



Инновационные реакторные установки ВБЭР для энергоблоков малой и средней мощности

Петрунин Виталий Владимирович

Первый заместитель генерального директора - генерального конструктора
АО «ОКБМ Африкантов»

Международная научно-практическая конференция
«Перспективы реализации в государствах-участниках СНГ проектов инновационных
реакторных установок повышенной безопасности малой и средней мощности»

г. Астана, ЭКСПО-2017

20 июля 2017 г.

Судовые и корабельные реакторные технологии ОКБМ. Опыт и развитие

Отработанные реакторные технологии и инновационные решения

*Опыт – лучшее из всех доказательств
Ф. Бэкон*

Корабельные
РУ



АПЛ 1, 2, 3, 4 поколения, надводные корабли ВМФ с реакторами ВВР (общая наработка ~ **10450** реакторо-лет)

РУ атомных
ледоколов



Общее количество РУ – **20** шт. (в том числе 8 шт. на действующих а/л)
Более **50 лет** работы 3-х поколений а/л в Арктике
Общая наработка – более **365** реакторо-лет
Разработка и изготовление инновационной РУ для УАЛ
4 поколения (РУ РИТМ-200)

РУ для ПАТЭС



За три года выполнена поставка двух РУ для ПАТЭС «Академик Ломоносов», подтверждающая эффективность совмещения функций Главного-конструктора и Комплектного поставщика РУ КЛТ-40С

Ключевые направления развития:

- унификация технических решений по мощностному ряду;
- повышение надежности, безопасности, маневренности;
- сокращение объемов обслуживания, повышение межремонтного периода.

Водо-водяные реакторы для АС малой и средней мощности

АБВ

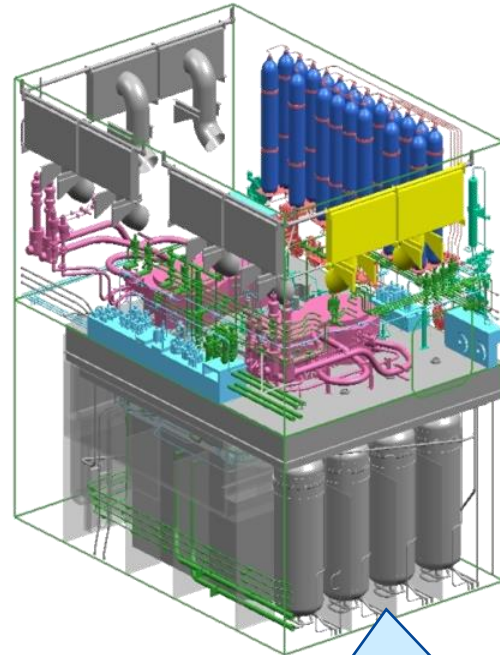


ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ
16...45 МВт
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ
МОЩНОСТЬ 4...10 МВт

Унифицированные РУ с реакторами интегрального типа и 100 % естественной циркуляцией первого контура для наземных и плавучих АС



КЛТ-40С

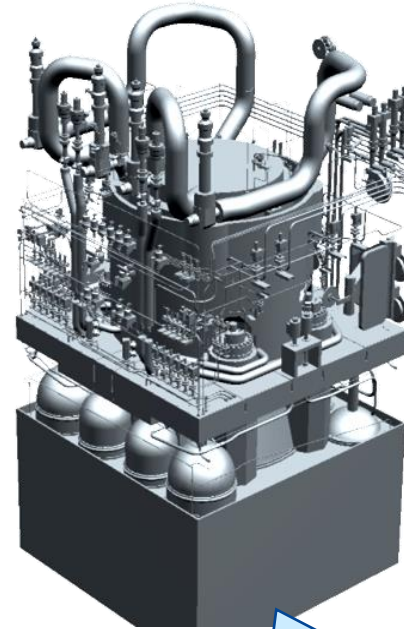


ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ
150 МВт
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ
МОЩНОСТЬ 38,5 МВт

Серийные блочные реакторы для плавучих АС

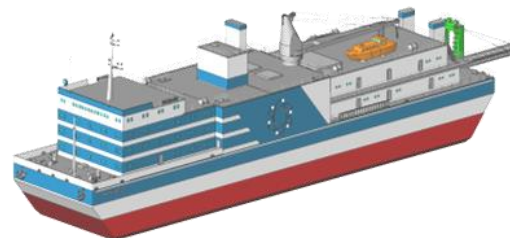


РИТМ

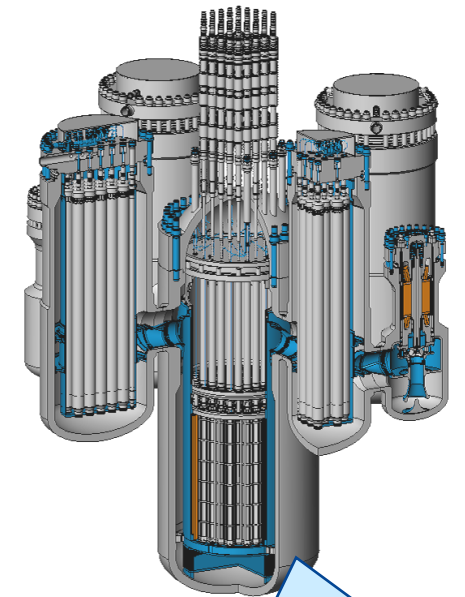


ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ
175 МВт
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОЩНОСТЬ
до 50 МВт

Реактор интегрального типа с принудительной циркуляцией для судовых ЯЭУ, плавучих и наземных АС

