



РОСАТОМ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

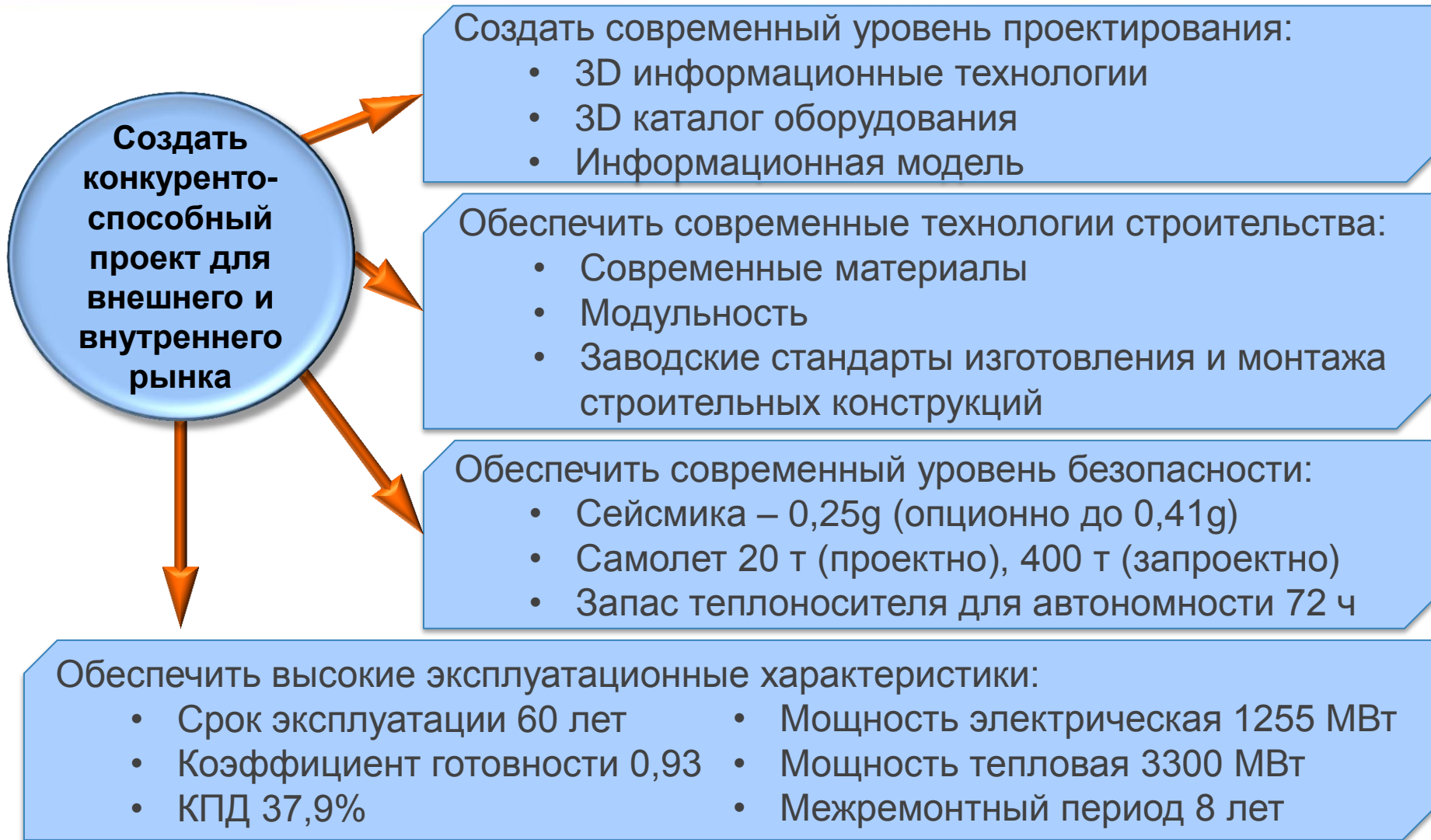
Проект «ВВЭР-ТОИ»: Краткая характеристика основных технологических новаций

