



РОСАТОМ

*«Безопасность, экономика и эффективность атомной отрасли,
МНТК-2016»*

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

Стратегия движения к нулевому отказу ядерного топлива

А.Б. Долгов, АО «ТВЭЛ»

О.Г. Черников, АО «Концерн Росэнергоатом»

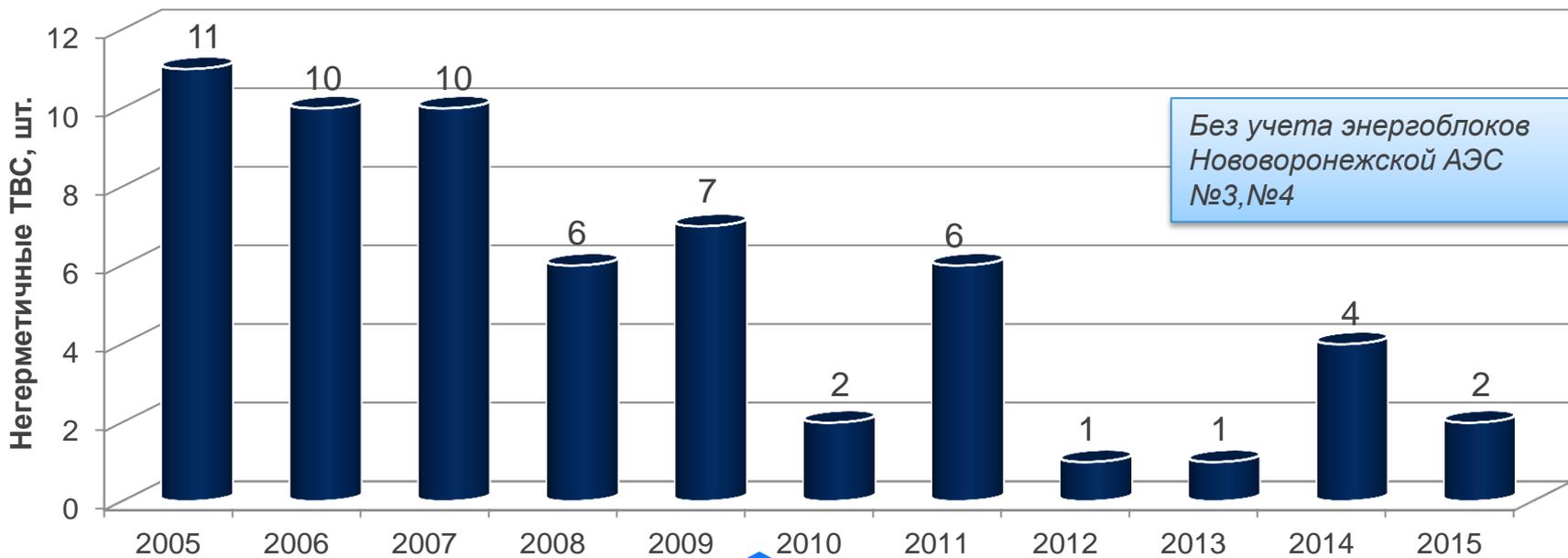
25-27 мая 2016 г, Москва

Для АО «ТВЭЛ»

1. Идеальная эксплуатация;
2. Причины в конструкции и технологии

Для АО «Концерн
Росэнергоатом»

1. Идеальная ТВС;
2. Причины в эксплуатации



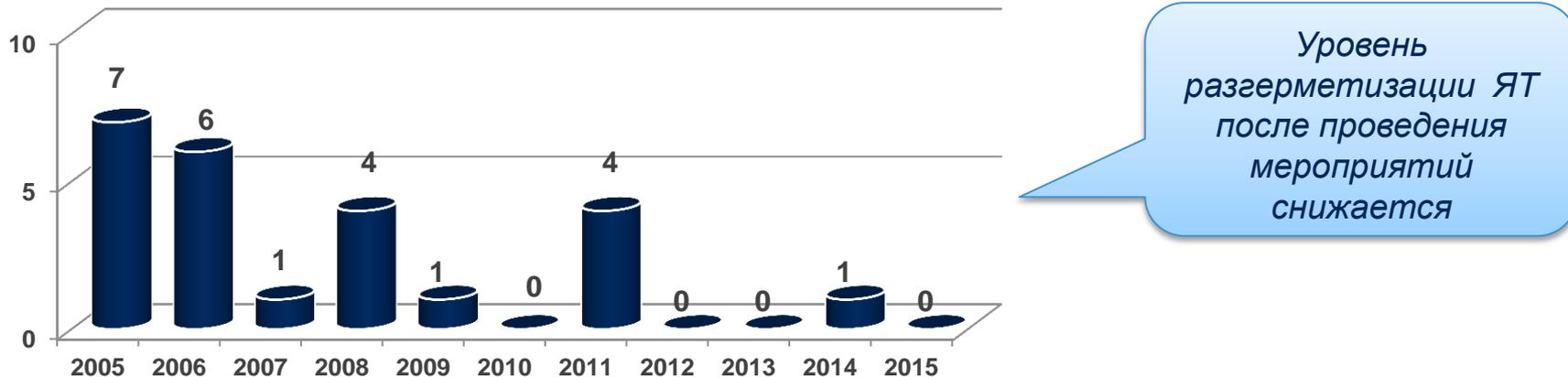
Проведены технические мероприятия:

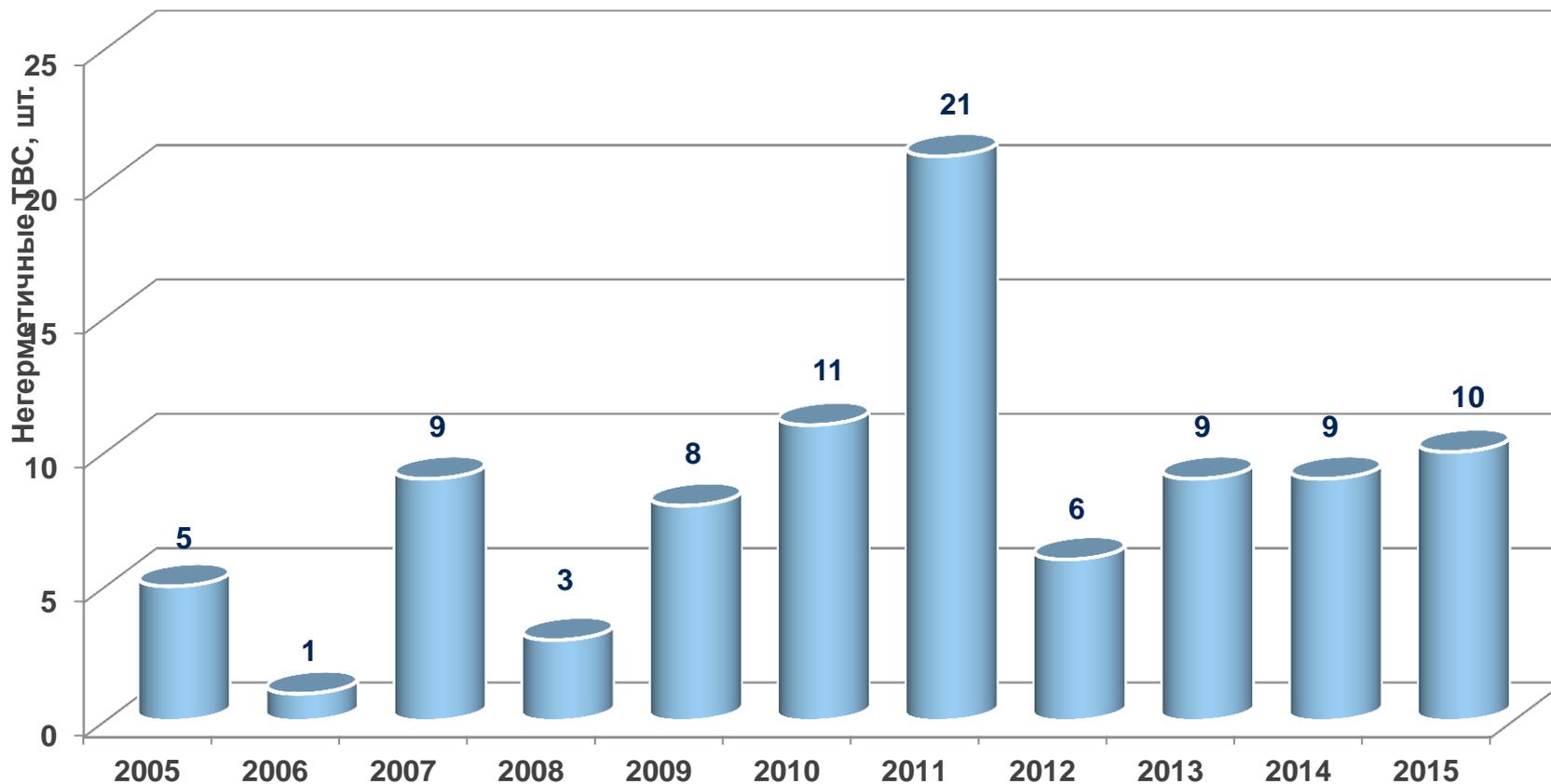
1. Внесены изменения в конструкцию ТВС;
2. Изменены требования к эксплуатации

