



**МОДЕРНИЗАЦИЯ И ПСЭ ЭНЕРГОБЛОКОВ
ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС**

Главный инженер Константин Кудрявцев

Общие сведения

Установленная мощность станции – **4 000 МВт**

● Блок 1 **1973**

● Блок 3 **1979**

● Блок 2 **1975**

● Блок 4 **1981**

Проектная выработка — **28,0** млрд. кВт·ч/год

Проектный КИУМ — **79,9** %

Выработано с начала эксплуатации — **824** млрд кВт·ч

Отпущено в энергосистему — **757** млрд кВт·ч

что эквивалентно — **9,5 мес.** потребления эл. энергии в РФ

Продление срока эксплуатации

**Повышение безопасности
(модернизация энергоблока)**

Управление сроком службы элементов энергоблока

Подготовка отчета по УОБ энергоблока

Получение лицензии на эксплуатацию энергоблока за пределами 30-летнего срока

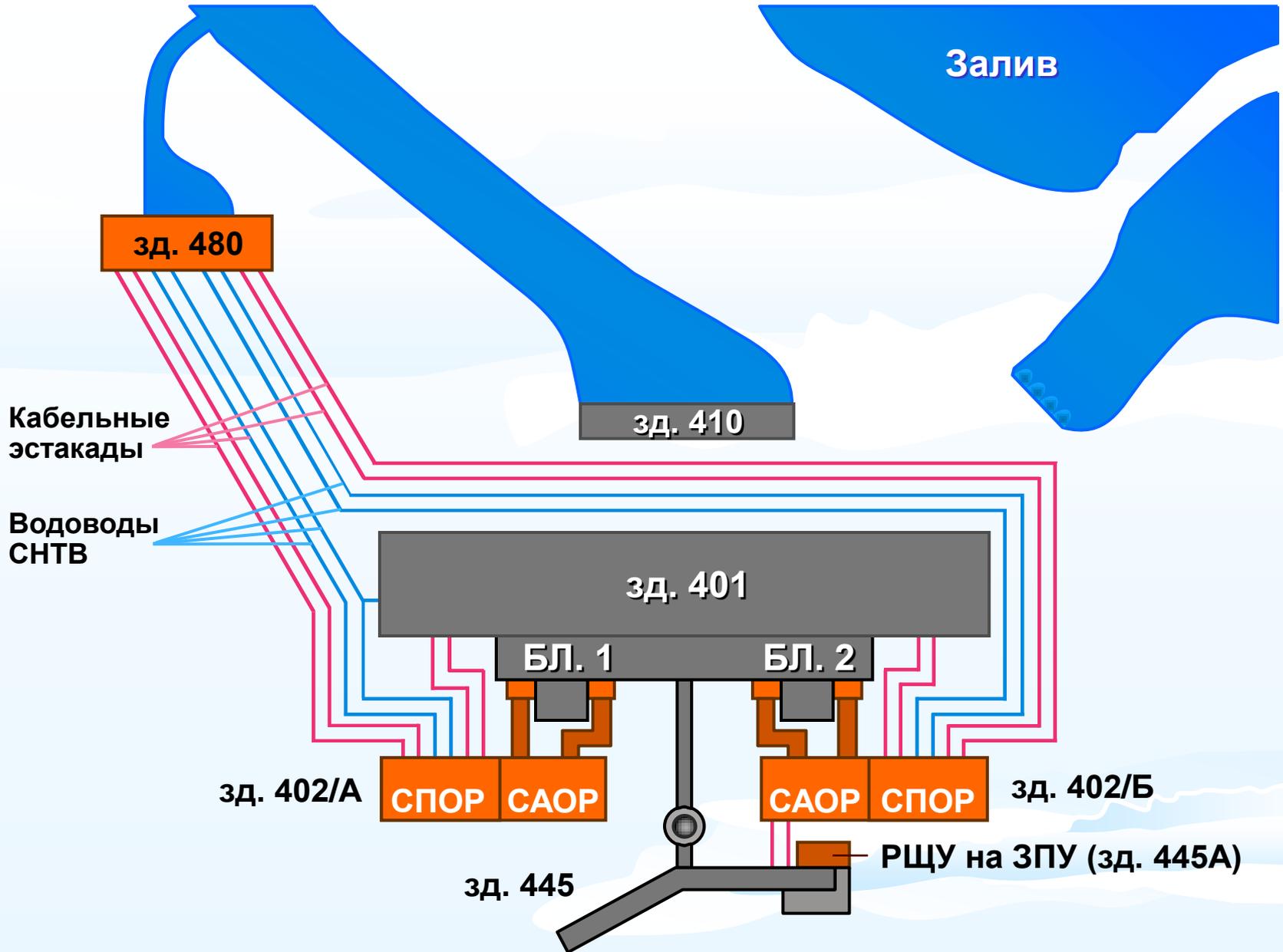
Повышение безопасности

Программа повышения безопасности

Основные направления

- Ядерная безопасность
- Техническая безопасность
- Радиационная безопасность
- Пожарная безопасность
- Физическая безопасность

Объекты модернизации (на примере I очереди)



Ядерная безопасность



Новые системы управления и защиты реакторов



**Стержни с надвигающимся поглотителем
и кластерными регулирующими органами**



Система контроля подкритичности



**Новое уран-эрбиевое топливо
с обогащением 2,8%**

...и другие, всего 12 мероприятий



БЩУ-2. Место ВИАУР



Системы контроля, управления и защиты



Хранилище ОЯТ

Техническая безопасность

- Замена технологических каналов с восстановлением зазора «ТК-графит»
- Новая трехканальная система аварийного охлаждения реактора
- Модернизация внутрикорпусных устройств барабан-сепараторов с увеличением оперативного запаса воды в 2,4 раза
