

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

# Ядерно-энергетический комплекс России: безопасность и эффективность

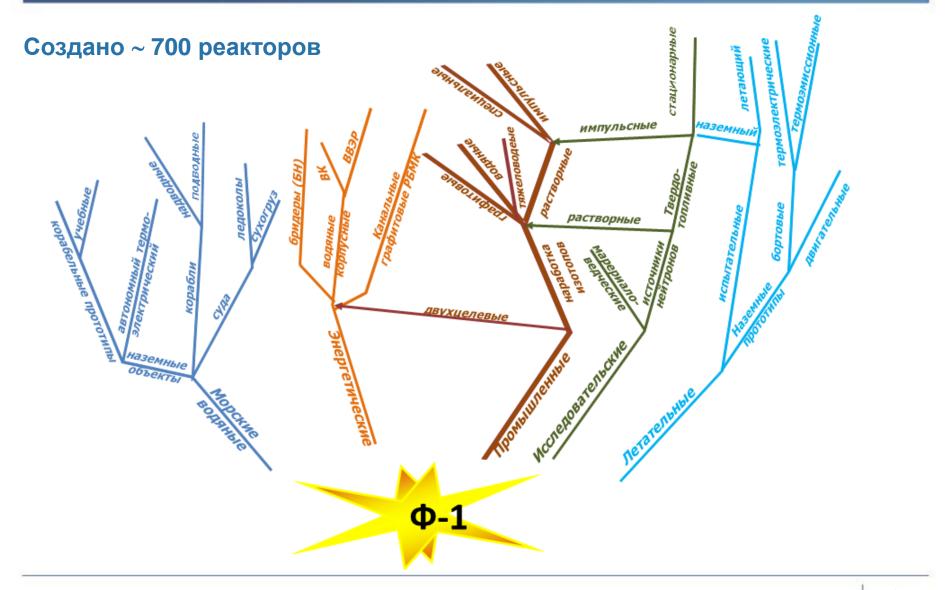
Докладчик: Советник Генерального директора Госкорпорации «Росатом»