Энергоблок №1 Кольской АЭС

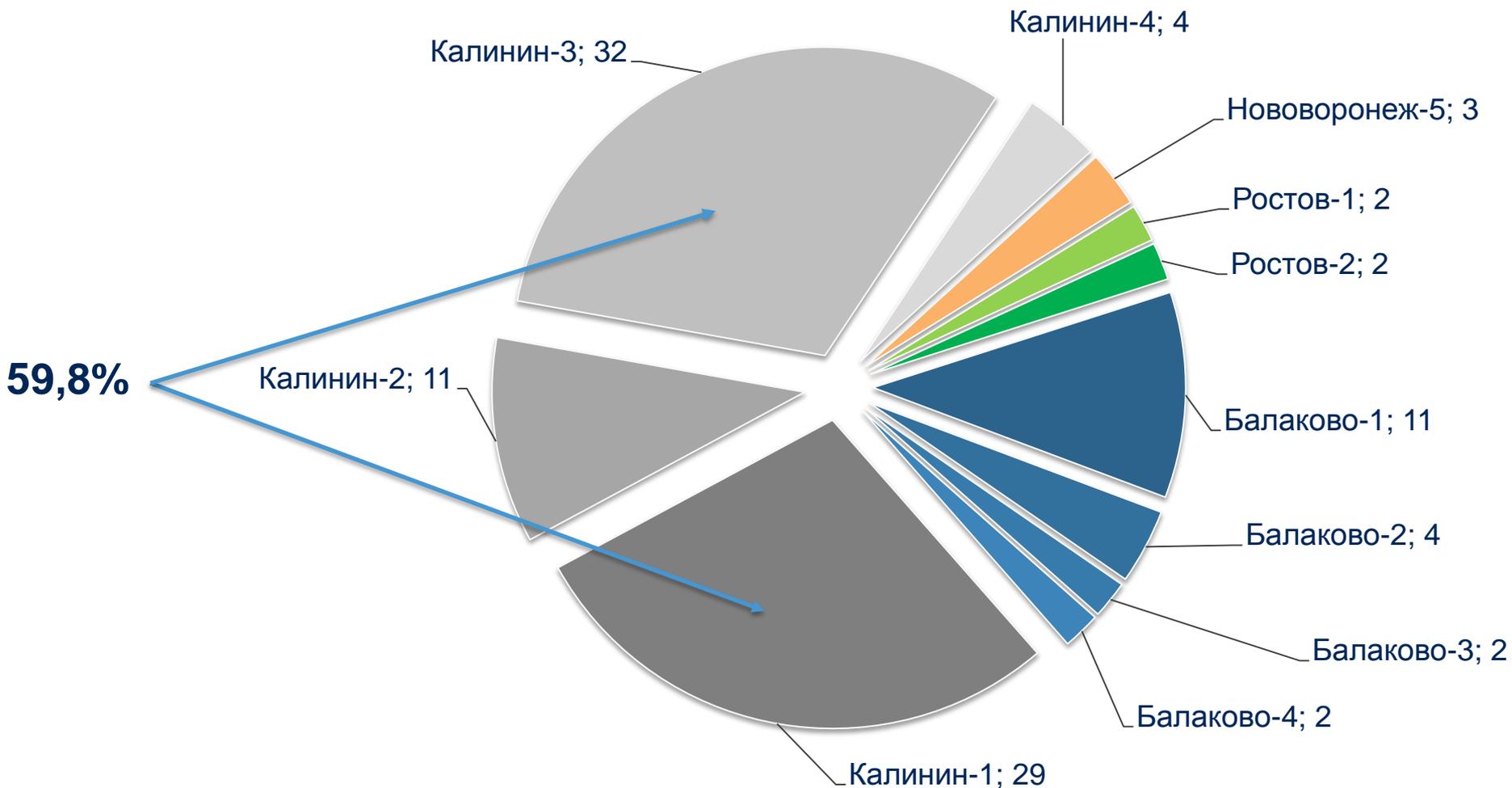


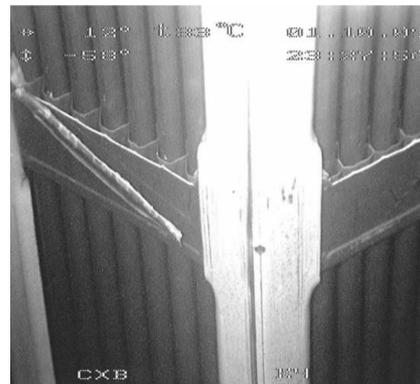
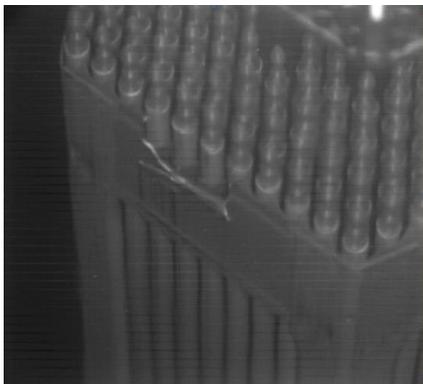
Энергоблок №2 Кольской АЭС