- Трехканальная система электроснабжения систем безопасности
- Система надежного водоснабжения систем безопасности
- Коллекторы САОР с возможностью подачи питательной воды от ПЭН, от НК ГЦН, МПЭН и АПН

Техническая безопасность

- Модернизированная система парогазовых сбросов при разрыве ТК
- Замкнутая вентиляция циркуляционного бака системы управления и защиты
- Замена «Скалы» на «Скалу-микро»
- Замена чаш ГЦН
- Замена раздаточных групповых коллекторов
- Продувка тупиковых зон РГК
- Резервный щит управления

...и другие мероприятия

Техническая безопасность



Зд. 402/А



Зд. 402/Б



Береговая насосная зд. 480



Кабельные эстакады

Радиационная безопасность

- Автоматизированная система контроля радиационной обстановки
- Холодный вариант установки подавления активности для энергоблоков №№3 и 4
- Замкнутые системы вентиляции циркуляционного бака системы управления и защиты
- Автоматизированная система контроля радиационной безопасности

и другие мероприятия



Система АСКРО

о. Сескар

Кронштадт

ЛАЭС

Усть-
Луга

Всего постов 26

В т.ч.:

 в СЗЗ 14

 в ЗН 11

 подвижной 1

Радиационная безопасность



Комплекс ТРО



Оборудование системы АСКРО



Центральный щит радиационного контроля



Оборудование системы АКРБ-08

Пожарная безопасность

- **Центральный щит пожарной безопасности**
- **Система аэрозольного пожаротушения помещений и систем, важных для безопасности**
- **Система водопожаротушения с дизельными насосами**
- **Система локализации пожара в коридорах и лестничных клетках с их разделением**
- **Защита огнезащитной пастой металлоконструкций машзала, кабельных коммуникаций**
- **Несгораемое покрытие кровель**
- **Реконструкция установок автоматической пожарной сигнализации**
- **Пожарный полигон**

