



РОСЭНЕРГОАТОМ
**НОВОВОРОНЕЖСКАЯ
АЭС**

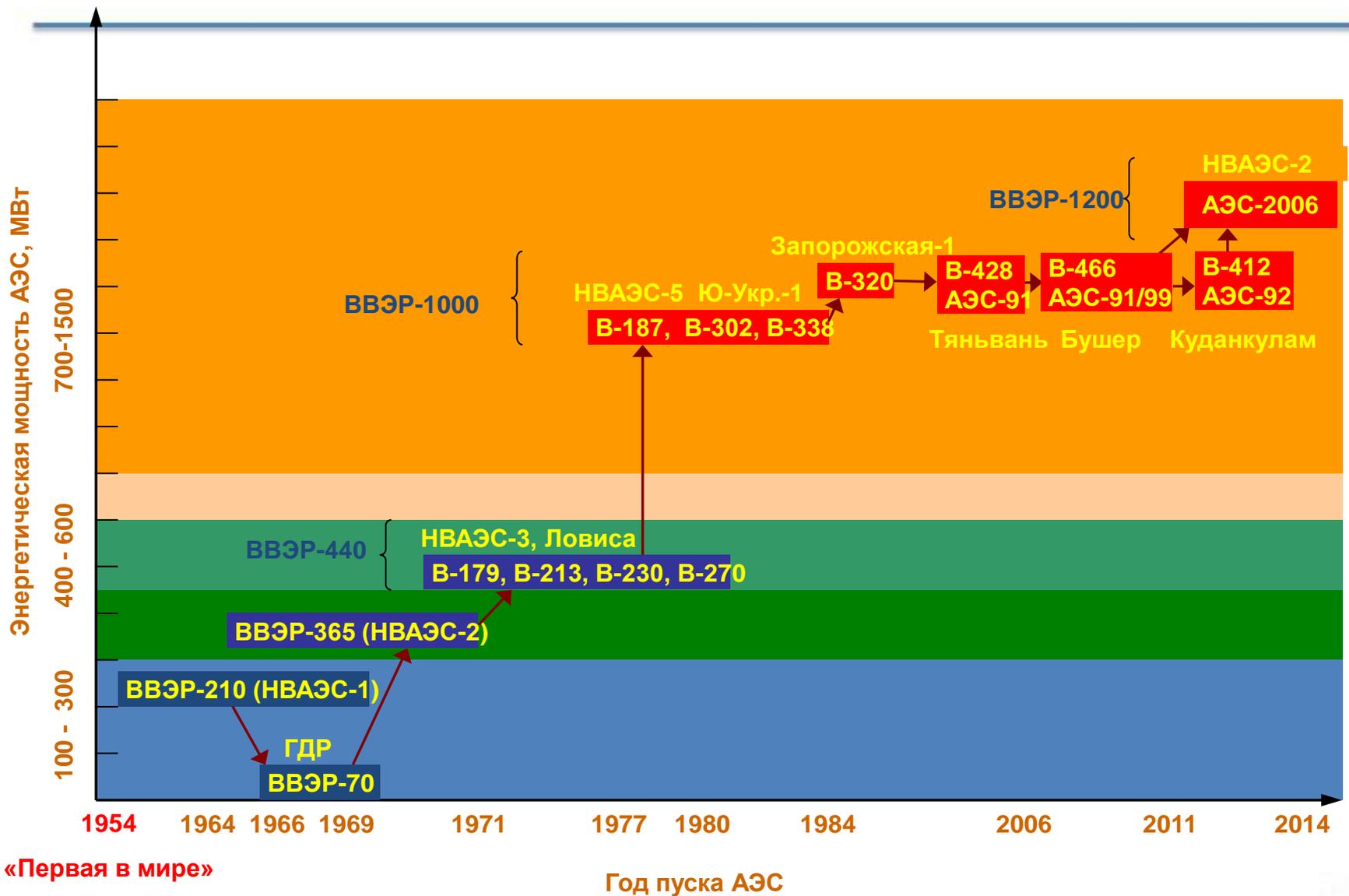
Полувековой опыт эксплуатации Нововоронежской АЭС

Поваров В.П.

9-я Международная научно-практическая конференция

www.novnpp.rosenergoatom.ru

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВВЭР



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС

Этапы развития	Станционный номер энергоблока, тип реактора				
	№1 ВВЭР-210	№2 ВВЭР-365	№3 ВВЭР-440	№4 ВВЭР-440	№5 ВВЭР-1000
Начало строительства, год	1958	1964	1967	1967	1972
Энергетический пуск, месяц, год	Сентябрь 1964	Декабрь 1969	Декабрь 1971	Декабрь 1972	Май 1980
Достижение 100% мощности, месяц, год	Декабрь 1964	Апрель 1970	Июнь 1972	Май 1973	Февраль 1981
Вывод из эксплуатации, год	1984	1990	2001 проектный	2002 проектный	2010 проектный
Продлённый срок эксплуатации, год			2016	2017	2036