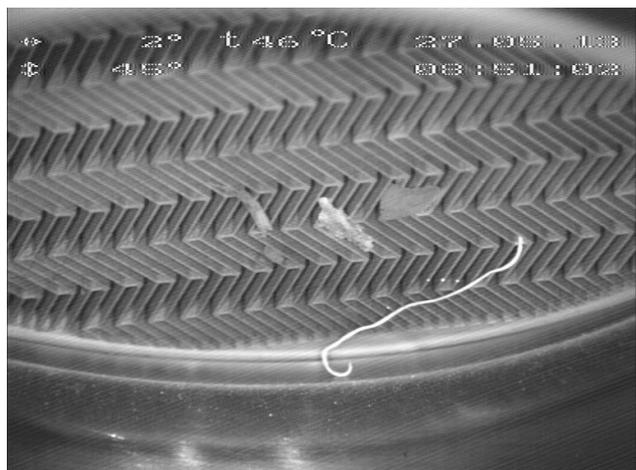


Распределение негерметичных ТВС ВВЭР-1000 по блокам



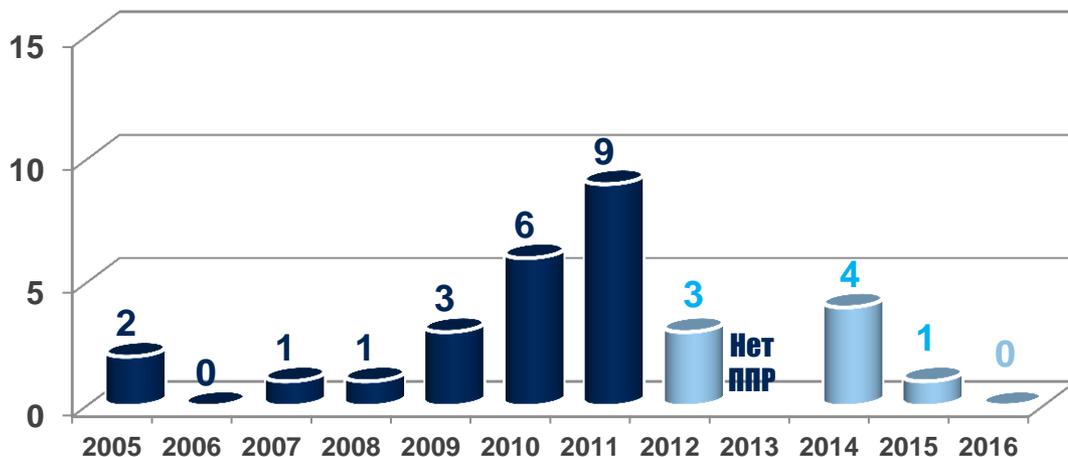


Повреждения ободов дистанционирующих решеток ТВС

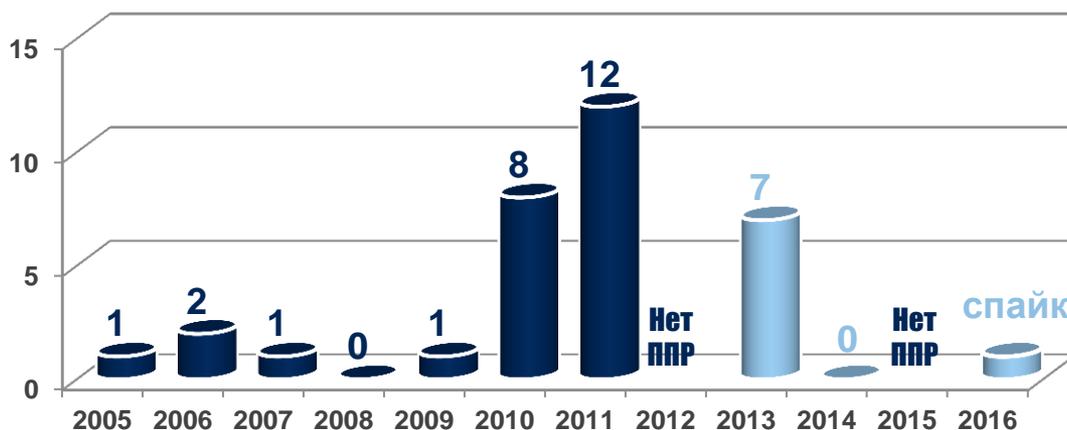


Посторонние предметы на
антидебризном фильтре

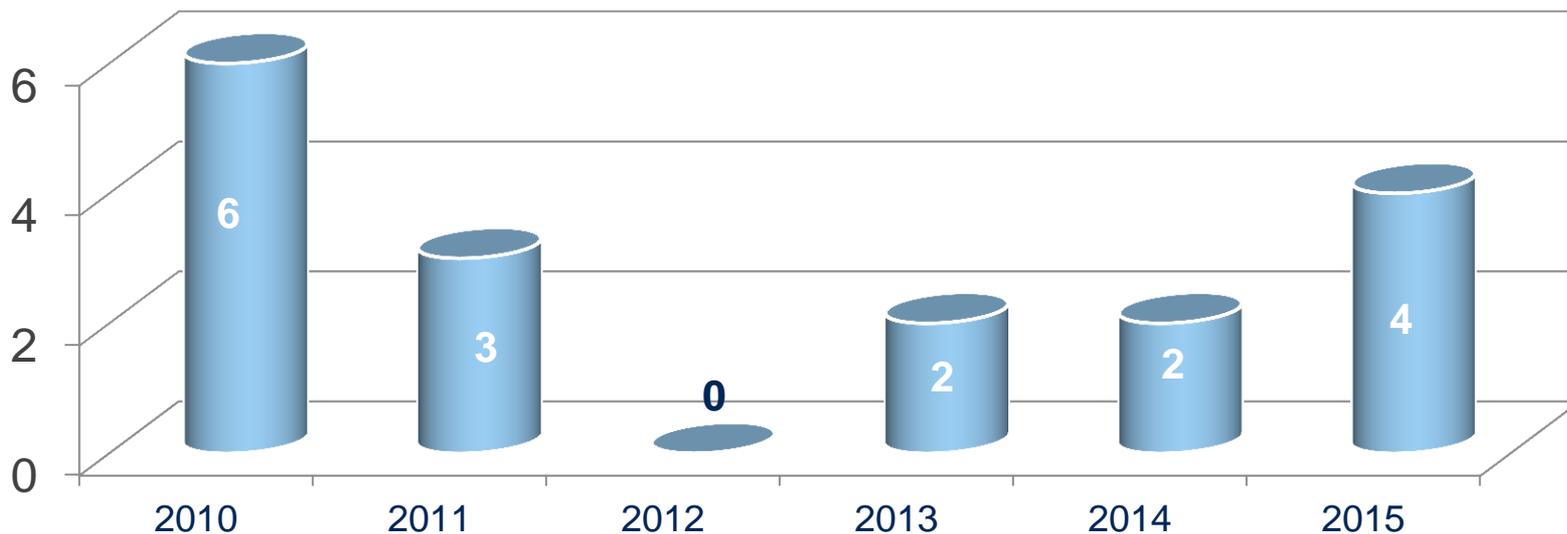
Энергоблок №1 Калининской АЭС



Энергоблок №3 Калининской АЭС



Уровень разгерметизации топлива на блоках 1,3 КЛНАЭС снизился

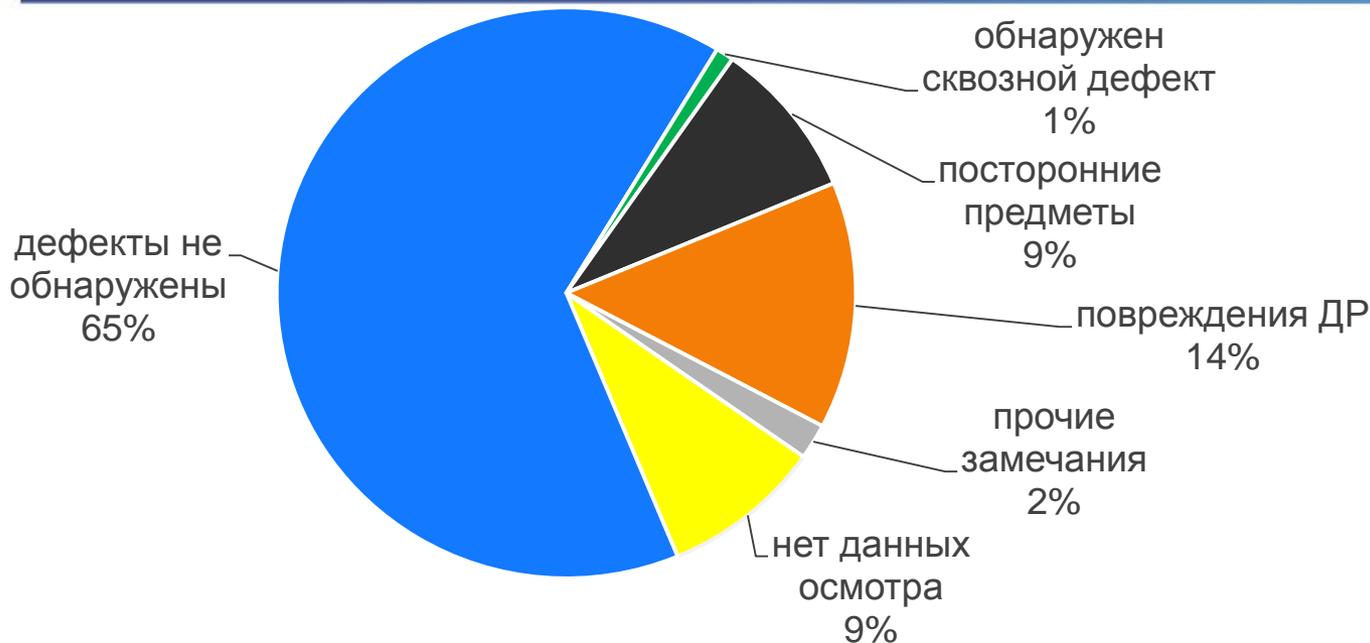


- В 2015 году зафиксирован рост количества ТВС, разгерметизация которых произошла на первом году эксплуатации;
- Обычно принято считать, что причиной разгерметизации на ранних стадиях эксплуатации вероятнее всего является недостаточное качество производства



РЭА

Результаты осмотров ТВС на АЭС

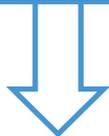