Пожарная безопасность



Панели управления систем АПТ на ЦЩУ



Аэрозольные и порошковые средства

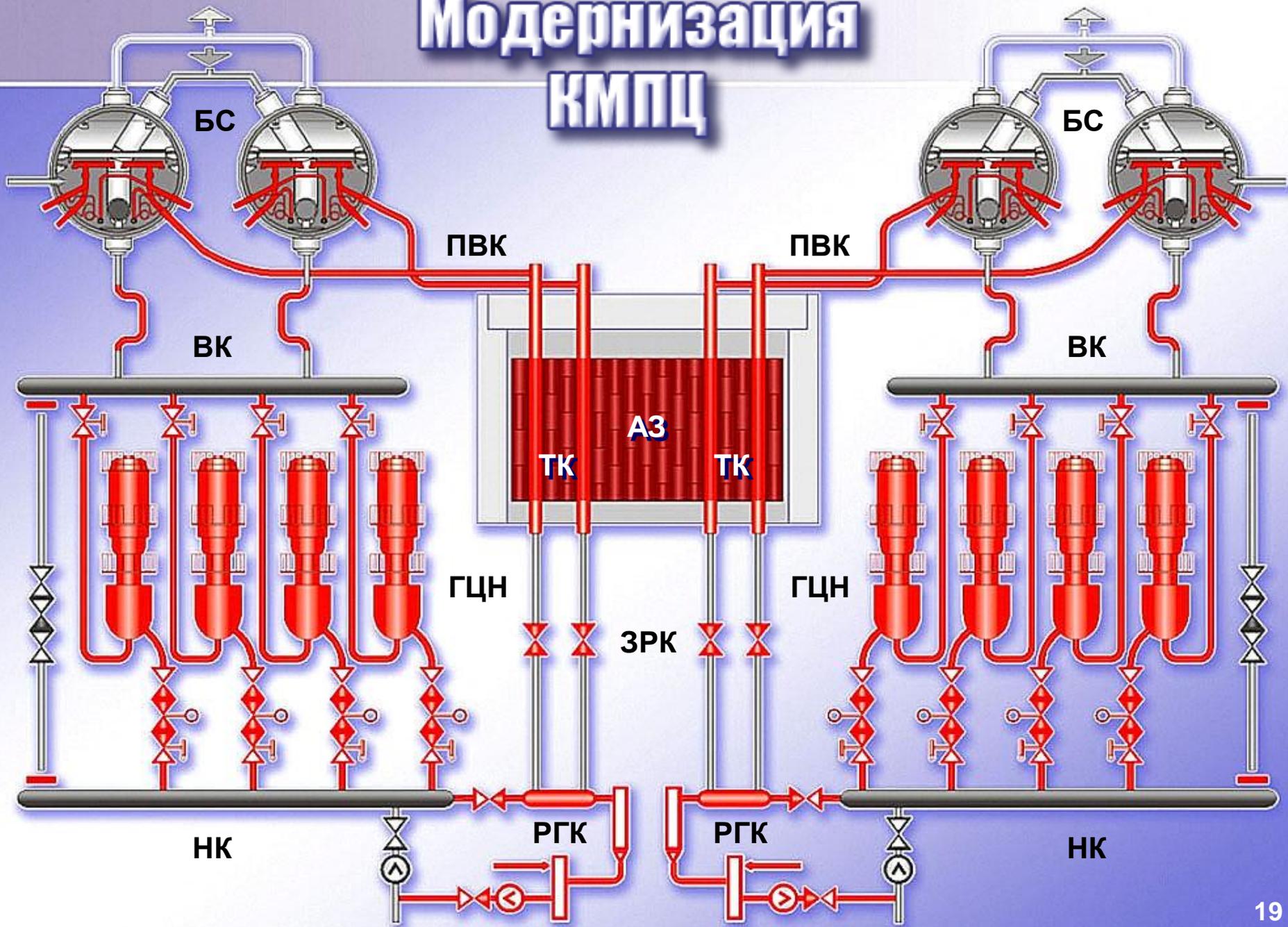


Щит пожарной безопасности 1-й очереди



Дизельный насос системы АВПТ

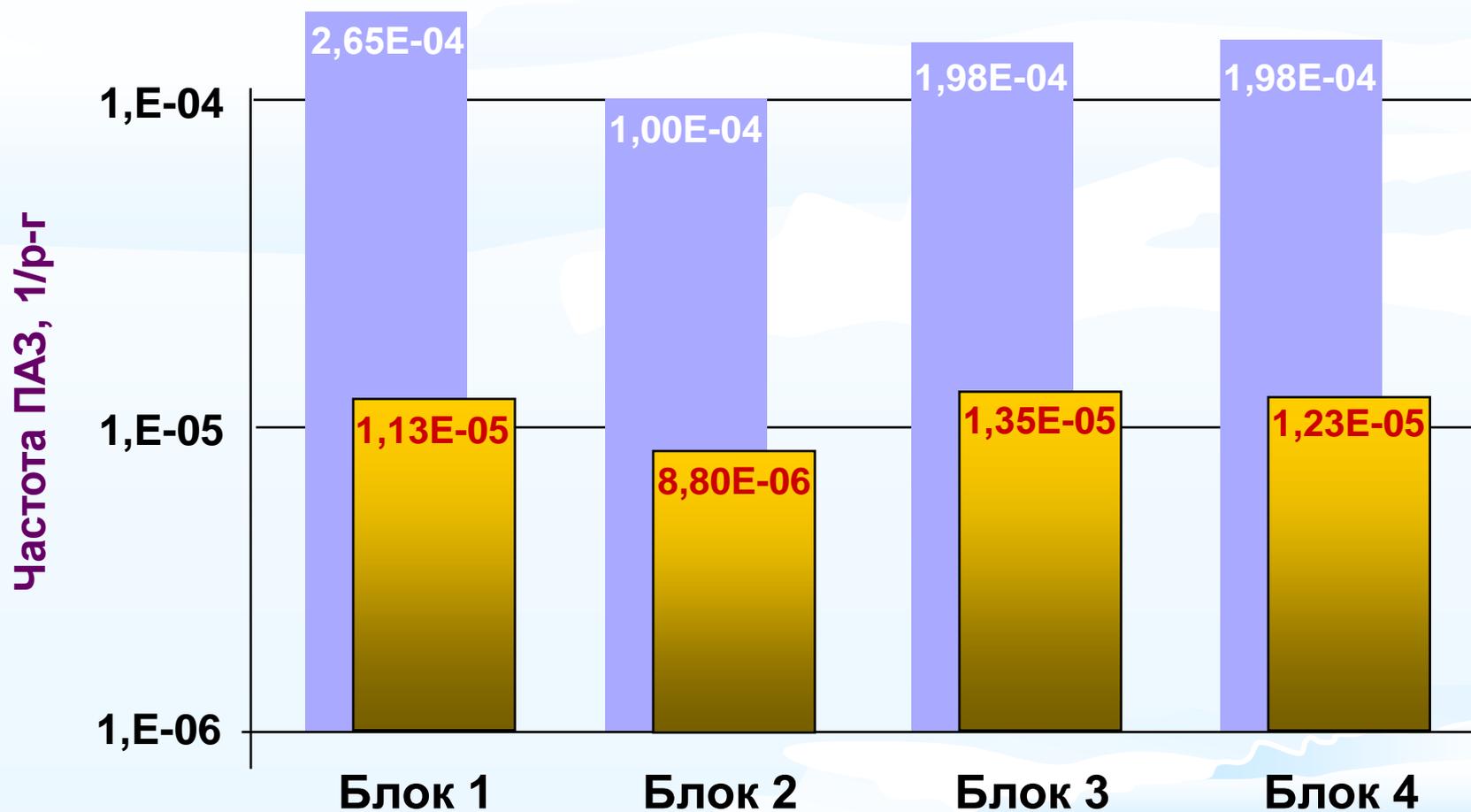
Модернизация КМПЦ



Результаты модернизации

до

после





Углубленная оценка безопасности