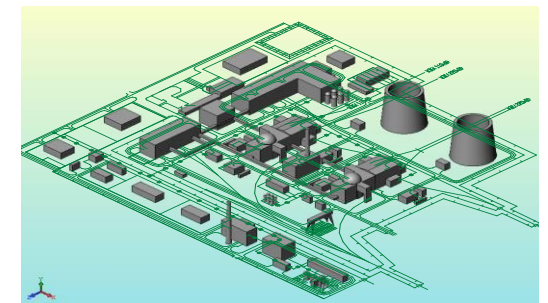


ВБЭР

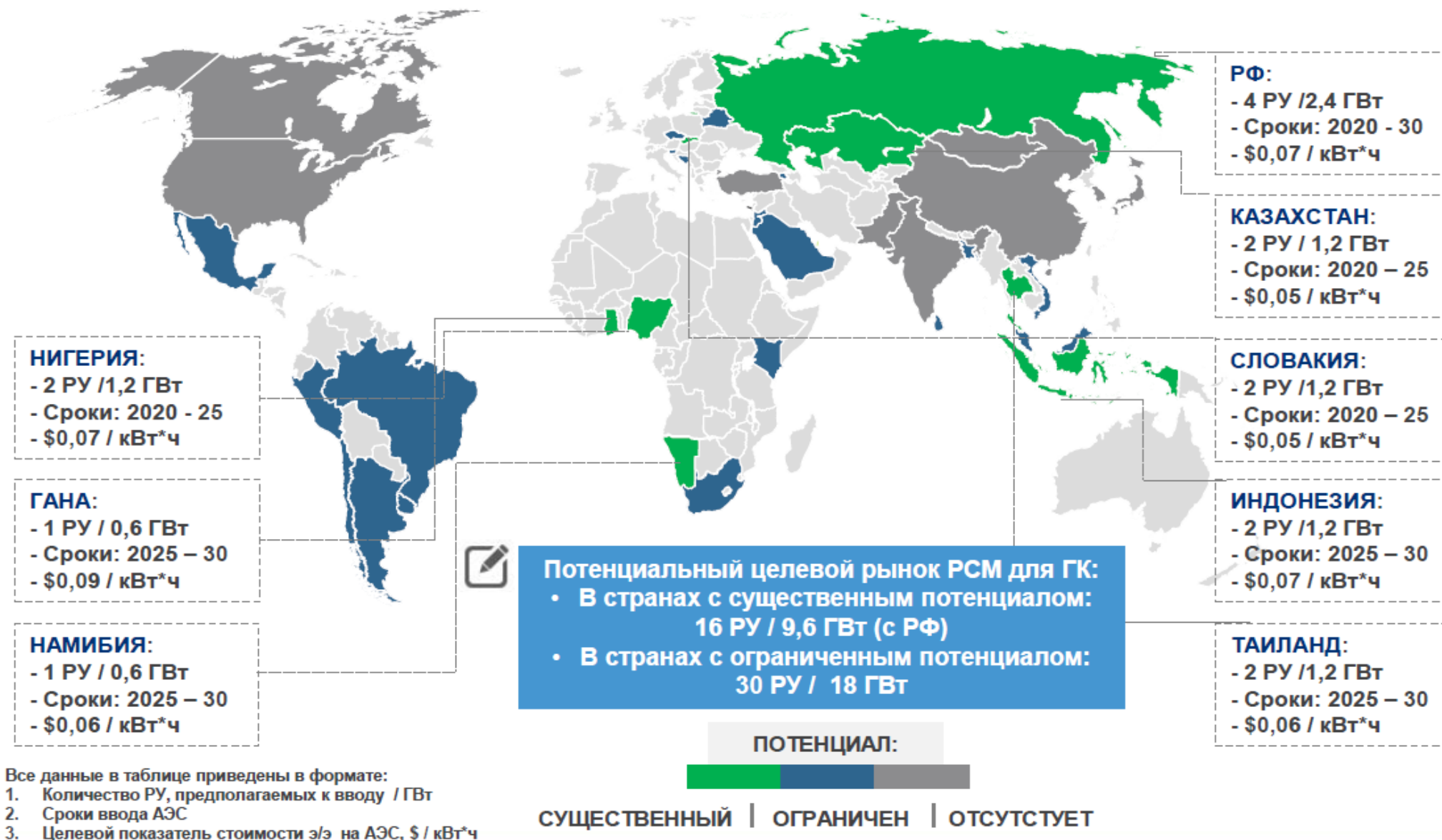


ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ
450...1600 МВт
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ
МОЩНОСТЬ 150...615 МВт