Визуальный осмотр негерметичных ТВС позволяет определить предполагаемую причину разгерметизации в небольшой доле случаев

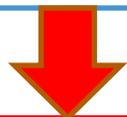
- Визуальные осмотры ТВС в штанге машины перегрузочной недостаточны для определения причин разгерметизации;
- Информации, представленной в отчетах заводов-изготовителей и протоколах комиссий Концерна по выявлению причин отказа ТВС, недостаточно для определения однозначной причины разгерметизации ТВС;
- Для получения представительных данных по механизмам разгерметизации твэлов необходимы системные послереакторные исследования негерметичных ТВС.

ТВС, оснащённые
антидебризными
фильтрами

ТВС без
антидебризных
фильтров

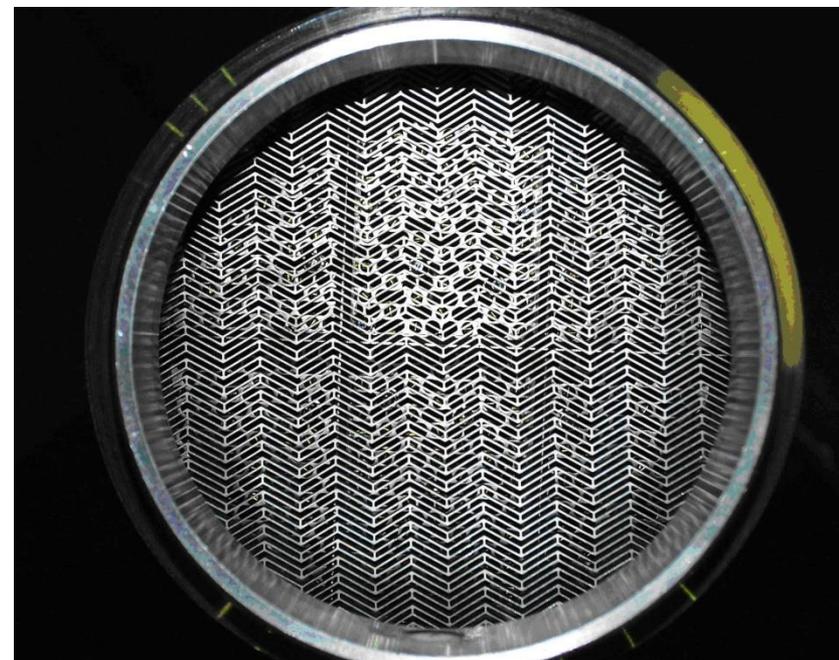


Имеет место
разгерметизация ТВС ВВЭР-1000

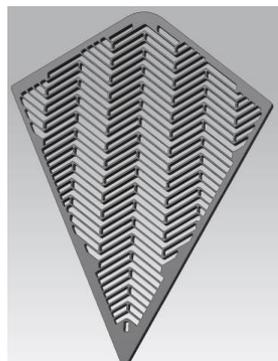


Неэффективность применяемых
фильтров

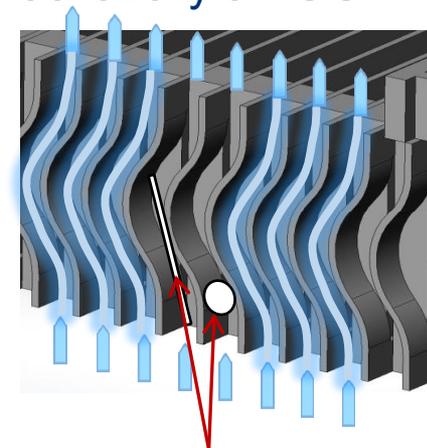
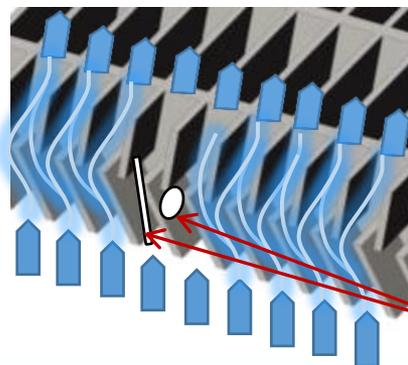
АДФ ТВСА



