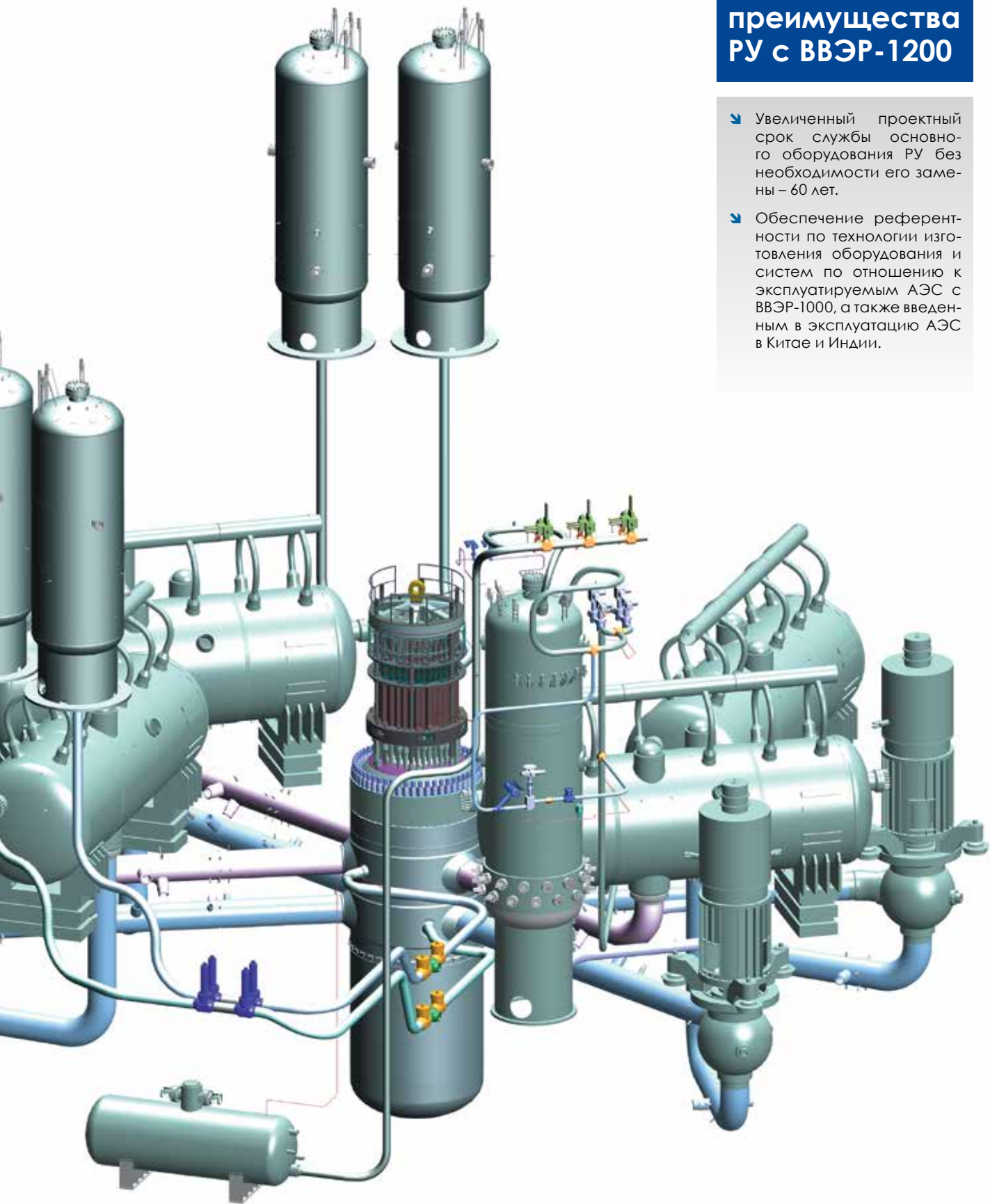
- Внутренний диаметр корпуса реактора в районе активной зоны увеличен на 100 мм с целью уменьшения потока нейтронов на корпус реактора.
- Тепловая напряженность активной зоны реактора обеспечивает запасы до кризиса теплоотдачи твэлов при различных переходных процессах.
- Парогенератор имеет новую конструкцию с увеличенным диаметром корпуса и коридорной компоновкой труб в теплообменном пучке с целью повышения надежности парогенератора в процессе эксплуатации и увеличения срока службы.
- В главном циркуляционном насосе использован радиально-осевой подшипник с водяной смазкой с целью повышения пожаробезопасности АЭС, упрощения системы пожаротушения АЭС и компоновки в боксе ГЦНА.





## Основные преимущества РУ с ВВЭР-1200

- Увеличенный проектный срок службы основного оборудования РУ без необходимости его замены – 60 лет.
- Обеспечение референтности по технологии изготовления оборудования и систем по отношению к эксплуатируемым АЭС с ВВЭР-1000, а также введенным в эксплуатацию АЭС в Китае и Индии.