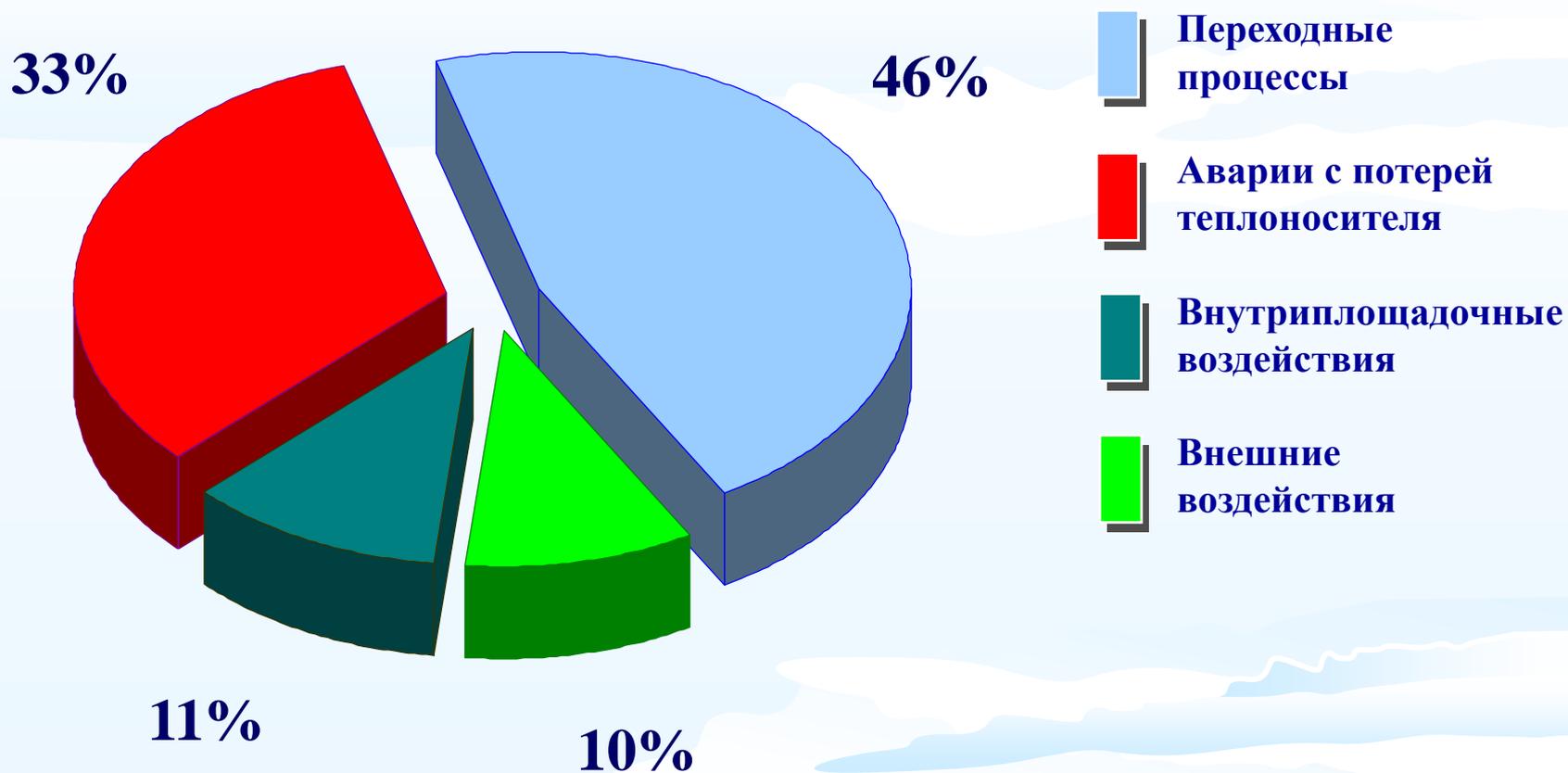
Оценка безопасности выполнена с учетом реального состояния энергоблока и включает в себя:

- **Описание систем важных для безопасности;**
- **Инженерные оценки систем, включая:**
 - ❖ **Анализ единичных отказов;**
 - ❖ **Анализ надежности;**
 - ❖ **Оценка работоспособности;**
 - ❖ **Анализ на соответствие требованиям НД;**
- **Детерминистический анализ безопасности;**
- **Вероятностный анализ безопасности уровня 1;**
- **Анализ эксплуатационной безопасности;**
- **Анализ пожарной безопасности;**
- **Оценка целостности КМПЦ;**
- **Анализ состояния ресурса с прочностным обоснованием;**
- **Анализ внешних воздействий;**
- **Характеристика площадки;**
- **Разработан сводный том ОУОБ**