Блочные реакторы на базе судовых технологий для наземных АС



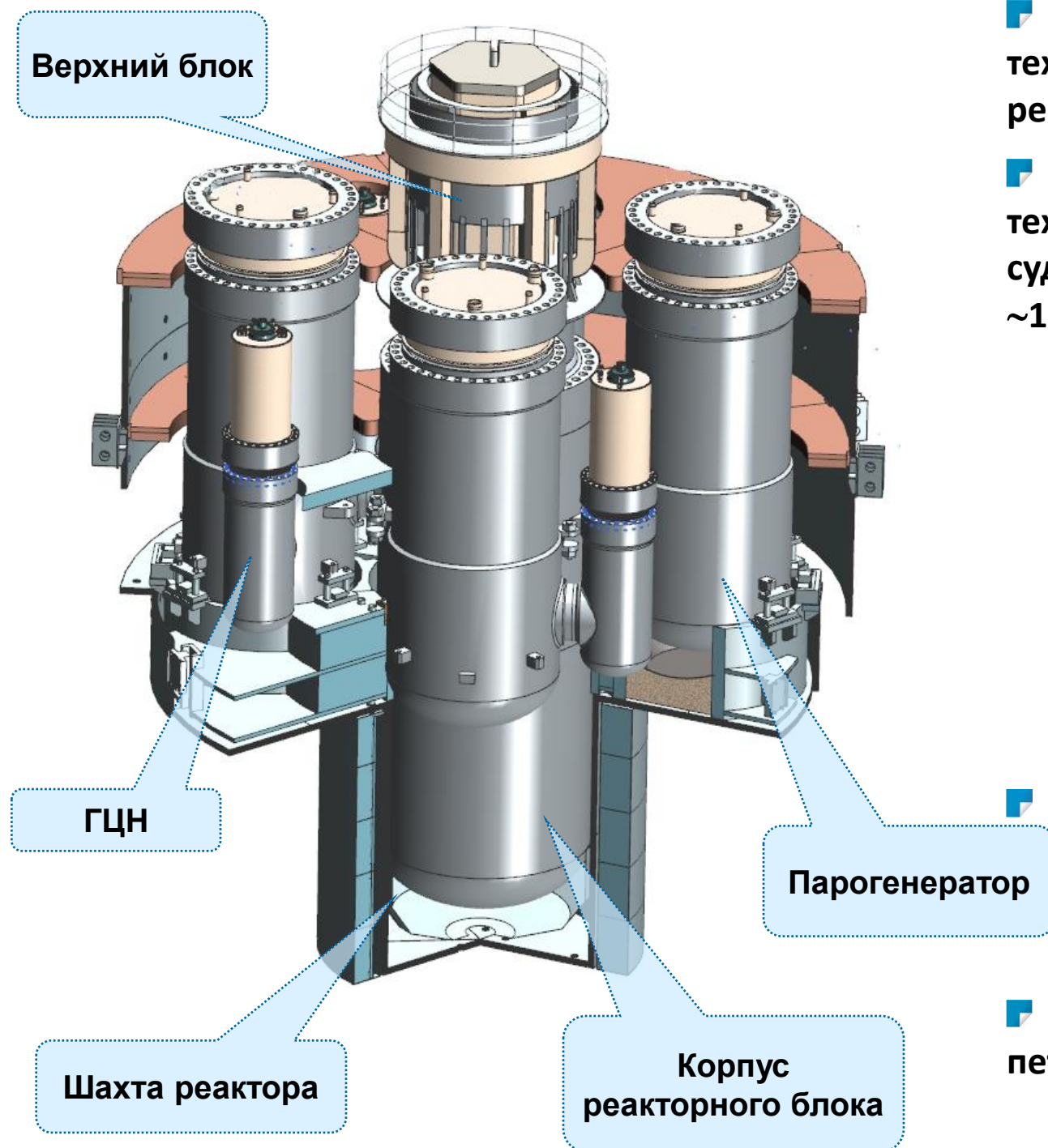
Объем потенциального рынка АЭС малой и средней мощности



- Зарубежные проекты АЭС СМ**
- **КНР**
CNP-300, CNP-600, APN-600
 - **Индия**
AHWR-300
 - **Канада**
CANDU 6 (Nэ=311 МВт)
 - **Аргентина**
CAREM (Nэ=311 МВт)
 - **США**
AP-600, SMR-160, PRISM (Nэ=311 МВт)

Результаты исследования ООО «Русатом Оверсиз», 2015 г. для проекта АЭС средней мощности российского дизайна: кВт установленной мощности – до 3 500 USD, себестоимость э/э – 5 центов за кВт*ч