**Проектно-конструкторский филиал
ОАО «Концерн Росэнергоатом»**

Д.В. Бугаев

02.10.2014

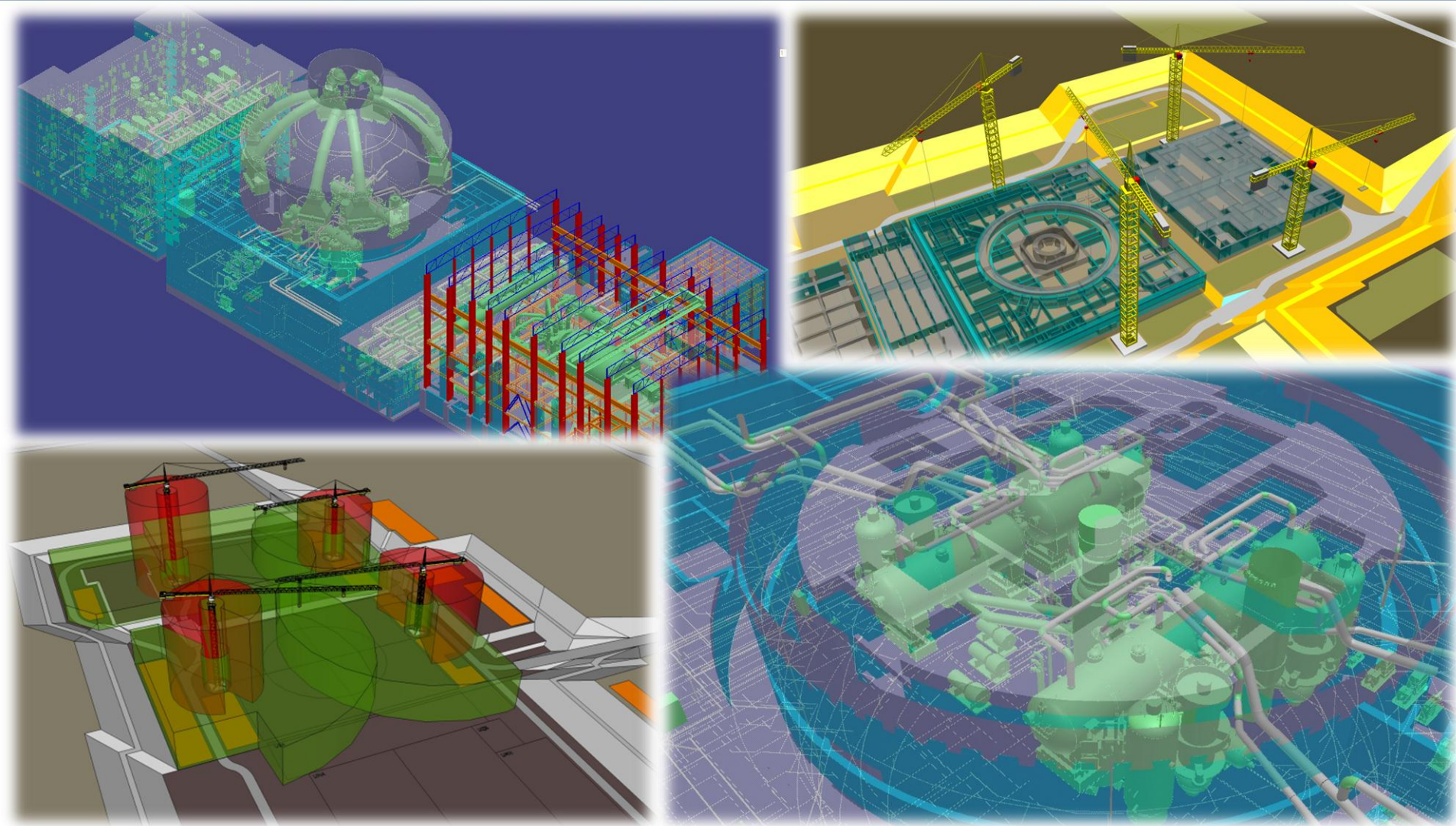
Цели Проекта «ВВЭР-ТОИ»



Пример современных информационных технологий (1), реализованных в Проекте «ВВЭР-ТОИ» (3D проектирование)