- ✓ изготовлены три образца АДФ-2 для проведения испытаний;
- ✓ 15.05.16 – проведены испытания по определению эффективности улавливания и\ КГС различных вариантов АДФ-2
- ✓ 20.05.16 – подготовлен проект решения по выбору итогового варианта конструкции;
- ✓ разработка документации для лицензирования ТВС с АДФ-2;
- ✓ проведение в апреле 2017 года приемочных испытаний и поставка первой партии ТВС с АДФ-2 на Балаковскую или Ростовскую АЭС



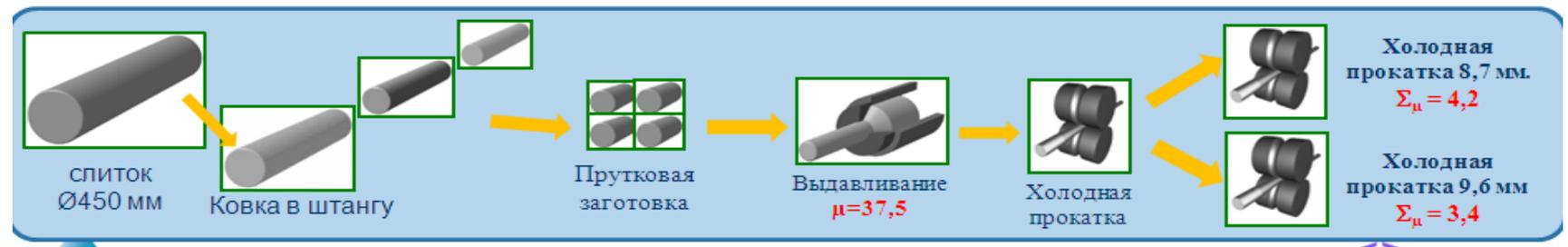
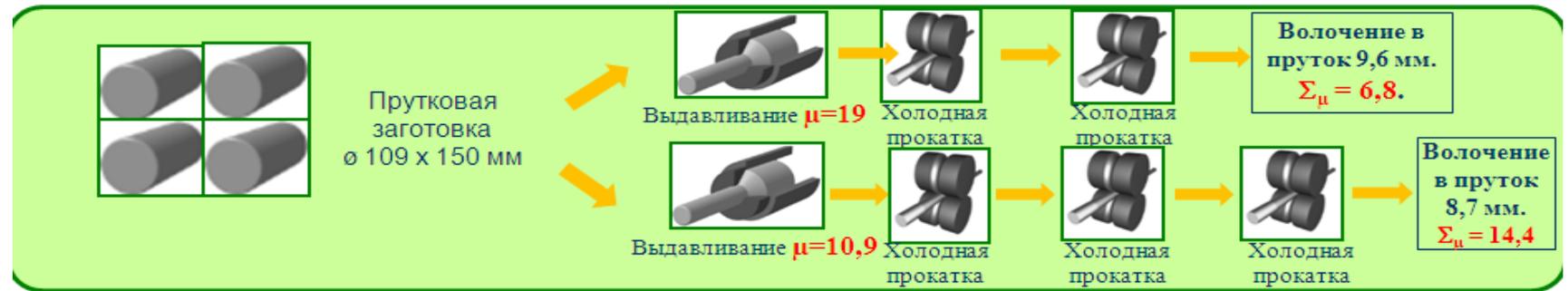
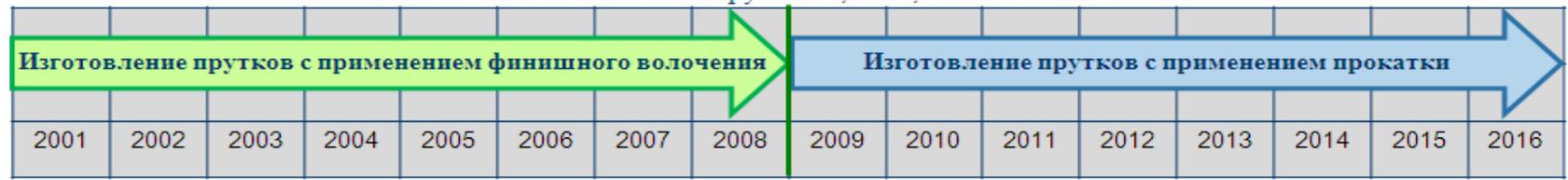
Повышение
эффективности



Посторонние
предметы

- Внедрена новая технология изготовления прутков с повышенными требованиями
- В 2009-2015 г.г. осуществлено техническое перевооружение производства циркониевого проката и переход на новые технологические схемы с целью освоения оболочечных труб с повышенными требованиями