Технические решения и особенности технологии ВВЭР

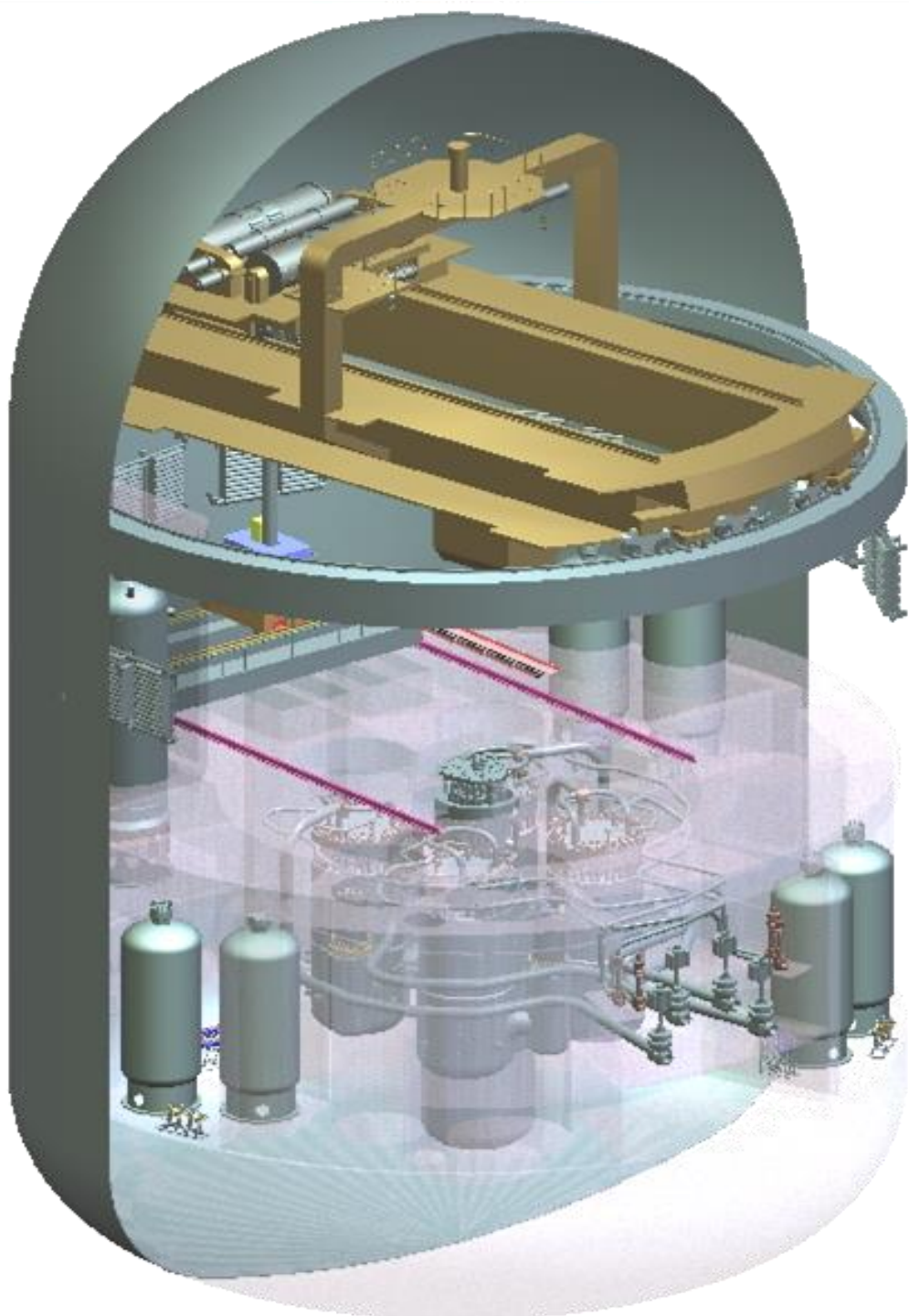


- Максимальное использование проверенных технических решений на основе опыта судового реакторостроения и ВВЭР
- Апробированные эксплуатацией транспортных АЭУ технические решения (опыт создания 460 корабельных и судовых РУ блочной компоновки, общая наработка ~10450 реакторо-лет)
 - Компактная блочная компоновка реакторного блока
 - Основное оборудование, не требующее работы вспомогательных систем (парогенератор, ГЦН)
 - Герметичный 1 контур
 - Возможность максимальной автоматизации управления реактором (саморегулирование, прямоточный парогенератор)
- Технологии реакторов ВВЭР-1000
 - Активная зона на основе ТВСА и топливный цикл как в ВВЭР
 - Водно-химический режим
- Мощностей ряд РУ 150 - 615 МВт(э) на основе петель теплообмена различной мощности

Конкурентные преимущества технологии ВБЭР

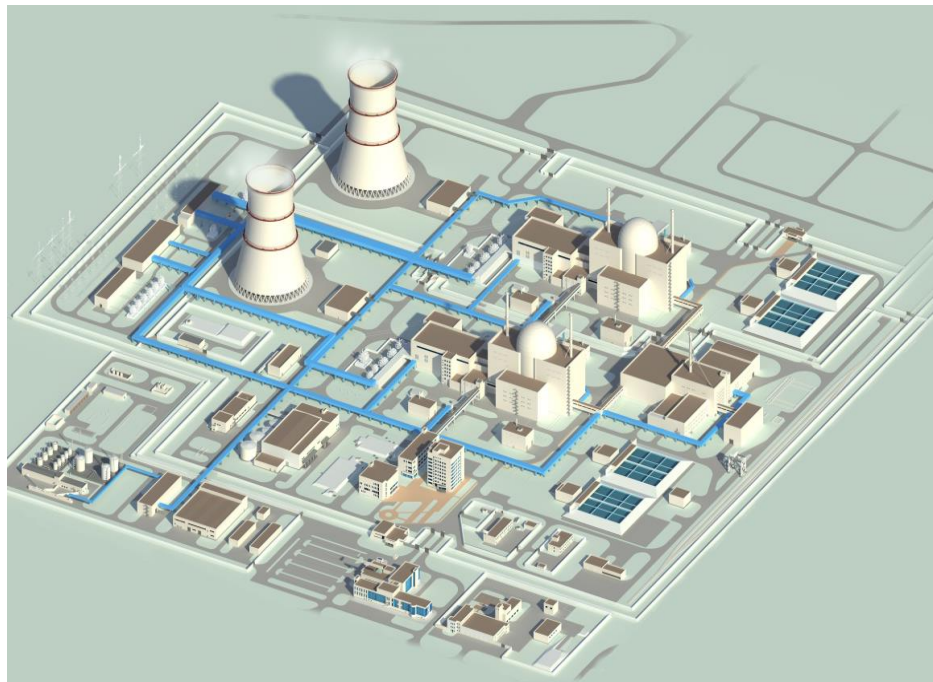
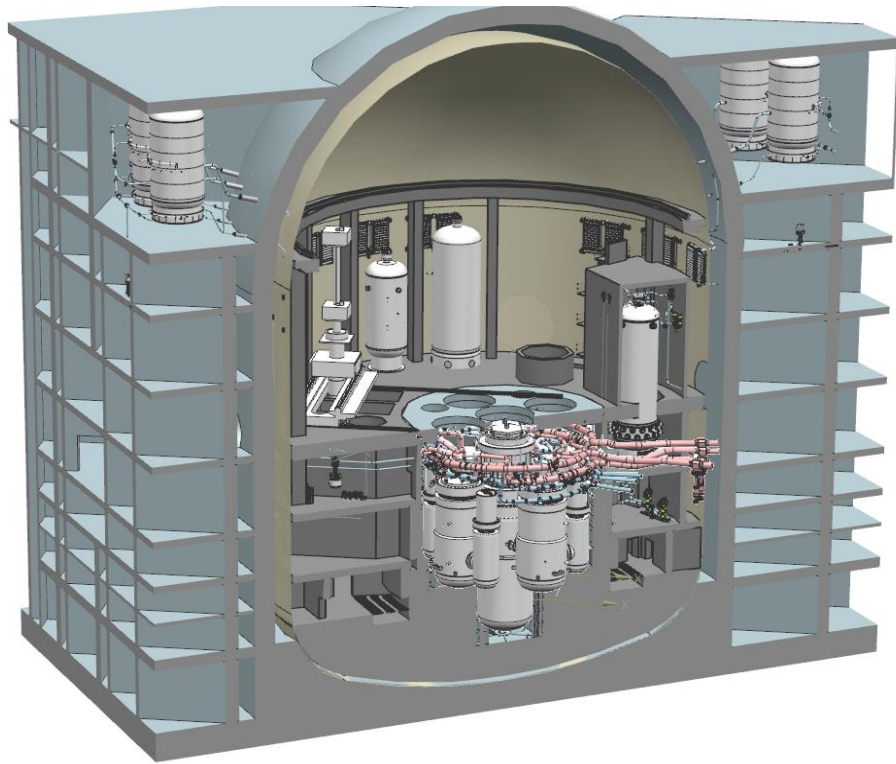