Углубленная оценка безопасности

Вклад исходных событий в частоту повреждения активной зоны (ПАЗ)



Концепция планирования модернизаций

Анализ отступлений энергоблока от требований НД



Комплексное обследование энергоблока



**Выполнение инженерных оценок, ДАБ, ВАБ.
Оценка влияния отступлений методами ВАБ и ДАБ**



Риск-информативный подход

Подготовка персонала



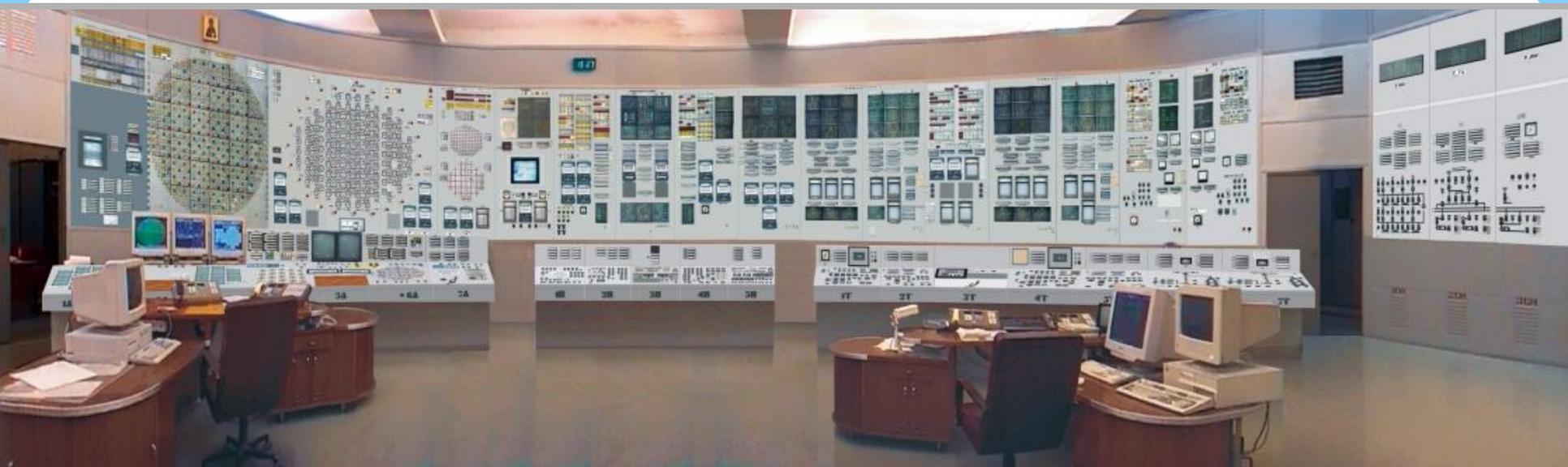
Система подготовки персонала

Направления подготовки:

- подготовка **оперативного** персонала
- подготовка **ремонтного** персонала
- обучение **вторым** и **смежным** профессиям
- обучение **специальным** работам
- обучение работников **подрядных** организаций

Технические средства обучения персонала

- **полномасштабный** тренажёр э/блоков 1 и 2
- **полномасштабный** тренажёр э/блоков 3 и 4
- виртуальный тренажёр **РЗМ**
- локальные тренажёры **ЦЩУ** 1-й и 2-й очередей
- тренажёр оборудования и **систем возбуждения** и защит ТГ
- тренажёры **САЭ** э/блоков 3 и 4
- локальные тренажеры и анимационные модели