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКОВ НВАЭС

Характеристика	Блок №1	Блок №2	Блок №3	Блок №4	Блок №5
№ проекта реакторной установки	ВВЭР-1	В-3М	В-179	В-179	В-187
Установленная электрическая мощность, МВт	210	365	417/440	417/440	1000
Тепловая мощность, МВт	760	1320	1375	1375	3000
Количество циркуляционных петель (ГЦН,ПГ)	6	8	6	6	4
Количество и мощность турбогенераторов, шт./МВт	3/70	5/75	2/220	2/220	2/500
Расход теплоносителя через реактор, м ³ /ч	36500	48000	42630	42750	88900
Рабочее давление теплоносителя, кгс/см ²	100	105	125	125	160
Максимальная температура теплоносителя на входе в реактор, °С	250	252	268	268	289
Средний подогрев теплоносителя, °С	19,1	25,8	29,1	30,1	29,5
Масса урана в активной зоне, т			42,3	47,2	70
Количество топливных сборок, шт	312	276	313	349	151
Количество механических органов регулирования реактивности реактора, шт	37	73	73	73	109

ЭНЕРГОБЛОКИ №1 и 2



ЭНЕРГОБЛОКИ №1 и 2

БЛОК 1

- Опробованы режимы эксплуатации 1 блока при повышенной мощности (240 и 280 МВт)
- Конструктивные изменения и технологические улучшения:
 - ✓ - узел крепления теплового экрана;
 - ✓ - компоновка основного оборудования;
 - ✓ - система перегрузки ЯТ;
 - ✓ - СВО 1-го контура;
 - ✓ - системы охлаждения приводов СУЗ

БЛОК 2

- Повышение тепловой мощности реактора (до 365 МВт) за счет:
 - ✓ применения борного регулирования в сочетании с механической системой управления и защиты;
 - ✓ Повышения линейной нагрузки на твэл и площади поверхности теплообмена в АЗ
 - ✓ Увеличения расхода теплоносителя через реактор
- Применена паровая система компенсации давления для улучшения качества ВХР теплоносителя 1-го контура

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА НА БАЗЕ 1,2 БЛОКОВ

- Создание стенда по отработке технологии пассивного отвода тепла от активной зоны (СПОТ);
- Отбор сквозных проб металла (трепанов) для исследования влияния радиационных полей на корпус реактора и СС

Результаты исследований были использованы для обоснования ПСЭ корпусов реакторов 3 и 4-го блоков

ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4 НВАЭС - Головные блоки серии АЭС с ВВЭР-440

Изменения, внесенные в процессе эксплуатации:

1. Реакторная установка:

- Контроль параметров активной зоны с помощью СВРК;
- Установлены 3 дополнительных канала измерения уровня в ПГ;
- Внедрен многокаскадный впрыск в КД;
- Установлены ИПУ КД типа «Тандем»;
- Заменены рабочие колеса ГЦН на штампо-сварные взамен литых;
- Уплотнение разъемов чехол-привод АРК и воздушников приводов АРК переведены на прокладки из расширенного графита с целью повышения надежности уплотнения;
- Разъемы первого и второго контуров ПГ также переведены на прокладки из расширенного графита.



ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4:

Модернизация в процессе эксплуатации

2. Системы и оборудование турбинного отделения:

- Турбина К-220-44:
 - Замена проточной части ЦНД ТА-11
 - Замена рабочих лопаток последних ступеней РНД ТА-12
 - Замена трубных систем конденсаторов турбин на медно-никелевые сплава МНЖ-5-1
- Модернизация СПП:
 - систем промперегрева ТА-11,12
 - замена сепараторов на циклонные
- Система регенерации высокого и низкого давления:
 - модернизация трубных систем ПВД с заменой схемы подвода питательной воды
 - замена трубных систем ПНД 1-:-5 ТА-11 на трубные системы из эрозионно-стойкого материала
- Система главных паропроводов:
 - установка БЗОК

ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4:

Продление срока эксплуатации

Проект РУ В-179 выполнен в соответствии с общепромышленными правилами и нормами по безопасности 60-х годов.

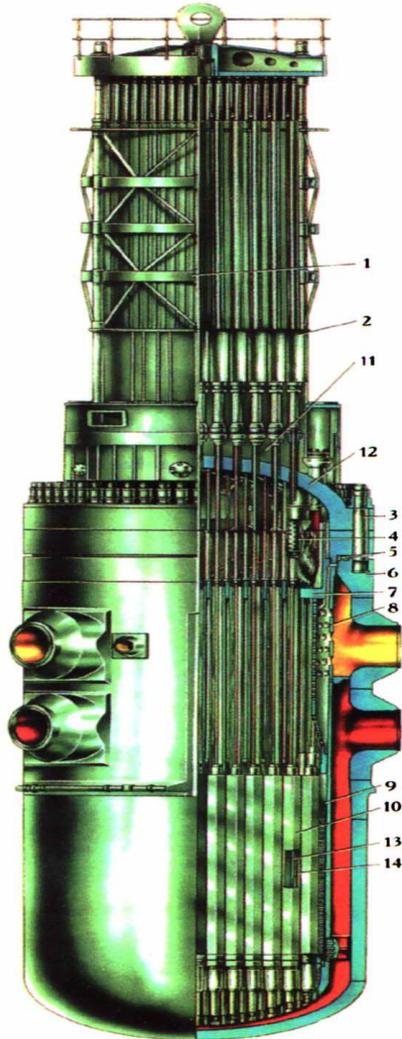
В качестве максимальной проектной аварии принята течь трубопровода Ду100 с ограничительной вставкой Ду32.