## Особенности реактора ВВЭР-1200

Реактор ВВЭР-1200 по своему конструктивному исполнению является эволюционным по отношению к реакторам ВВЭР-1000. Основные отличия, направленные на увеличение проектного срока службы корпуса реактора до 60 лет с учетом увеличения тепловой мощности реактора до 3200 МВт, состоят в следующем:

- увеличен на 100 мм внутренний диаметр корпуса реактора в районе активной зоны с целью уменьшения потока нейтронов на корпус реактора;
- реализовано увеличенное количество органов СУЗ (до 121 шт.) с целью удовлетворения требований по ядерной безопасности;
- предусмотрена новая программа образцов-свидетелей (размещение облучаемых образцов-свидетелей непосредственно на внутренней поверхности корпуса реактора) с целью получения данных, максимально приближенных к реальным условиям облучения корпуса реактора;
- использование конструкционных материалов с минимальным содержанием кобальта с целью снижения дозовых нагрузок на персонал;
- снижено содержание никеля в обечайках корпуса реактора с целью повышения радиационной стойкости металла обечаек.

## Особенности активной зоны и топливного цикла реактора ВВЭР-1200

Конструкция активной зоны:

- обеспечивает работу в топливных циклах длительностью от 12 до 18 месяцев;
- предусматривает возможность продления топливного цикла за счет использования температурного и мощностного эффектов реактивности на срок до 60-ти суток;
- предусматривает повышенный уровень выгорания топлива на уровне 70 МВт.сут/кг урана в среднем по максимально выгоревшей ТВС.
- используется уран-гадолиниевое топливо  $UO_2-Gd_2O_3$ ;
- обеспечивается температура повторной критичности - менее 100°C;
- увеличена масса загружаемого в реактор топлива за счет усовершенствования ТВЭЛОВ.

Конструкция ТВС:

- является ремонтпригодной;
- обеспечивает возможность дистанционного извлечения и замены дефектного ТВЭЛ с помощью простых ремонтных приспособлений.

## Особенности парогенератора в проекте РУ с ВВЭР-1200

**С целью повышения надежности парогенераторов в процессе их эксплуатации применяется новая конструкция парогенератора со следующими основными конструктивными отличиями:**

- применена разреженная коридорная компоновка труб в теплообменном пучке;
- повышено качество уплотнения всех разъемов первого и второго контуров за счет применения прокладок из расширенного графита;
- облегчен доступ к трубчатке снизу благодаря специально предусмотренным патрубкам. Конструкция ПГ максимально адаптирована для применения автоматизированных средств контроля и обслуживания, как со стороны первого, так и второго контура. Наличие специальных патрубков на нижней образующей корпуса ПГ позволяет проводить ряд технологических операций по осмотру и отмывке трубного пучка без нахождения персонала внутри ПГ;

- на переходнике коллектора теплоносителя кроме штуцеров продувки из «карманов» имеются штуцера для установки смывных устройств, что позволяет обеспечить чистоту пространства «кармана» за

счет периодических промывок в ППР. Одновременно с этим оптимизирована форма узла приварки коллектора к корпусу для снижения уровня эксплуатационных напряжений.



## Особенности главного циркуляционного насосного агрегата в проекте РУ с ВВЭР-1200

**В качестве главного циркуляционного насоса применяется ЦНА-1391, который имеет следующие особенности:**

- применен торсион с пластинчатой муфтой вместо зубчатой муфты;
- использован главный радиально-осевой подшипник с водяной смазкой;
- осуществляется теплоотвод от нижнего радиального подшипника в режиме стоянки естественной циркуляцией;
- применена сферическая форма штампо-сварного корпуса;

**Двигатель имеет следующие преимущества:**

- индивидуальная система смазки;
- пуск двигателя осуществляется вначале до 750 об/мин, а затем производится переход на номинальную скорость вращения 1000 об/мин;
- водяное охлаждение за счет исключения масляной системы охлаждения.

# ВВЭР-1200 Стратегический выбор



РОСАТОМ

НА ШАГ ВПЕРЕДИ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТ  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ЕДИНАЯ КОМАНДА  
УВАЖЕНИЕ  
БЕЗОПАСНОСТЬ



## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС С ВВЭР»

ОКБ «ГИДРОПРЕСС» один раз в два года проводит международную научно-техническую конференцию «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР».

Конференция представляет собой форум российских и зарубежных специалистов, посвященный решению вопросов обеспечения безопасности и работоспособности АЭС с реакторными установками ВВЭР на всех этапах работы: в процессе проектирования, проведения НИОКР, сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации.

С каждым годом конференция вызывает все больший научный интерес среди ядерного сообщества.

Конференция предоставляет экспертам ядерной энергетики площадку для обмена мнениями, проблемами, способами решения этих проблем, инновационными технологиями, применяемыми для повышения безопасности.

Информация о конференции на сайте [www.gidropress.podolsk.ru](http://www.gidropress.podolsk.ru).

ул. Орджоникидзе, 21, г. Подольск,  
Московская обл., 142103, РФ

Тел.: (495) 502-79-10, (4967) 54-25-16

Факс: (4967) 54-27-33, 69-97-83

E-mail: [grpress@grpress.podolsk.ru](mailto:grpress@grpress.podolsk.ru)

[www.gidropress.podolsk.ru](http://www.gidropress.podolsk.ru)