



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

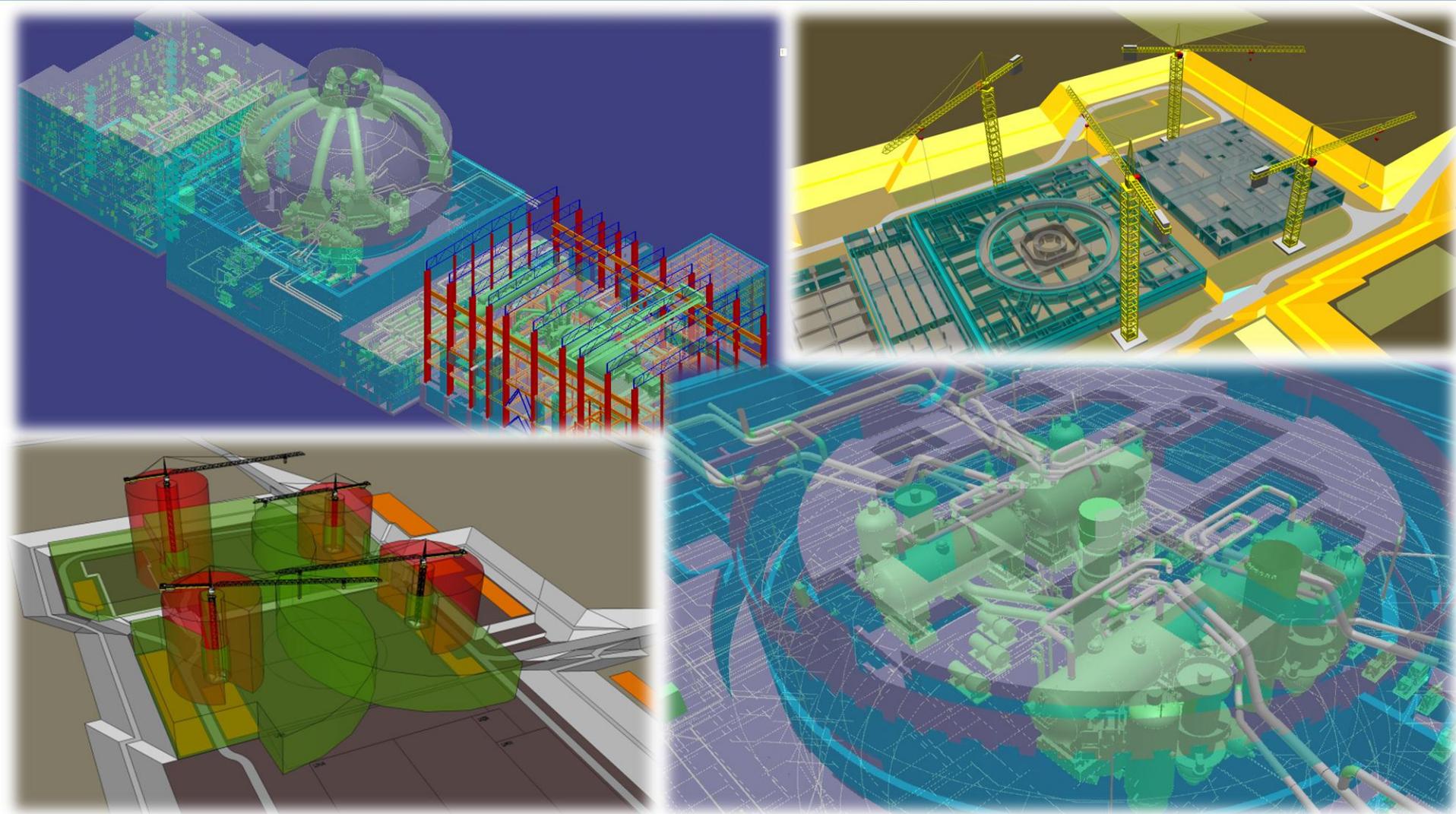
Цели Проекта «ВВЭР-ТОИ»