Частота повреждения активной зоны (ЧПАЗ)
 $1,08 \times 10^{-03}$ 1/реактор×год.

Этапы ПСЭ

1. Комплексное обследование энергоблоков.
2. Модернизация блоков с целью повышения их безопасности:
3. Обоснование остаточного ресурса незаменимого оборудования, замена оборудования, выработавшего ресурс.
4. Разработка отчетов по углубленной оценке безопасности Энергоблоки № 3, 4

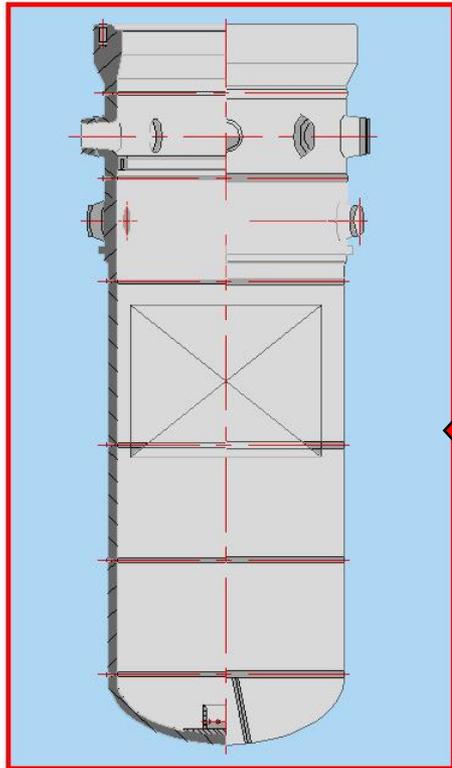
ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4: Продление срока эксплуатации



Срок эксплуатации энергоблока АЭС определяется ресурсом корпуса реактора как наиболее крупного «незаменимого» элемента.

ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4:

Продление срока эксплуатации



Ресурс корпуса реактора определялся прочностью сварного шва №4 из-за радиационного охрупчивания.

Для СС №4 характерно:

- максимальный флюенс быстрых нейтронов;
- высокое содержание фосфора и меди.

№ 4

В результате исследований облученных сталей был найден способ восстановления свойств основного металла и сварных швов корпусов реакторов - термический отжиг.

Разработана технология и установка для отжига корпусов на основе электрических нагревателей.

ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4: Продление срока эксплуатации

Мероприятия по обеспечению хрупкой прочности корпусов реакторов		
Энергоблок № 3	год	Энергоблок № 4
Отжиг корпуса реактора. Режим: $t = 430^{\circ}\text{C}$, $\tau = 150$ час.	1987	
Отбор темплетов из сварного шва № 4 и основного металла обечайки корпуса реактора.	1991	Отбор темплетов из сварного шва № 4 и основного металла обечайки корпуса реактора.
Отжиг корпуса реактора. Режим: $t = 475 \pm 15^{\circ}\text{C}$, $\tau = 100$ час.		Отжиг корпуса реактора. Режим: $t = 475 \pm 10^{\circ}\text{C}$, $\tau = 150$ час.
Отбор темплетов из сварного шва № 4 и основного металла обечайки корпуса реактора.		Отбор темплетов из сварного шва № 4 и основного металла обечайки корпуса реактора.
Отбор темплетов из сварного шва № 4 и основного металла обечайки корпуса реактора.	1995	Отбор темплетов из сварного шва № 4 и основного металла обечайки корпуса реактора.
Отбор темплетов из сварного шва № 4 и основного металла обечайки корпуса реактора.	2003	
<p>Расчетами было обосновано, что корпуса реакторов энергоблоков № 3, 4 Нововоронежской АЭС удовлетворяют критериям хрупкой прочности в режимах нормальной эксплуатации и аварийных режимах в течение 15-ти летнего дополнительного срока эксплуатации</p>		

ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4: Продление срока эксплуатации

Модернизация системы аварийного электроснабжения



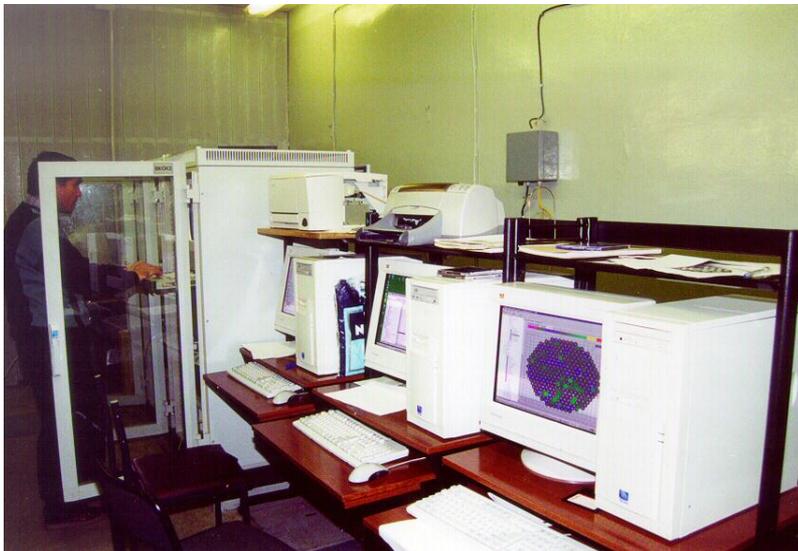
- ❑ Установлены дополнительные аккумуляторные батареи и щиты постоянного тока.
- ❑ Модернизирована существующая сеть надежного питания первой категории переменного тока.
- ❑ Смонтированы два дополнительных дизель-генератора (ДГ 7,8) по 1600 кВт каждый.
- ❑ Модернизирована сеть 6 кВ надежного питания 2 категории с целью создания двух каналов СБ.

ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4: Продление срока эксплуатации

Модернизация системы контроля и управления



- ❑ Созданы на базе современного комплекса аппаратуры АКНП-7 два комплекта аварийной защиты и контроля реактора.
- ❑ Установлены два комплекта аварийной защиты СУЗ по технологическим параметрам.
- ❑ Импульсный регулятор мощности реактора заменен на автоматический регулятор мощности АРМ 5СРВ.
- ❑ Установлены два комплекта устройства разгрузки и ограничения мощности реактора РОМ-2СРВ.
- ❑ Установлены два комплекта унифицированного комплекса технических средств (УКТС), предназначенных для создания устройств логического управления, защиты, блокировок и сигнализации двух каналов систем безопасности.
- ❑ Реакторная установка оснащена системой внутриреакторного контроля на базе аппаратуры СВРК-В179



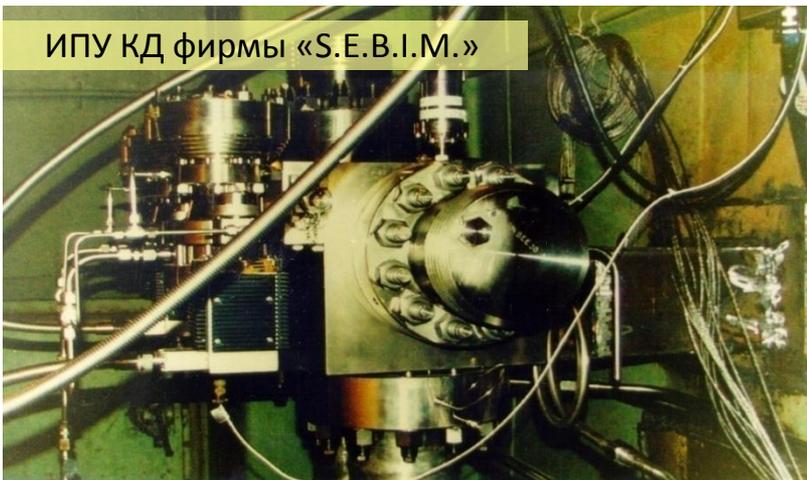
ЭНЕРГООБЛОКИ №3 и 4: Продление срока эксплуатации

Модернизация технологических систем безопасности

ИПУ ПГ фирмы «Vorr&Reuther»



ИПУ КД фирмы «S.E.V.I.M.»



- ❑ Модернизирована система аварийной подпитки 1 контура с целью создания двух каналов СБ.
- ❑ Модернизирована спринклерная система с целью создания двух каналов СБ.
- ❑ Установлены БЗОК на главных паропроводах.
- ❑ Заменены рычажные предохранительные клапаны парогенераторов и компенсатора давления.
- ❑ Энергоблоки оснащены дополнительными системами подачи питательной воды в парогенераторы.
- ❑ Модернизирована система технической воды ответственных потребителей с целью создания двух каналов СБ на каждом блоке.
- ❑ Модернизованы элементы и оборудование гермопомещений.
- ❑ Сооружено отдельно стоящее здание насосной станции пенного пожаротушения с двумя новыми насосам.

ЭНЕРГООБЛОКИ №3 и 4: Продление срока эксплуатации

Оснащение средствами, предназначенными для управления ЗПА:



- передвижным источником аварийного электроснабжения (мобильным дизель-генератором);



- передвижной насосной установкой для подачи воды в парогенераторы.

ЭНЕРГОБЛОКИ №3 и 4

Итоги выполнения мероприятий по ПСЭ:

- Устранены отступления категорий 3 и 4 (по классификации МАГАТЭ) от требований НД.
- Частота повреждения активной зоны уменьшена до уровня, рекомендованного МАГАТЭ: (3 блок $-3,44 \times 10^{-05}$ 1/реактор*год, 4 блок $-5,12 \times 10^{-05}$ 1/реактор*год (по результатам ВАБ первого уровня)).
- Углубленная оценка безопасности блоков №3 и №4 НВАЭС показала возможность дальнейшей безопасной эксплуатации блока в течение 15 лет.

Реализованные мероприятия позволили продлить сроки эксплуатации:
3 блока до 2016г, 4 блока до 2017г.

ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС - Головной энергоблок серии ВВЭР-1000



ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС:

Изменения, внесенные в процессе эксплуатации

1) Система промежуточного перегрева пара турбоустановок К-500-60/1500

- установлены плёночные сепараторы усовершенствованной конструкции
- заменены кассеты греющих секций на кассеты из нержавеющей стали;
- установлены циклонные сепараторы на паропроводе 1 отбора к первой ступени СПП-1000;
- установлены заслонки (стопорные и регулирующие после СПП).

2) Система регенерации низкого давления:

- трубные системы ПНД заменены на нержавеющие, что обеспечивает высокий уровень надёжности системы регенерации.

ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС:

Изменения, внесенные в процессе эксплуатации

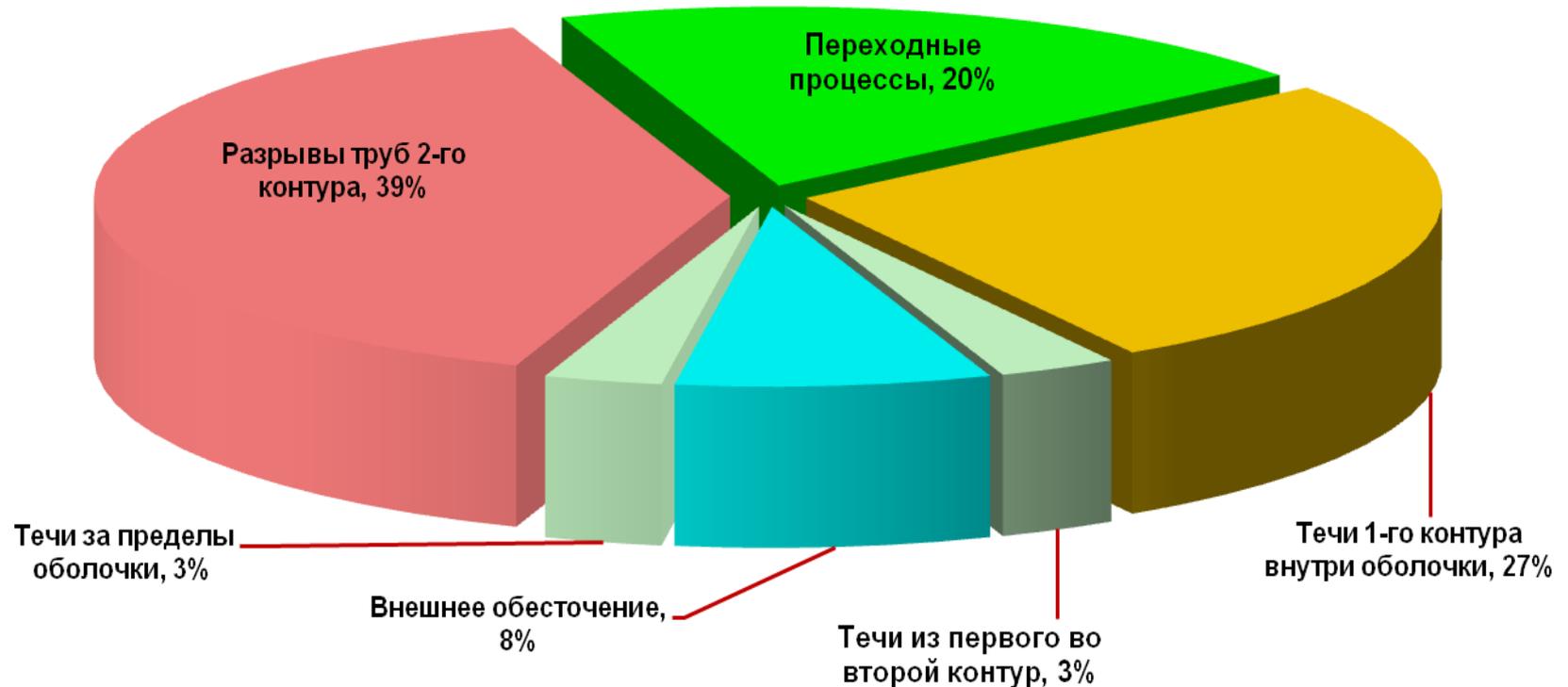
Технологические системы:

При эксплуатации 5 блока НВАЭС были внедрены проектно-конструкторские решения:

- система возврата водорода в 1 контур позволяющая значительно снизить расход аммиака дозируемый в 1 контур, нагрузку на систему спецгазоочистки и, соответственно, газоаэрозольные выбросы;
- впервые была опробована технология переработки жидких радиоактивных отходов методом глубокого упаривания, позволившая существенно уменьшить объем хранящихся на блоках ЖРО.

ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Подготовка к продлению срока эксплуатации

- Частота ПАЗ до модернизации $2,24 \times 10^{-4}$ 1/реактор*год



- Относительный вклад в ЧПАЗ основных групп исходных событий

ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС:

Продление срока эксплуатации

- **Комплексное обследование оборудования, систем, зданий и сооружений;**
- **Масштабная модернизация, замена оборудования, выработавшего ресурс;**
- **Обоснование остаточного ресурса незаменимого оборудования;**
- **Углубленная оценка безопасности с учетом всех реализованных на энергоблоке модификаций.**

ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС:

Продление срока эксплуатации

Модернизация электротехнического оборудования:

- Заменено 95% оборудования систем электроснабжения СБ и СНЭ ВБ;
- Заменены статоры, возбудители, системы возбуждения, генераторные выключатели ТГ-13, 14;
- Дополнительно смонтировано оборудование канала САЭ, в том числе построена новая ячейка РДЭС;
- Заменено 1 400 км кабеля из имевшихся на блоке 1500 км и вновь проложено 550 км кабеля.



ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Продление срока эксплуатации

Модернизация оборудования СУЗ и СКУ:

- Заменено 95% оборудования СУЗ, СКУ и ИВС;
- Дополнительно смонтирован второй комплект оборудования СУЗ;
- Турбоагрегаты оснащены системой контроля вибрации подшипников.



ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС:

Продление срока эксплуатации

Модернизация тепломеханического оборудования:

- Заменен верхний блок реактора;
- Заменены насосы аварийного расхолаживания;
- Смонтирована трехканальная система аварийной подачи питательной воды в парогенераторы;
- Смонтированы насосы ввода бора высокого давления;
- Заменены и вновь смонтированы 1093 единицы трубопроводной арматуры;
- Заменены 22 армоканата СПЗО.



ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Инновационные технологии при ПСЭ

Оборудование подсистем АСУ ТП ВБ и НЭ

Новое поколение технических средств КТПС-ПН разработано с применением программируемых микроконтроллеров с функциями самодиагностики, сертифицировано в системе ОИТ для АЭС. Оборудование КТПС-ПН эксплуатируется на энергоблоке №2 Ростовской АЭС, НВАЭС, АЭС «Куданкулам» в Индии.

**Разработчик и изготовитель –
Московский завод «Физприбор»**



Информационно-вычислительная система (ИВС) обеспечивает:

- представление информации о параметрах технологических систем, состоянии работающего оборудования в удобной для оператора графической форме;
- Система представления параметров безопасности (СППБ) является подсистемой ИВС и позволяет представлять оператору реактора информацию о состоянии функций безопасности энергоблока в реальном времени архивирование данных

**Поставщик ИВС «ПОРТАЛ»
ОАО «ВНИИАЭС»**



ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Инновационные технологии при ПСЭ

Система внутриреакторного контроля (СВРК)

СВРК обеспечивает контроль распределения мощности и температуры теплоносителя в активной зоне.

**Основная задача СВРК –
не допустить перегрева ядерного топлива.**

Оборудование ПТК-КРУИЗ находится в эксплуатации на Кольской, Ростовской, Нововоронежской АЭС, на всех АЭС Украины и Словакии



**Разработчик СВРК –
ООО ИФ СНИИП Атом**

ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Инновационные технологии при ПСЭ

- Аппаратура контроля нейтронного потока (АКНП);
- Аппаратура защиты по технологическим параметрам (АЗТП);
- Оборудование исполнительной части АЗ-ПЗ;
- Оборудование СГИУ;
- Устройство разгрузки и ограничение мощности реактора (шкафы РОМ);
- Автоматический регулятор мощности реактора (шкаф АРМ);
- Оборудование силового электропитания;
- Оборудование информационно-диагностической сети ПТК ИДС.



**Оборудование СУЗ разработано
ЗАО «СНИИП-СИСТЕМАТОМ» и ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ»**

ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Инновационные технологии при ПСЭ

Полномасштабный тренажер (ПМТ)

- ПМТ АЭС является точной копией реального блочного и резервного щитов управления (БЩУ и РЩУ) и базируется на комплексной полномасштабной математической модели энергоблока.
- ПМТ обеспечивает моделирование в реальном масштабе времени всех режимов эксплуатации АЭС (режимов нормальной эксплуатации, проектных аварийных режимов и запроектных аварий).



ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Инновационные технологии при ПСЭ

Система водородной взрывозащиты

Водородная взрывозащита АЭС в процессе тяжелых аварий обеспечивается работой системы контроля концентрации водорода (СККВ) и системы удаления (дожигания) водорода (СУВ).

Системами СККВ и СУВ оснащены ряд АЭС РФ, Тяньваньская АЭС (Китай) – 2 энергоблока; АЭС «Бушер» (Иран) – 1 энергоблок.



Поставщик ЗАО ИНПК
«РУССКИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

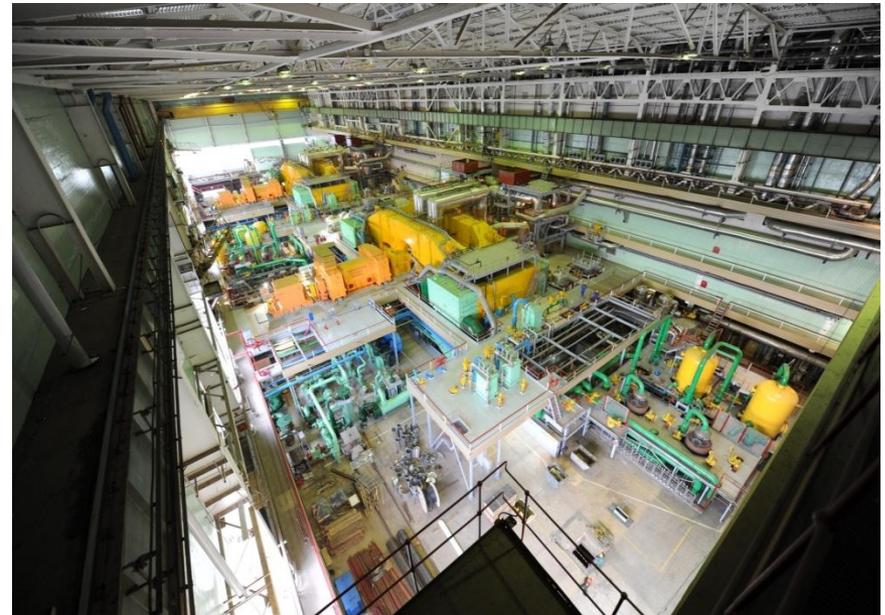
ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Постфукусимские мероприятия

- Смонтирована система дожигания водорода в ГО.
- Смонтирована система индустриальной антисейсмической защиты СИАЗ.
- Выполнен расчет сейсмостойкости строительных конструкций и оборудования энергоблока.
- 5 блок оснащен:
 - ПАДГС-2МВт (Для запитки потребителей 6 кВ и 0,4 кВ);
 - ПНУ-150/900 (Подача аварийной питательной воды в ПГ.
 - Подача борной кислоты из баков Б-8/1,2,3 в напор насосов АВН-1,2,3);
 - ПНУ-20/50 (Откачка воды с «минусовых» отметок ТО);
 - мотопомпами ПНУ-150/120 (Подача артезианской воды на заполнение баков аварийного запаса ХОВ).