Технико-экономические требования к энергоблоку с РУ ВБЭР-600



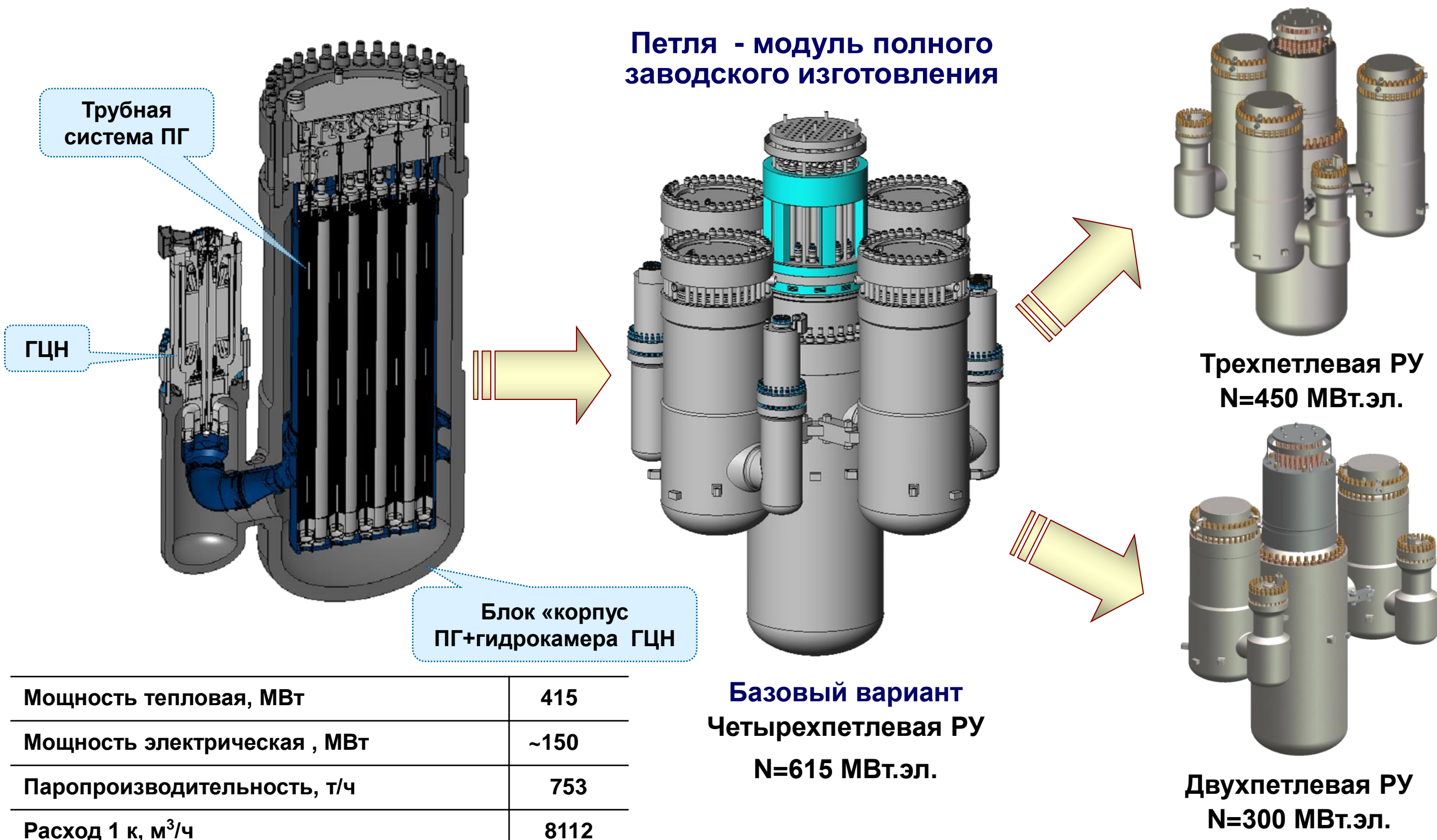
Тепловая мощность реакторной установки, МВт	1662
Электрическая мощность энергоблока, МВт, не менее	615
Коэффициент технического использования, %, не менее	0,92
Диапазон изменения мощности (маневренный режим), %	100 - 50 - 100
Назначенный срок службы, лет	60
Время обеспечения автономности при запроектной аварии, ч	72
Расчётный радиус зоны планирования защитных мероприятий, м	800
Снижение расчетной стоимости сооружения двухблочной АС с ВБЭР по сравнению с блоком ВВЭР-ТОИ, %, не менее	30