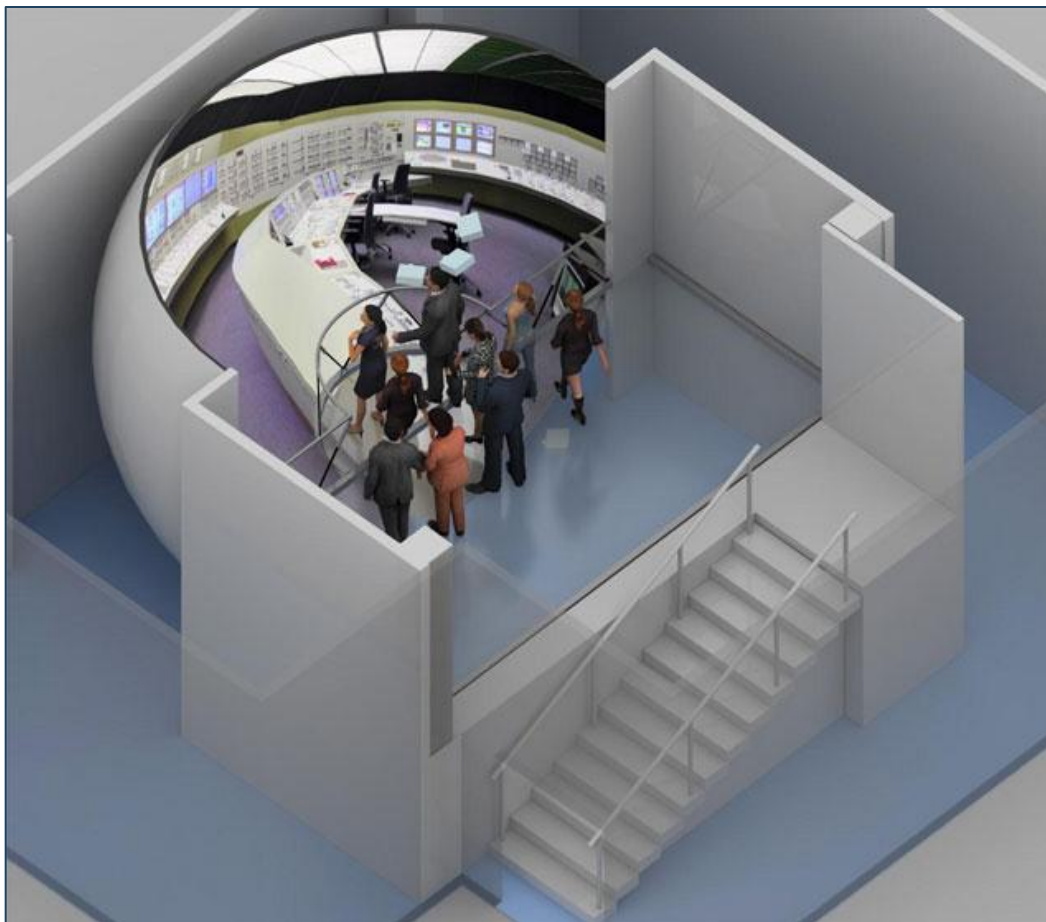


Пример современных информационных технологий (2), реализованных в Проекте «ВВЭР-ТОИ» (3D проектирование)



Пример современных информационных технологий (3), реализованных в Проекте «ВВЭР-ТОИ»

«Центр виртуального прототипирования»



Практическое применение комплекса:

- Оперативный анализ проектных решений
- Отработка процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта АЭС
- Моделирование действий при возникновении чрезвычайных ситуаций

Генплан. Цель изменений

Удельная занимаемая площадь для двублочной АЭС (без учета циркулоснабжения и системы выдачи мощности) не более 280 м²/МВт

Удельная площадь для двублочной АЭС сегодня:

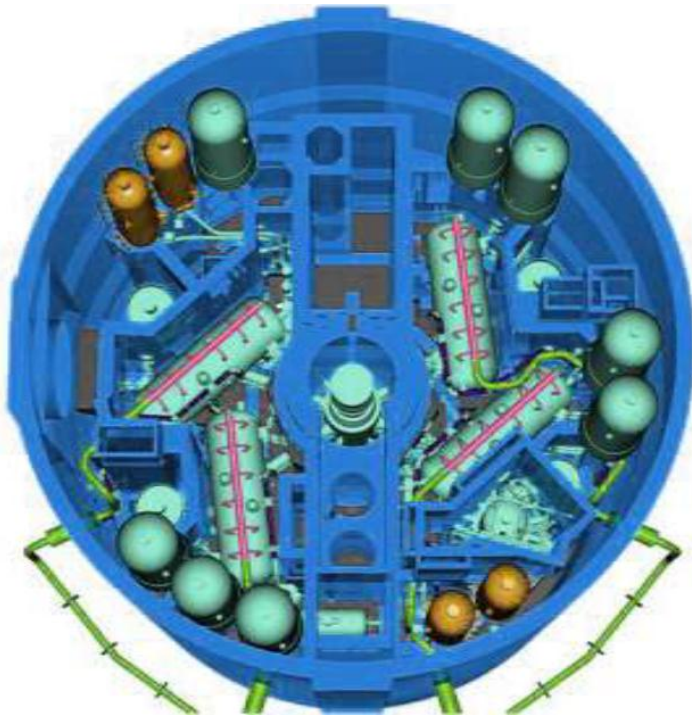
АЭС с РУ В-320	АЭС-2006	ВВЭР-ТОИ
не регламентировано	274 м ² /МВт	Цель: 280 м ² /МВт Итог: 200 м ² /МВт

Генплан. Результат изменений

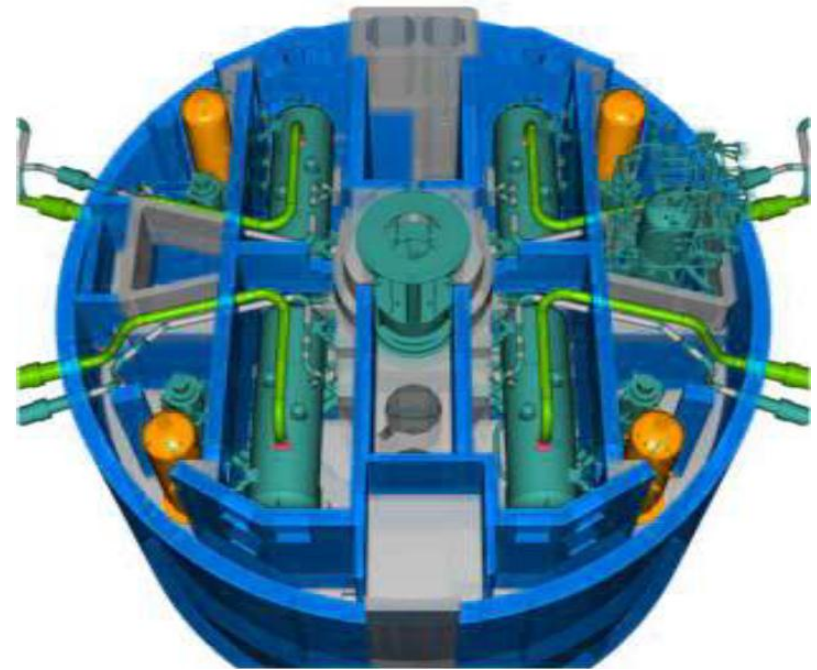
- вынесена ж/дорожная станция;
- вынесена за ограждение группа второстепенных вспомогательных зданий;
- сблокированы сооружения зоны контролируемого доступа;
- гибкие линейные связи 500 кВ заменены на галереи элегазовых токопроводов;
- основные коридоры технологической эстакады заменены на технологический тоннель;
- сокращен периметр физзащиты;
- сокращена протяженность внутриплощадочных автодорог;
- сокращена протяженность тоннелей ответственных потребителей в два раза;
- сокращена протяженность кабельных тоннелей системы безопасности между резервными дизельными электростанциями и реакторным зданием;
- сокращена протяженность кабельных связей системы нормальной эксплуатации;