ЭНЕРГОБЛОК №5 НВАЭС: Достигнутые результаты ПСЭ

- Обеспечено соответствие 5 блока требованиям ПНАЭ и стандартам МАГАТЭ.
- Частота повреждения активной зоны снижена с величины $6,9 \times 10^{-4}$ (1/реактор год), до $2,9 \times 10^{-5}$ (1/реактор год), что соответствует рекомендациям МАГАТЭ.
- Обеспечено продление срока эксплуатации энергоблока №5 на 30 лет.



ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО

Год внедрения	Развитие ТВС и топливных загрузок
1971	На 3 блоке - кассеты содержали 120 твэлов с топливом обогащением по ^{235}U 3.3% однородное и профилированное по радиусу (среднее обогащение по ^{235}U 3.2%) с 6-ю пэлами в кассете, содержащими 0.5-1г/см ³ естественного бора.
1974	Внедрение на 3 блоке кассет, содержащих 126 твэлов с топливом обогащением по ^{235}U 3.6% в РК и 2.4% для ТВС СУЗ без профилирования
1979	На 3-м и 4-м блоках внедрены ТВС СУЗ с топливом обогащением по ^{235}U 3.6%.
1983	На 1-м блоке НВАЭС реализована схема загрузки топлива, in-in-out.
1984	на 5-м блоке используются кассеты с профилированным по радиусу топливом средним обогащением по ^{235}U 4.2% в 3-х годичном топливном цикле.
1985	На 3-м и 4-м блоках НВАЭС реализованы схемы загрузки топлива in-in-in-out
1987	На 4-м блоке внедрены кассеты с циркониевыми дистанционирующими решетками вместо стальных.
1995	На 3-м и 5-м блоках внедрены кассеты с циркониевыми дистанционирующими решетками.
1995	На 4-м блоке внедрены кассеты с профилированным по радиусу топливом средним обогащением по ^{235}U 3.82%
2002	Внедрение кассет с профилированным по радиусу топливом средним обогащением по ^{235}U 3.82% на 3 блоке
2003	Внедрение на 5-м блоке кассет профилированных по радиусу средним обогащением 4.3%, содержащих твэги с гадолинием и схемой загрузки топлива in-in-in-out.

ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО

Совершенствование топливных загрузок и методов КГО

- 1) В результате улучшения конструкции кассет и схем загрузки топлива средняя глубина выгорания выгружаемого топлива увеличилась
 - в реакторах ВВЭР-440 с проектных 28.4 Мвт*сут/кгU до 39-40 Мвт*сут/кгU
 - в реакторе ВВЭР-1000 с проектных 40 Мвт*сут/кгU до 46 Мвт*сут/кгU
- 2) Разработаны методики КГО на работающем реакторе по удельной активности реперных радионуклидов в т/н 1-го контура
- 3) Внедрены методики КГО на остановленном реакторе по активности реперных радионуклидов ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs и дополнительных радионуклидов ^{136}Cs и ^{133}Xe .

ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО

Обращение с негерметичными ОТВС ВВЭР-440

- 1) Разработаны критерии размещения ТВС с негерметичными твэлами в пеналы для дальнейшего хранения :
 - регистрация в пробах КГО активности реперных изотопов (^{131}I , ^{134}Cs и ^{137}Cs), превышающих значения $1,0 \times 10^{-3}$ Ки/кг;
 - регистрация в пробах КГО дополнительных радионуклидов ^{144}Ce и ^{106}Ru . и подтверждение принадлежности этих продуктов деления твэлам проверяемой кассеты.

- 2) Разработана технология хранения в пеналах № 30 ОТВС с негерметичностью твэлов выше критерия пенального хранения. Пенал №30 может быть использован также для внутриобъектового транспортирования ОТВС в т.ч. в «горячую» камеру.

ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

ВХР первого контура

Бескоррекционный водно-химический режим

Режим регулирования реактивности с помощью борной кислоты

Слабощелочной восстановительный аммиачно-калиевый водно-химический режим с борной кислотой

ВХР второго контура

Бескоррекционный водно-химический режим

Гидразинно-аммиачный водно-химический режим

Этаноламиновый водно-химический режим, опытно-промышленная эксплуатация

ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Химводоочистка для 3, 4 и 5 блоков



Физико-химический контроль показателей качества технологических сред ведется аккредитованной лабораторией по аттестованным методикам

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛА

Для повышения качества выявления дефектов металла на НВ АЭС постоянно ведется работа по внедрению современных средств и новых методик контроля металла.