Текущий статус и результаты работ по РУ и АЭС ВБЭР-600



- Обоснована унифицированная петля теплообмена первого контура мощностью 150 МВтэ, разработан эскизный проект РУ ВБЭР-600
- Выполнена проработка мощностного ряда РУ ВБЭР 300-450-600 МВтэ
- Совместно с АО «НИАЭП» разработан концепт-проект двухблочной АЭС средней мощности с РУ ВБЭР-600 (в формате ОБИН) на основе оптимизированных решений по РУ и АЭС
- Основные показатели концепт-проекта:
 - кап.затраты на сооружение двухблочной АЭС на 30% ниже стоимости ВВЭР-ТОИ Курской АЭС-2;
 - стоимость оборудования РУ составляет ~ 12 % от стоимости двухблочной станции;
 - продолжительность сооружения головного блока - 44 мес.;
 - продолжительность сооружения серийного блока - 38 мес.
- Концепт-проект двухблочной АЭС средней мощности с РУ ВБЭР-600 рассмотрен и одобрен на совместном заседании НТС №1 Госкорпорации «Росатом» и НТС АО «Концерн «Росэнергоатом» (2015 г.)

Унифицированная петля теплообмена – технологическая платформа мощного ряда РУ ВБЭР



Модульная технология сооружения

Модульная конструкция РУ ВБЭР приспособлена для сооружения главного корпуса методом «открытого верха» в сочетании с крупноблочным монтажом



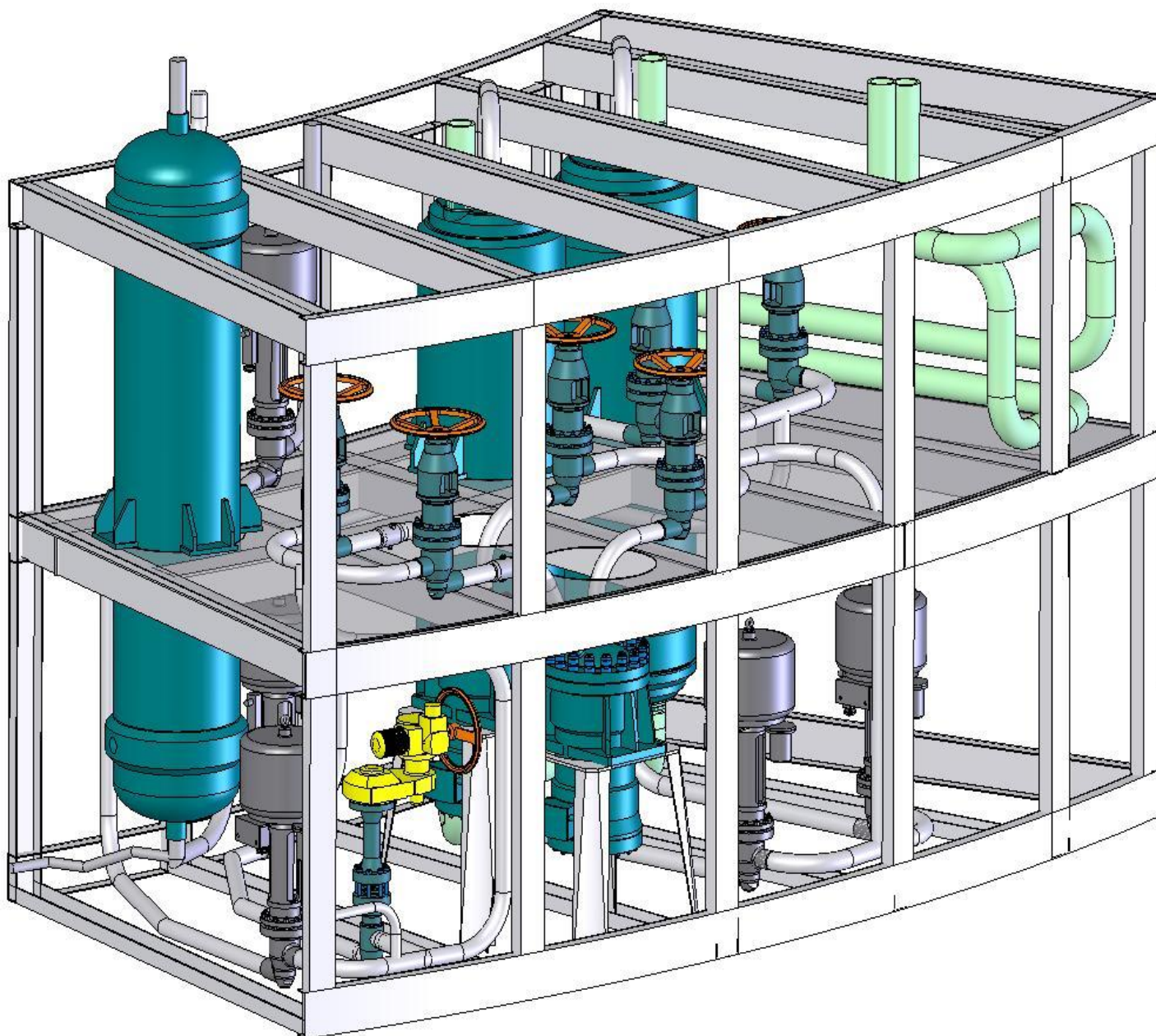
Монтаж интегрированного корпуса:
корпус реактора с приваренными двухкорпусными блоками «парогенератор-гидрокамера ГЦН»