Реакторное здание. Новое. Компоновочные решения

Компоновка АЭС-2006 и
АЭС с РУ В-320



Компоновка ВВЭР-ТОИ



Реактор. Реакторная установка. Сравнение

	АЭС с РУ В-320	АЭС-2006	ВВЭР-ТОИ
Модель РУ	В-320	В-392М (НВАЭС-2) В-491(ЛАЭС-2)	В-510
Тепловая мощность реактора, МВт.	3120	3200	3300
Количество ОР СУЗ	61	121	94
Количество сварных швов	6	6	4

Реактор. Новое (1)

1 Исключены сварные швы напротив активной зоны

- сокращение времени и объемов контроля сварных соединений корпуса реактора в период эксплуатации (за счет уменьшения их суммарного количества с шести до четырех)
- повышение надежности корпуса реактора за счет вынесения швов из зоны повышенного радиационного облучения, что ведет к существенному снижению радиационного воздействия на швы
- исключено применение ТЭН САОЗ и БСТИ на ёмкостях САОЗ и участках трубопровода до обратных клапанов.

2 Четыре варианта исполнения корпуса реактора определяются вариантноcтью марки применяемой стали и количеством сварных швов: цель – 60 лет

Реактор. Новое (2)

- 3 Количество твэл в ТВС увеличено до 312 шт. за счёт переноса канала под КНИТ на место направляющего канала под ПС СУЗ, исключив из кластера ПС СУЗ два поглощающих стержня
- 4 Применение твэг с осевым профилированием в трёх исполнениях, отличающихся содержанием Gd, что позволяет оптимально сформировать поле энерговыделения
- 5 Реализованы два вида кластеров ПС СУЗ – с 16-ю и 18-ю ПС
 - Уменьшен всплеск мощности в области канала с КНИТ;
 - Сохранена симметрия пучка твэл.

Парогенератор. ГЦНА. Сравнение

	АЭС с РУ В-320	АЭС-2006	ВВЭР-ТОИ
Тип парогенератора	ПГВ-1000...	ПГВ-1000 МКП	ПГВ-1000 МКО
Рабочее давление в трубопроводах пара и питательной воды	6,27 МПа	8,1 МПа	9,0 МПа
Диаметр паропроводов свежего пара	Ду 600	Ду 600	Ду 700
Диаметр трубопроводов питательной воды	Ду 400	Ду 400	Ду 500
ГЦНА			
Тип ГЦНА	ГЦН-195М	ГЦНА-1391	ГЦНА-1732
Смазка ГЦНА	масляная	масляная	водяная

Реакторное здание. Новое. ГЦНА

Применение электродвигателя ГЦНА с использованием водяной смазки позволило:

- исключить присутствие масла в гермооболочке;
- повысить пожаробезопасность АЭС;
- упростить систему пожаротушения АЭС;
- упростить компоновку в боксе ГЦНА;
- упростить процедуру пуска ГЦНА.

Безопасность: внешние воздействия, защита от которых предусмотрена в Проекте «ВВЭР-ТОИ»



Ураганы, смерчи

Расчетная максимальная скорость ветра: 56 м/с.

Падение самолета

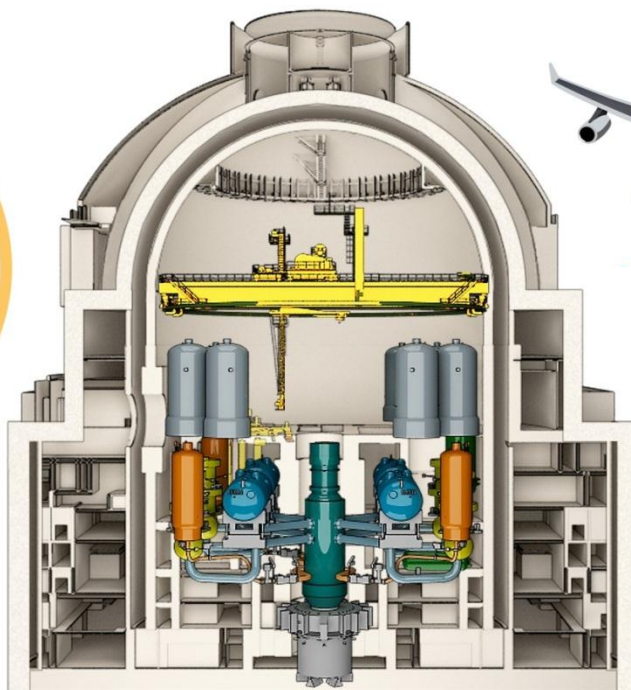
Проектное воздействие: 20 тонн.
Запроектное воздействие: 400 тонн.