Среди них:

- Приборы и системы УЗК на базе фазированных решеток;
- Комплексы цифровой радиографии;
- Автоматизированные установки для обработки рентгеновских снимков;
- Новые отечественные разработки ЦНИИТМАШ и ПОЛИТЕСТ в области вихретокового контроля.

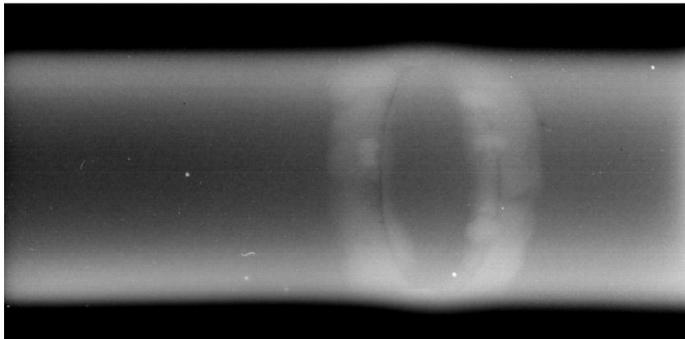
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛА



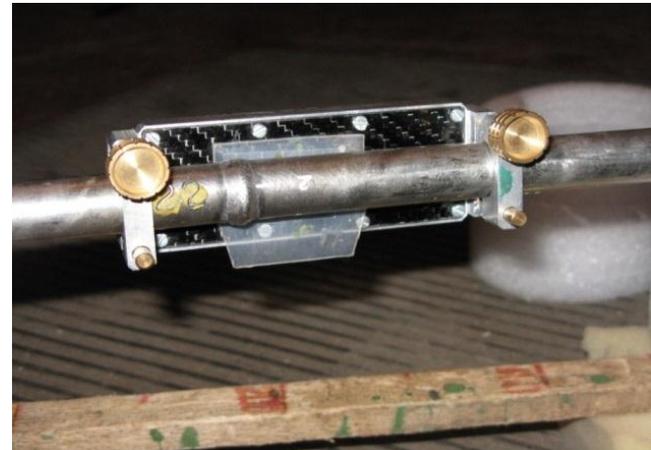
Дефект на СС№23



Комплекс цифровой радиографии



Вид сварного шва на экране монитора



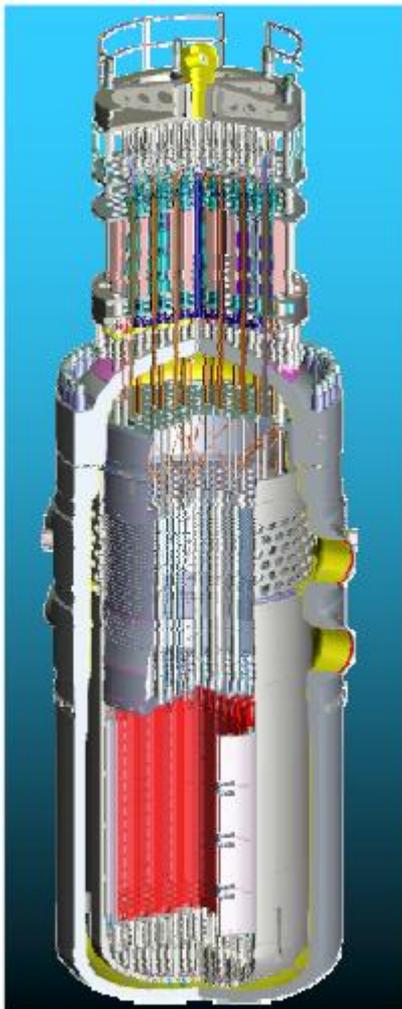
Матричный детектор

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1) Уровни облучаемости персонала не превышают основных пределов доз, установленных НРБ:

- среднегодовые индивидуальные дозы облучения персонала АС составляют в 2008÷2012г.г. 1,1÷2,3 мЗв. (1991г. - 7,1 мЗв) при контрольном уровне 20 мЗв.;
- коллективная доза облучения персонала снизилась в 4÷5 раз в сравнении с 80 годами. (в 1980г. коллективная доза – 20,02 чел.·Зв., в 2012г. – 4,09 чел.·Зв.).

2) Выбросы радиоактивных веществ в атмосферу составляют 6-16 % от допустимых выбросов регламентированных нормативными документами (СПАС-03).



АЭС Российского дизайна:

- Надежные
- Безопасные
- Референтные



В проекте АЭС-2006 оптимизировано сочетание активных и пассивных систем безопасности по отношению к конкурирующим проектам АЭС

Разработанные проекты реализуют эволюционную концепцию развития РУ с ВВЭР, ориентированную на обеспечение безопасности и повышение экономической эффективности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- На энергоблоках 3 , 4 и 5 отрабатывались принципиальные решения, предложенные проектировщиками и конструкторами, осуществлялось обобщение опыта эксплуатации для совершенствования серийных проектов АЭС с ВВЭР.
- 50 летний опыт эксплуатации реакторов Нововоронежской АЭС подтвердил безопасность технологии ВВЭР.
- Выбросы в атмосферный воздух, сбросы в водные объекты, загрязнение почвы, физические воздействия на природу, не превышали за 50 лет эксплуатации, установленных государственных нормативов (допустимых значений).
- Нововоронежская АЭС с реакторами ВВЭР сыграла ключевую роль в обеспечении задач развития атомной энергетики Советского Союза и России в длительной перспективе.