Сокращение сроков сооружения

Модульное исполнение:
бассейна выдержки, конструкций шахт реактора, опорного пояса и элементов защитной оболочки

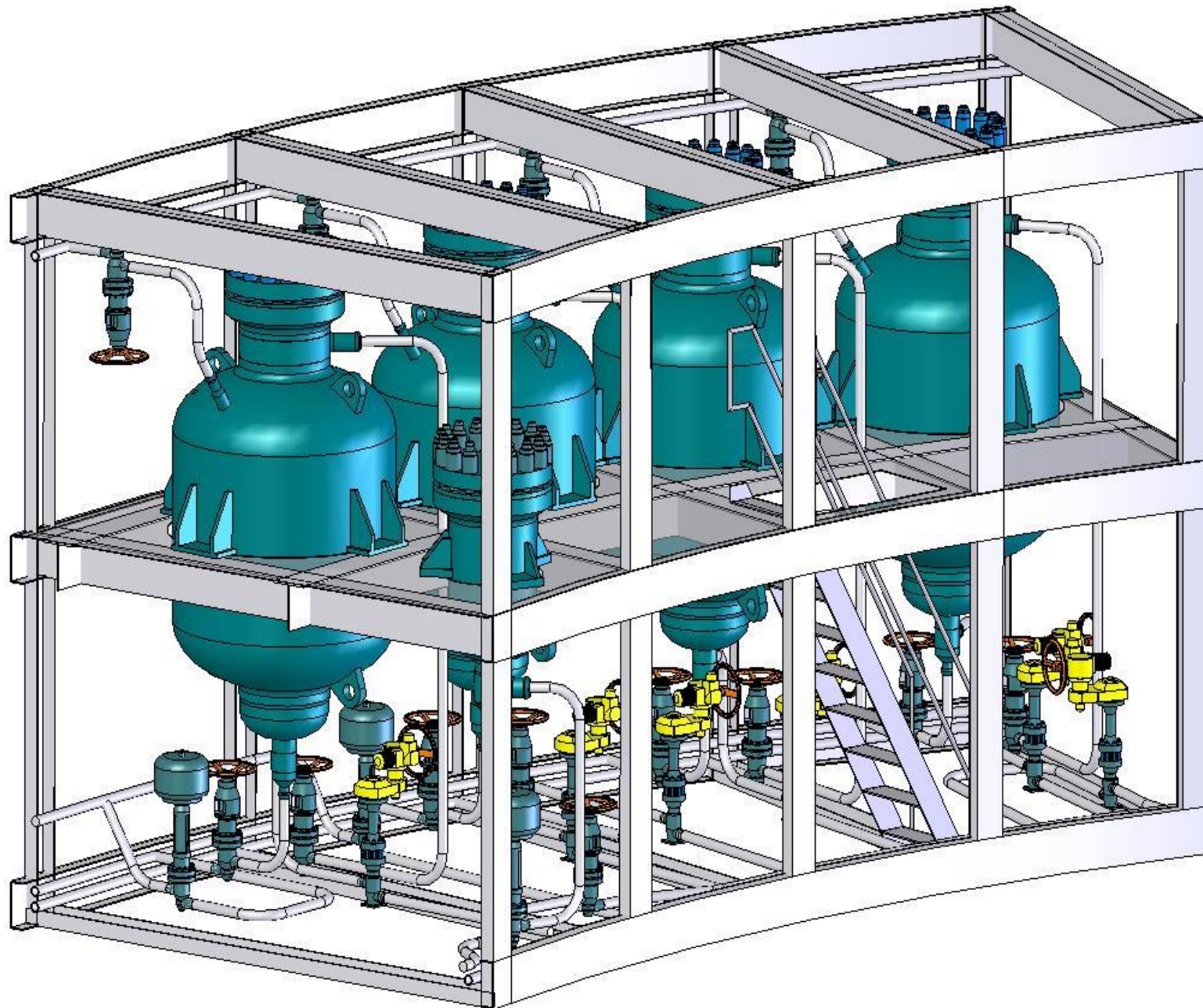
Модульное исполнение:
систем очистки и расхолаживания 1 контура, системы аварийного отвода тепла, системы снижения давления в герметичном ограждении (защитной оболочке)