Технология изготовления прутков 8,7 и 9,6 мм из сплава Э110

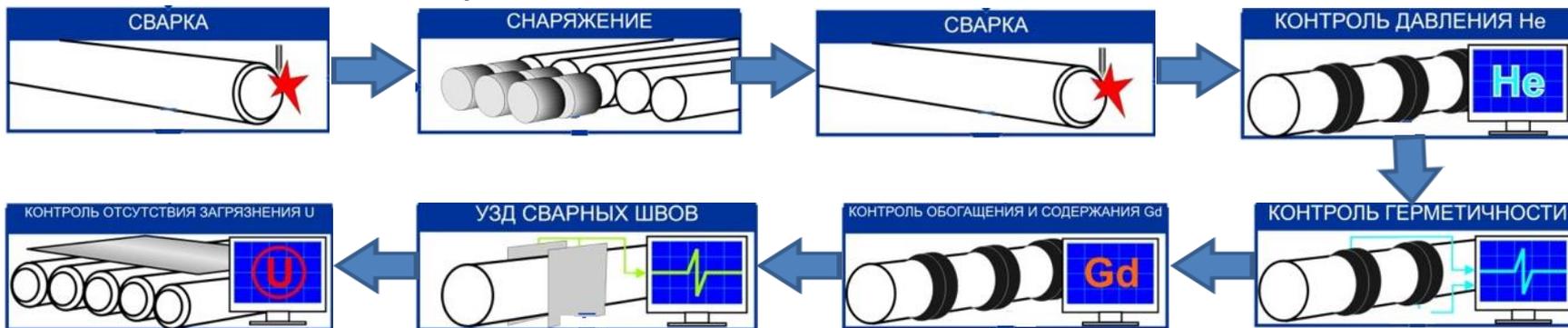


Усовершенствованы технологии изготовления и контроля качества ТВС:

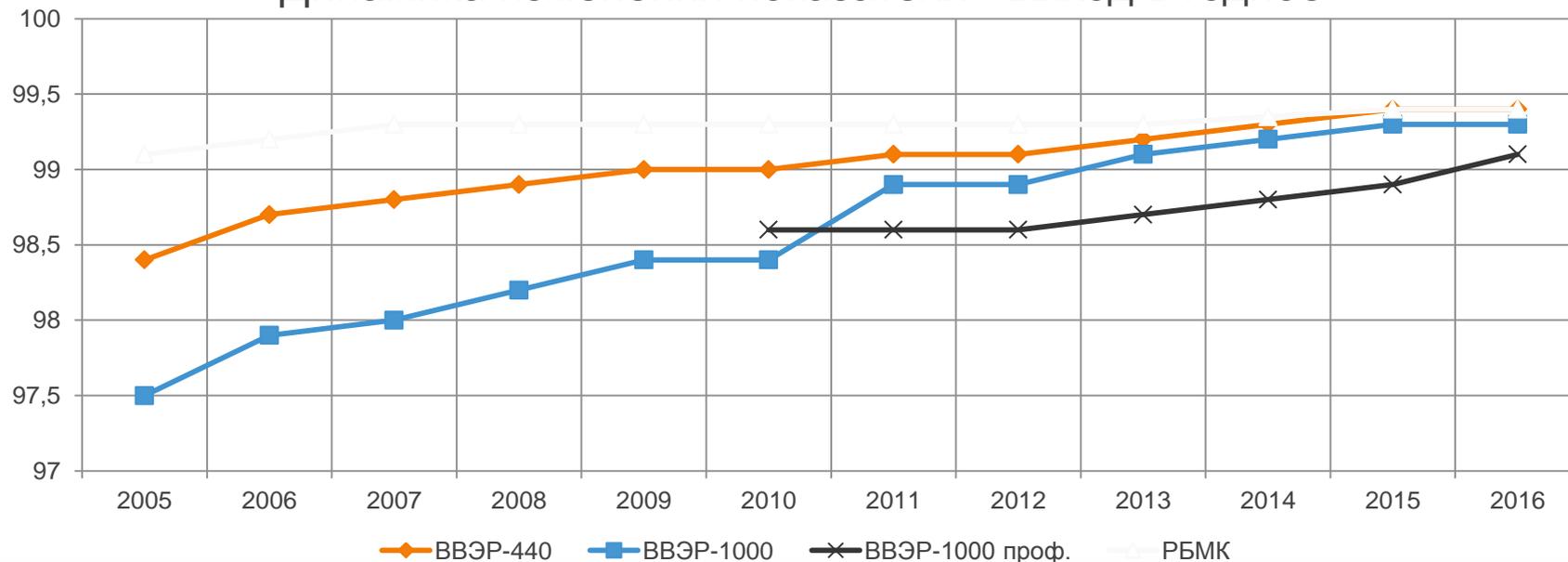
- ✓ ввод нового оборудования с фиксацией и обработкой параметров ведения технологического процесса;
- ✓ введение в эксплуатацию новых автоматизированных линий изготовления твэлов;
- ✓ внедрение паллетной технологии укладки топливных таблеток и паллетного снаряжения;
- ✓ введение в эксплуатацию роботизированных комплексов сварки каркасов и автоматизированных стенов сборки пучка с контролем усилия вталкивания твэлов в каркас;
- ✓ оптимизация планов, методик и объемов контроля; внедрения автоматизированных установок 100% контроля внешнего вида топливных таблеток, давления гелия под оболочкой твэлов, качества топливного столба и обогащения



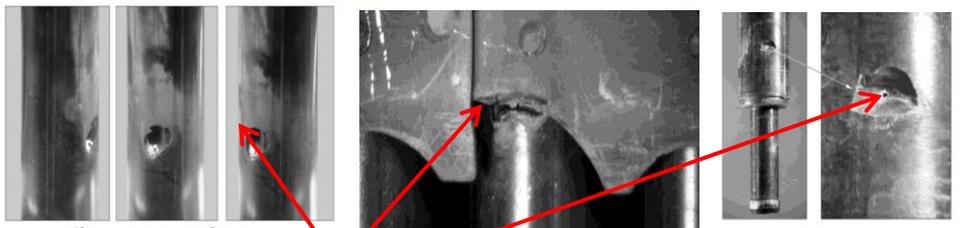
Принципиальная схема изготовления



Динамика изменения показателя «выход в годное»