АЭС 2006 и
АЭС С РУ В-320:
5,7 тонн



Ударная волна

с давлением во фронте 30 кПа



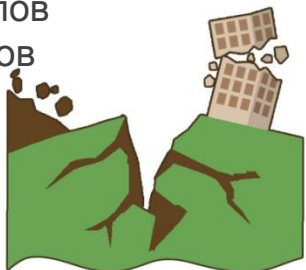
Наводнения, штормы

Применительно к условиям конкретной площадки



АЭС 2006 и АЭС С РУ В-320:

МРЗ – 7 баллов
ПЗ – 6 баллов

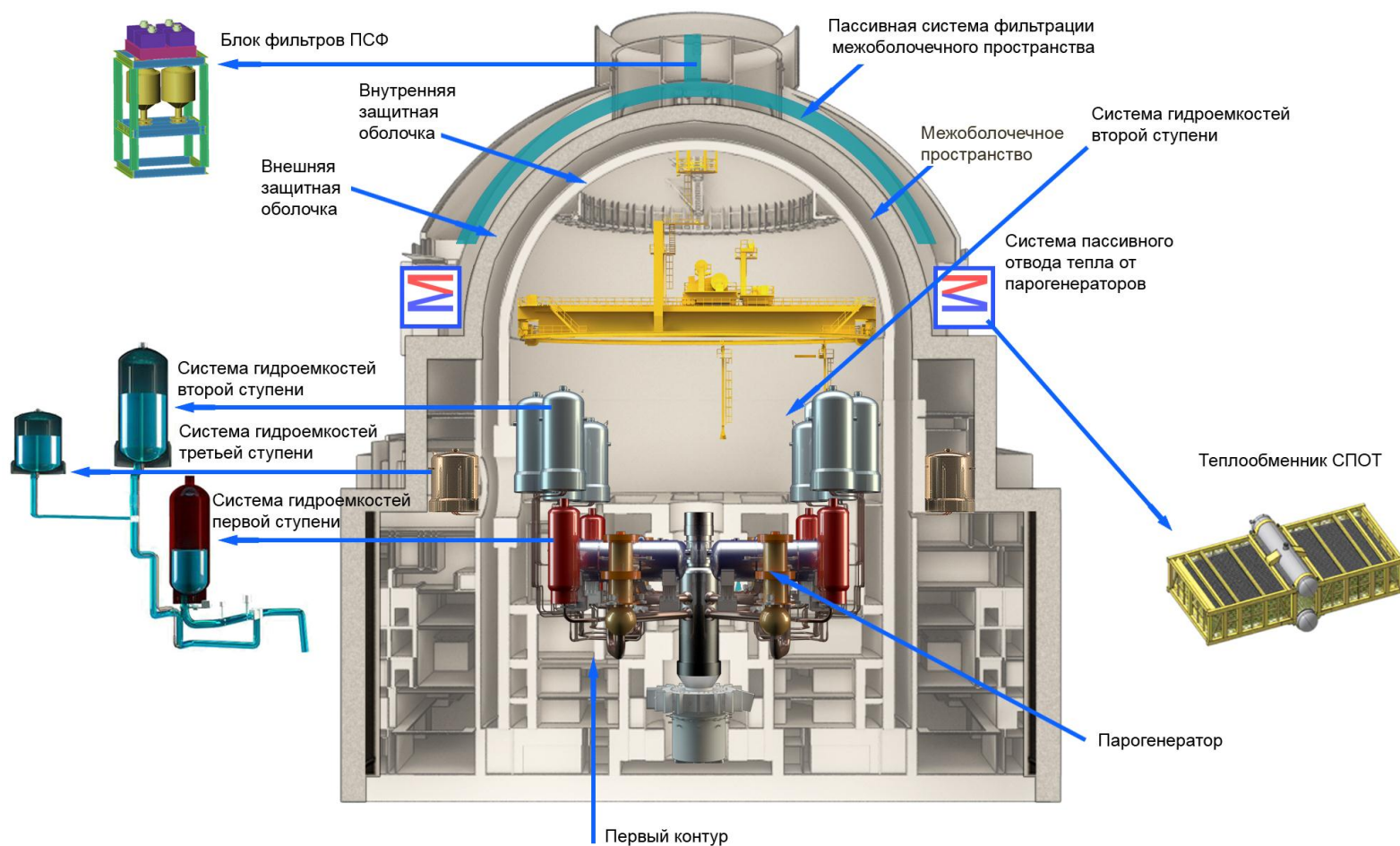


Сейсмические воздействия

Базовый вариант:
МРЗ – 8 баллов по шкале MSK-64
ПЗ – 7 баллов

Возможность:
МРЗ – 9 баллов по шкале MSK-64
ПЗ – 8 баллов

Безопасность: развитие пассивных систем безопасности в проекте «ВВЭР-ТОИ»



Системы безопасности. Сравнение

	АЭС с РУ В-320	АЭС-2006	ВВЭР-ТОИ
Объем пассивной части гидроемкостей САОЗ	(ГЕ-1 – 240 м ³)	ГЕ-2 – 960 м ³	ГЕ-2 – 960 м ³ ГЕ-3 – 720 м ³
Время поддержания активной зоны в режиме «количество разгерметизированных твэлов не более 10%» в условиях запроектных аварий типа большая течь + полное обесточивание	1,5-2 часа	24 часа	24 + 48 = 72 часа (ГЕ-3 подключается после исчерпания ГЕ-2)
	По окончании указанного срока энергоблок находится в состоянии проектной аварии.		
Суммарная мощность теплообменников СПОТ	–	64 МВт	76,8 МВт

Общие данные. Сравнение

	АЭС с РУ В-320	АЭС-2006	ВВЭР-ТОИ
Коэффициент готовности	85-86%	91%	93%
Маневренность блока, % $N_{НОМ}$	Не предусмотрена	100-75-100	100-50-100
Срок сооружения серийного блока от первого бетона до физпуска, мес.	-	54	40