Блок-модуль теплообменного оборудования системы очистки 1 контура



Длина, м	10,66
Ширина, м	7,8
Высота, м	8,9
Масса, т	45

Блок-модуль фильтров системы очистки 1 контура

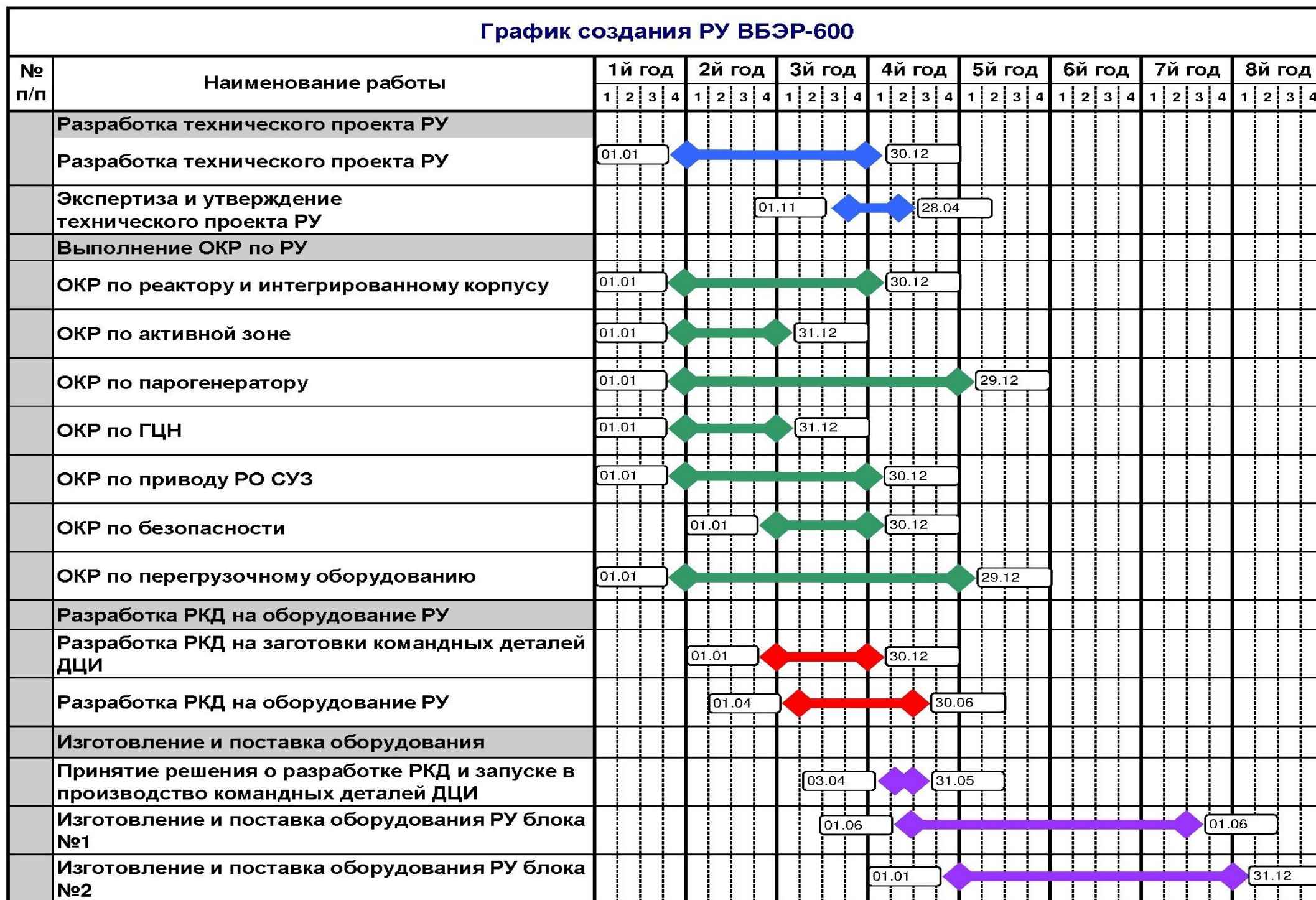


Длина, м	8,9
Ширина, м	7,8
Высота, м	8,5
Масса, т	58

Основные участники разработки и реализации Проекта ВБЭР-600

- **Главный конструктор РУ - АО «ОКБМ Африкантов»**
- **Генеральный проектировщик АС - АО ИК «АСЭ»**
- **Научный руководитель проекта РУ и АС - ФГБУ НИЦ «Курчатовский институт»**
- **Изготовители оборудования - АО «ОКБМ Африкантов», предприятия АО «АТОЭНЕРГОМАШ»**

График создания РУ ВБЭР-600



Статус и результаты работ по РУ и АТЭС ВБЭР-300

- Разработан эскизный проект РУ ВБЭР-300, включая обоснование безопасности (ТОБ РУ), проведены ОКР по основным техническим решениям реактора и основного оборудования, выполнен задел по разработке технического проекта РУ
- Проведена отраслевая экспертиза и экспертиза ГАН РФ эскизного проекта РУ ВБЭР-300, проект рассмотрен и одобрен НТС №1 Росатома
- В рамках сотрудничества с Республикой Казахстан по сооружению АС с РУ ВБЭР-300 в Мангистауской области:
 - выполнена предпроектная стадия: разработана Декларация о намерениях, проведен первый этап инженерных изысканий, разработаны и переданы в РК ТЗ на проект АС, РУ, турбоустановку и АСУТП; разработано ТЭО-ОБИН
 - одобрена Декларация о намерениях по размещению атомной станции с РУ ВБЭР-300 на площадке в г. Актау
 - ТЭО-ОБИН получило положительное заключение от РГП «ГОСЭКСПЕРТИЗА» (РК), включая заключение государственной экологической экспертизы и утверждено приказом Агентства по делам строительства и ЖКХ РК
 - подготовлен проект МПС о сотрудничестве в организации совместных работ по проектированию АС с реакторными установками типа ВБЭР-300 в целях ее дальнейшего сооружения, пройдено межведомственное согласование

Спасибо за внимание



603074, г. Нижний Новгород, Бурнаковский проезд, 15
Тел. (831) 275-40-76, (831) 275-26-40. Факс (831) 241-87-72
okbm@okbm.nnov.ru
www.okbm.nnov.ru