Полномасштабные тренажёры



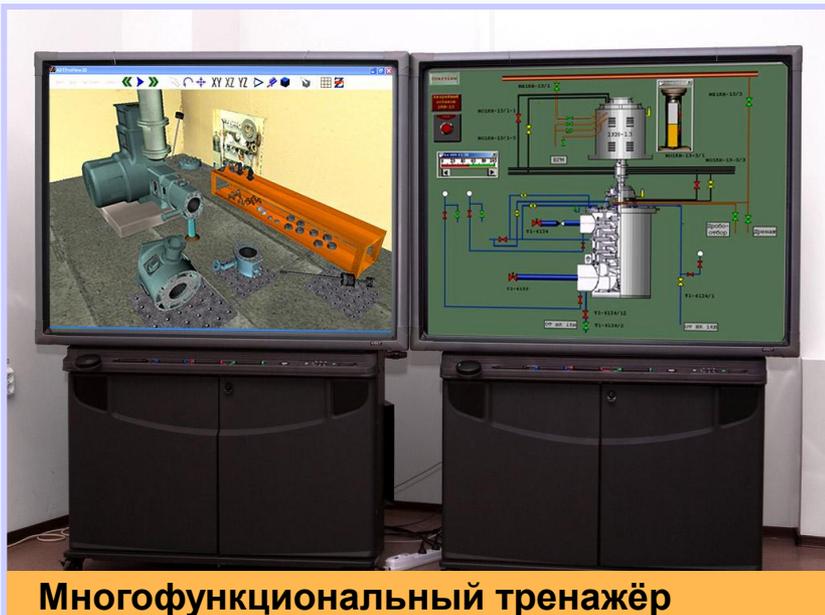
Технические средства обучения



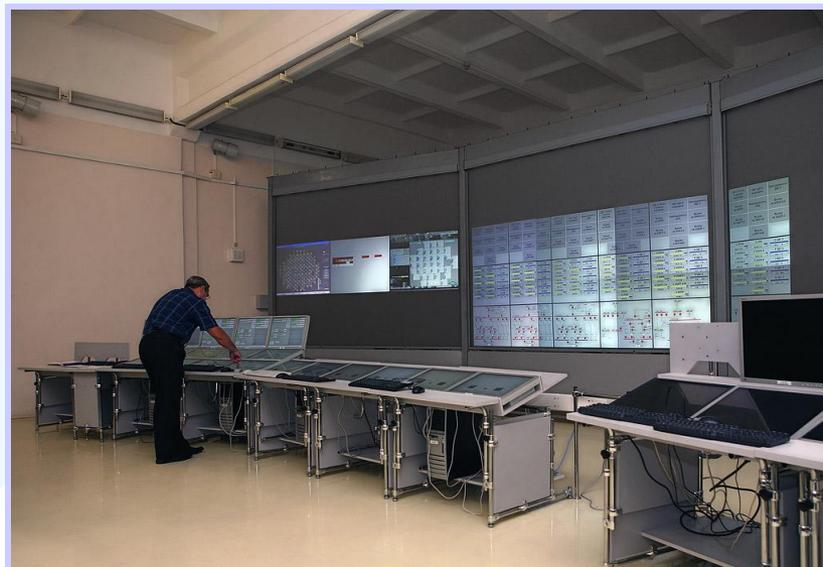
Панели БЩУ-Н



Виртуальный тренажёр РЗМ



Многофункциональный тренажёр



Стенд человеко-машинного интерфейса

Итоги модернизации и ПСЭ

 На ЛАЭС создана эффективная система планирования и выполнения модернизации с целью обеспечения безопасной эксплуатации энергоблоков

 Срок эксплуатации энергоблоков продлен свыше 30 лет:

-  блок 1 (1973-2003) – до **2018** г.
-  блок 2 (1975-2005) – до **2020** г.
-  блок 3 (1979-2009) – до **2025** г.
-  блок 4 (1981-2011) – до **2026** г.

Эффект работ по продлению срок эксплуатации эквивалентен вводу двух новых энергоблоков современного дизайна

Проблемные вопросы к поставщикам при проведении модернизации

- **Качество поставляемой продукции**
- **Сроки приемки оборудования уполномоченными организациями**
- **Чрезмерно длительный срок разработки документации для классифицированного оборудования со сроком его изготовления (паспорта, акты, планы качества)**
- **Очень долгая процедура оформления разрешительных документов для продукции, где используются импортные комплектующие и материалы**
- **При уже имеющихся единых правилах закупок, которые определены ЕОСЗ ГК «Росатом», требуются единые отраслевые технические требования (позволит подготовить большее количество поставщиков)**