Количество защитных оболочек	1	2	2

Машинный зал. Сравнение (1)

	АЭС с РУ В-320		АЭС-2006	ВВЭР-ТОИ
Паровая турбина	Быстроходная К-1000-60/3000	Тихоходная К-1000-60/1500-1	Быстроходная К-1200-6,8/50	Тихоходная (1500 об/мин) ARABELLE™
Конструктивная схема турбины	2 ЦНД + 1 ЦВД + 2 ЦНД	1 ЦВД + 3 ЦНД	2 ЦНД + 1 ЦВД + 2 ЦНД	1 ЦВСД + 2 ЦНД
Подача конденсата в тракт питательной воды	посредством двух ступеней конденсатных насосов			посредством одной ступени конденсатных насосов
Количество питательных насосов	2+1	2+1	4+1	3+1
Межремонтный период	4 года	4 года	4 года	8 лет

Машинный зал. Сравнение (2)

	АЭС с РУ В-320	АЭС-2006	ВВЭР-ТОИ
Тип охлаждения генератора	с водородным охлаждением ротора	с полностью водяным охлаждением	с водородным охлаждением ротора
Мощность энергоблока электрическая (брутто, гарантийный режим)	1000-1040 МВт	1198 МВт	1255 МВт
КПД	33-34%	35%	37,9%
Собственные нужды	7%	7%	6,47%

Текущий статус

- Проект завершен в 2012 году.
- В декабре 2012 года материалы проекта были переданы в Ростехнадзор на рассмотрение.
- Были проведены взаимодействия с Ростехнадзором и в октябре 2013 года был сформированы и переданы в Ростехнадзор откорректированные материалы проекта.
- В октябре 2014 года ожидаем экспертное заключение Ростехнадзора.

Спасибо за внимание!