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

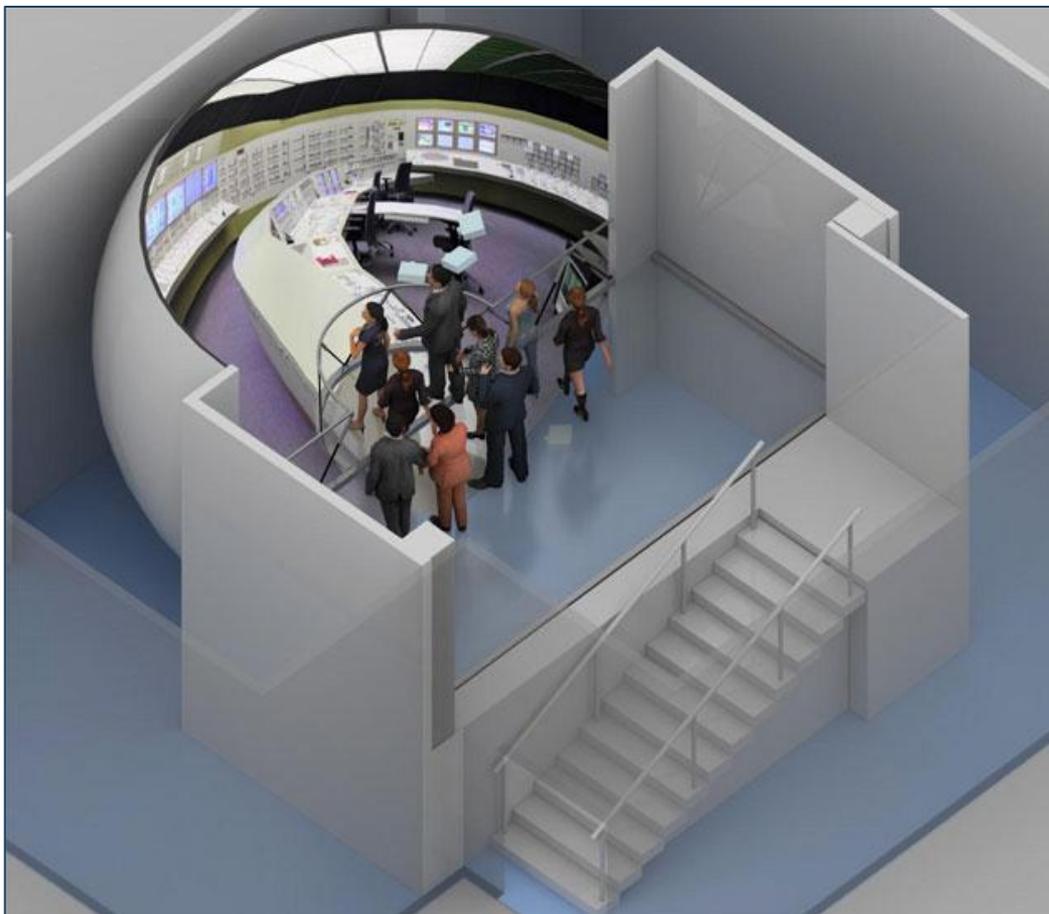


Пример современных информационных технологий (2), реализованных в Проекте «ВВЭР-ТОИ» (3D проектирование)



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 циркумоснабжения и системы выдачи мощности) не более 280 м²/МВт

Удельная площадь для двублочной АЭС сегодня:

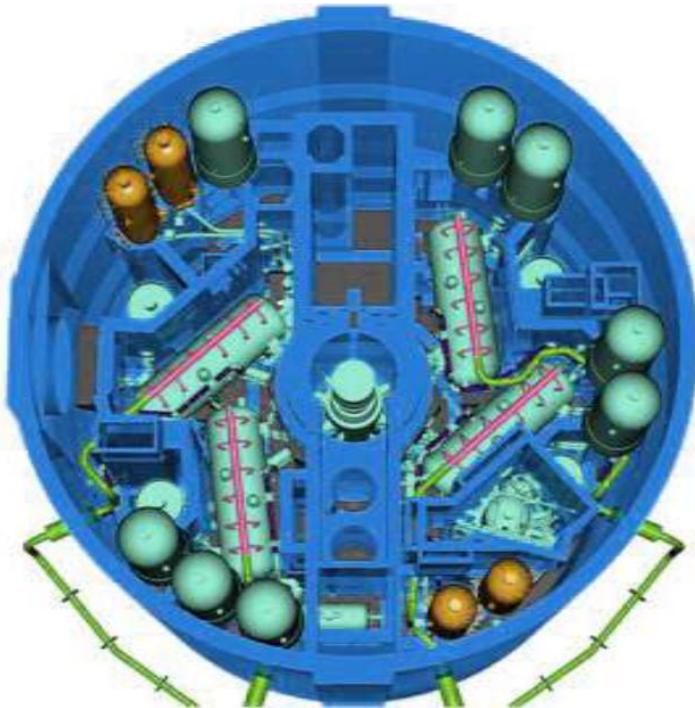
АЭС с РУ В-320	АЭС-2006	ВВЭР-ТОИ
не регламентировано	274 м ² /МВт	Цель: 280 м ² /МВт Итог: 200 м ² /МВт