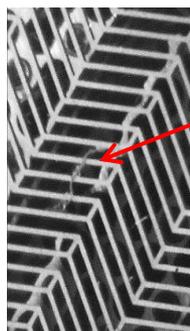
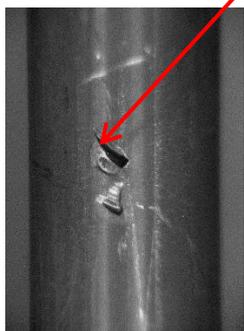






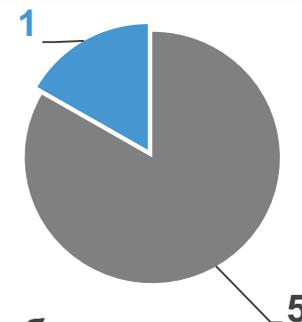
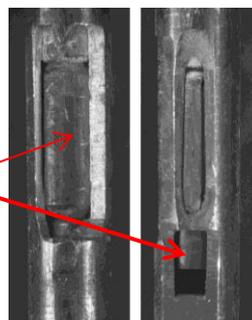
~10 мм, поворот по часовой стрелке

дебриз-повреждение



проволока на АДФ

Фреттинг-износ



■ дебриз
■ фреттинг

В период с 2006 по 2015 годы в «горячих камерах» ГНЦ НИИАР исследовано 6 ТВС ВВЭР-1000. Все эти ТВС эксплуатировались на российских АЭС

Программа ПРИ топлива ВВЭР и РБМК на 2015-2020 гг:



1 ТВСА с КлнаАЭС

3 ТВСА с КлнаАЭС
1 ТВС-2М с БалаАЭС

1 ТВС-2М с РостАЭС
1 ТВСА-PLUS с КлнаАЭС (план)
1 ТВСА-2М с БалаАЭС (план)

1 ТВСА с КлнаАЭС
1 РК с КолаАЭС

Издержки проведения ПРИ вывезенных с АЭС ТВС:

- На исследования в «горячие» камеры вывозится ~10% негерметичных ТВС
- Высокая стоимость
- Долговременность исследований

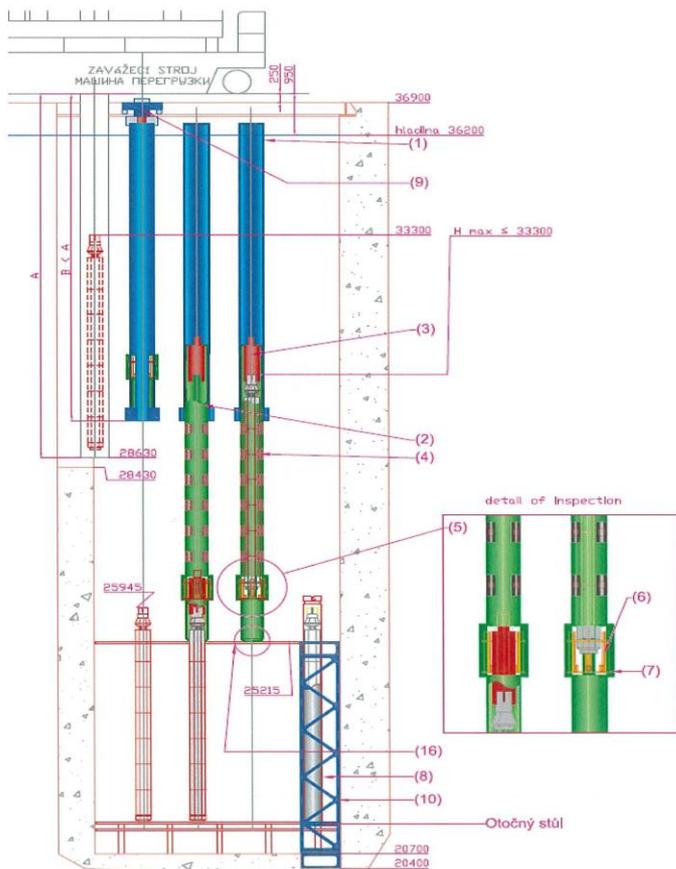
Недостаточная эффективность ранее разработанных конструкций стендов инспекции и ремонта ТВС:

- Длительность проведения инспекции одной ТВС
- Сложный и долгий монтаж и демонтаж оборудования
- Громоздкость конструкции стенда



Предлагается

Стенд инспекции ТВС и твэлов – важный элемент, обеспечивающий надежную эксплуатацию ядерного топлива



- ✓ Снижение времени инспекции и/или увеличение количества инспектируемых ТВС;
- ✓ Более простой и более быстрый монтаж и демонтаж оборудования в БВ;
- ✓ Оптимизация перечня методик инспекций и измерений;
- ✓ Снижение рисков увеличения длительности ППР, связанных с работами, выполняемыми на стенде инспекции ТВС и твэлов;
- ✓ Повышение безопасности выполнения работ

- В предшествующий период до 2010 года наблюдались многократные случаи разгерметизации и повреждения ТВС, по которым проведены технические мероприятия, давшие положительный результат
- В рамках реализации стратегии движения к нулевому уровню отказа ядерного топлива приоритетными направлениями являются:
 - ✓ *Реализация на АЭС мероприятий по исключению случаев попадания посторонних предметов в теплоноситель первого контура*
 - ✓ *Внедрение в ТВС антидебризных фильтров повышенной эффективности*
 - ✓ *Внедрение Стенда инспекций на АЭС для диагностики и установления причин отказов ядерного топлива*
 - ✓ *Реализация мероприятий по совершенствованию технологии и качества контроля ядерного топлива*
 - ✓ *Проведение регулярных аудитов атомных станций и заводоизготовителей с целью анализа эффективности проведенных мероприятий*
 - ✓ *Совершенствование техники инспекций и дополнительные послереакторные исследования для установления причин разгерметизаций топлива*

Спасибо за внимание