Генплан. Результат изменений

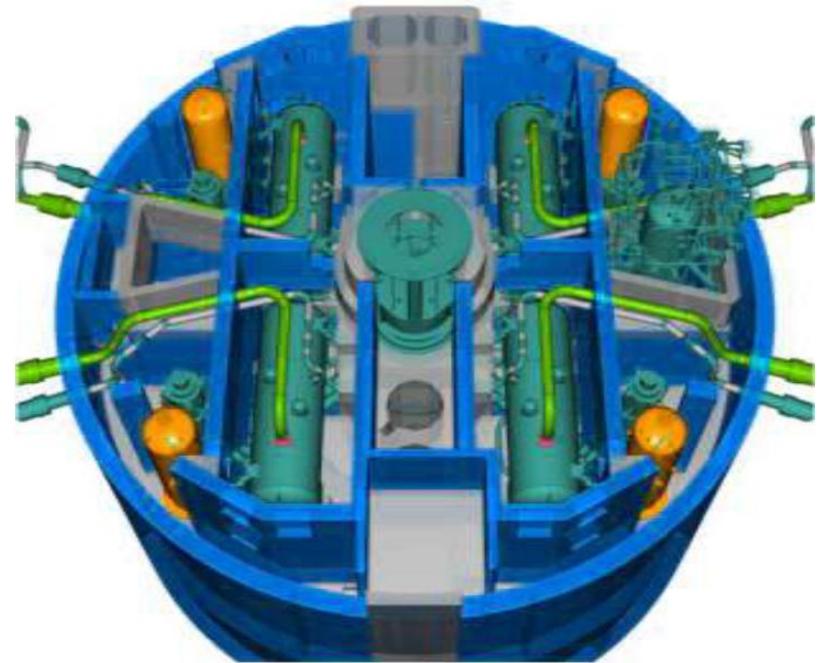
- вынесена ж/дорожная станция;
- вынесена за ограждение группа второстепенных вспомогательных зданий;
- сблокированы сооружения зоны контролируемого доступа;
- гибкие линейные связи 500 кВ заменены на галереи элегазовых токопроводов;
- основные коридоры технологической эстакады заменены на технологический 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 вариантностью 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
<hr/>			
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



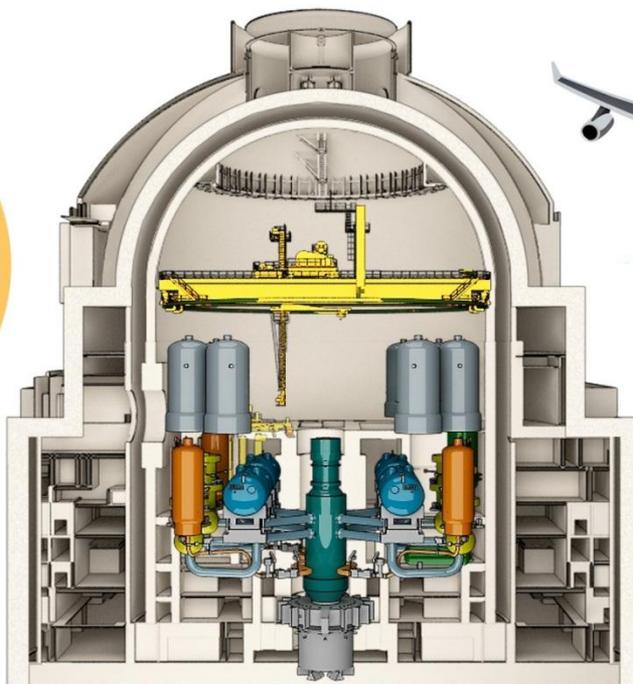
Наводнения, штормы

Применительно к условиям конкретной площадки



АЭС 2006 и АЭС С РУ В-320:

МРЗ – 7 баллов
ПЗ – 6 баллов

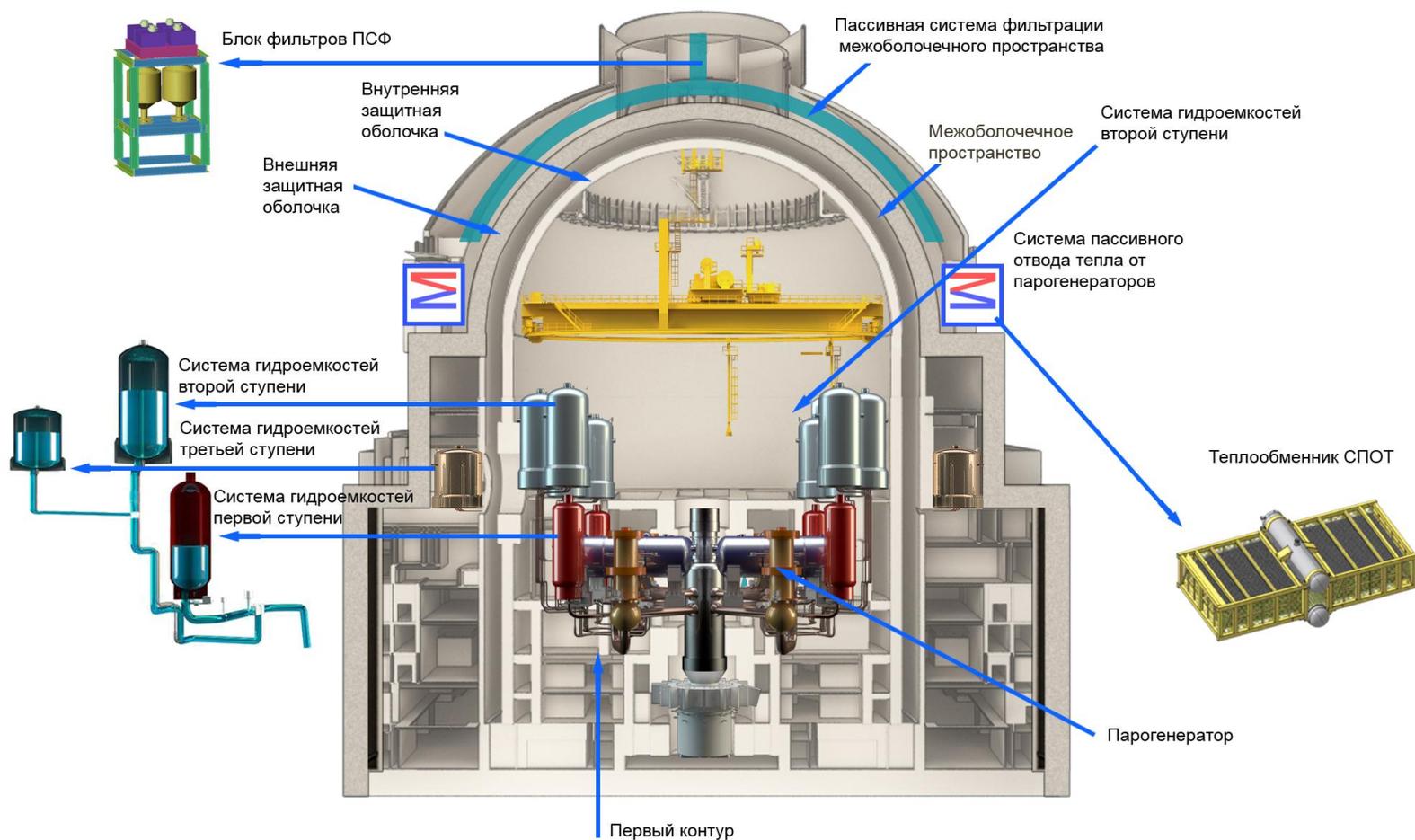


Сейсмические воздействия

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!