Владимир Григорьевич Асмолов д.т.н., профессор

25 мая 2016, Москва

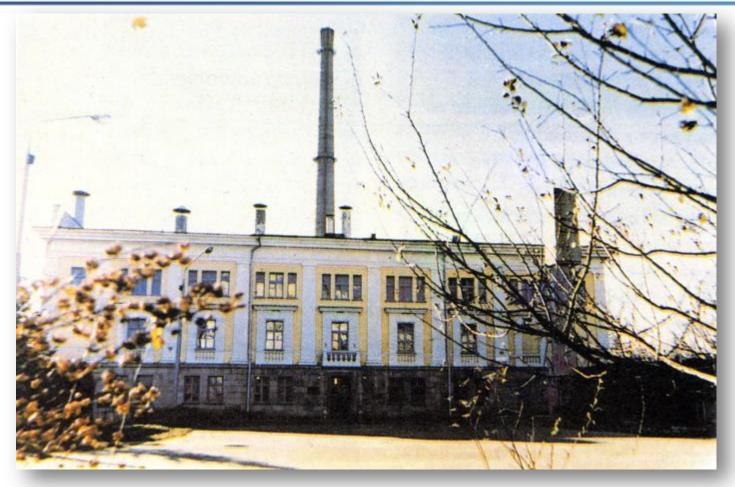
#### Реакторное древо отрасли





#### Первая в мире АЭС

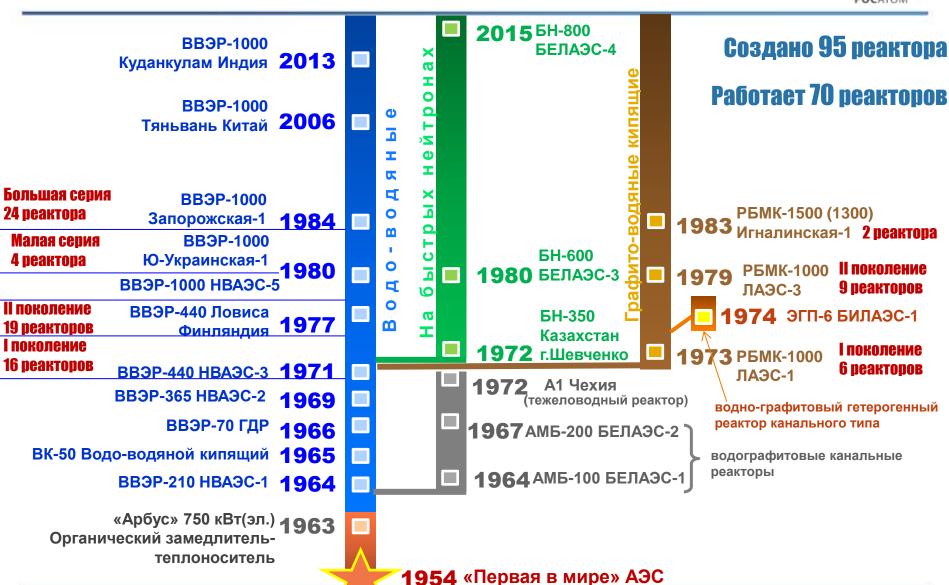




26 июня 1954 – День рождения **Атомной энергетики** 

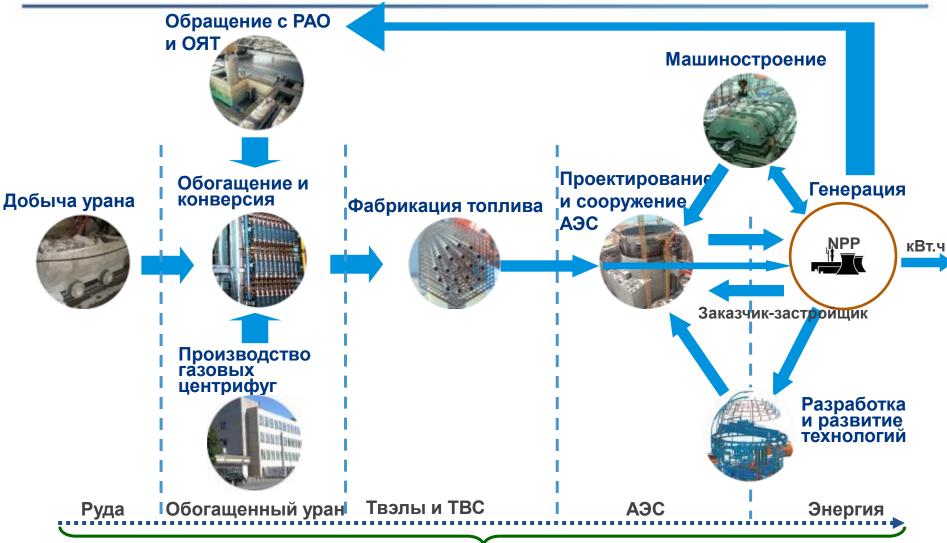
#### Энергетические реакторы





### **Технологическая цепочка атомной энергетики России**



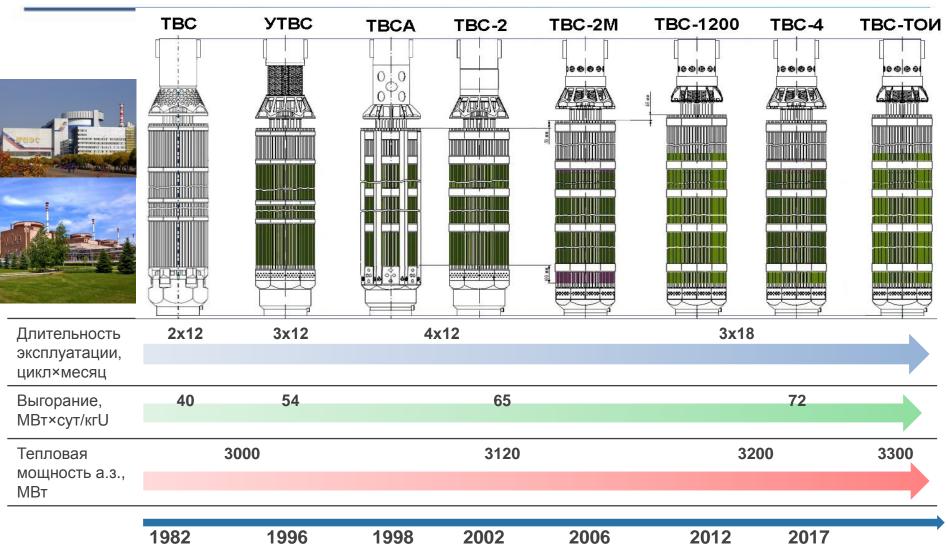


Промежуточные переделы отрасли



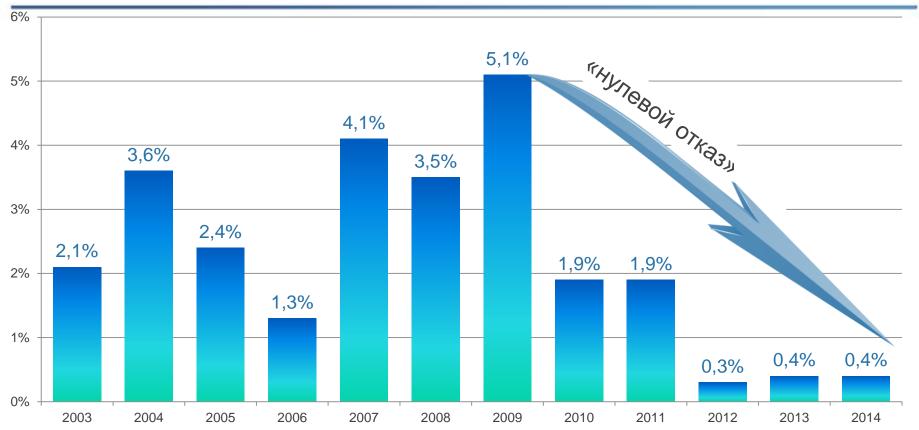
#### Ядерное топливо для ВВЭР-1000





#### Доля отказавших по причине негерметичности ТВС ВВЭР России





Доминирующая причина разгерметизации твэлов ВВЭР-1000 – дебризы

#### Уровень глобализации ядерной энергии





## Оценка уровня технологической готовности России к обеспечению инновационного развития ЯЭ

#### По реакторным технологиям:



разработаны и реализуются эволюционные проекты АЭС с реакторами мощностью 1200МВт



успешно продемонстрированы технологии быстрых реакторов с натриевым охлаждением



на разных стадиях готовности находятся проработки новых проектов АЭС с быстрыми натриевыми реакторами, с быстрыми реакторами с тяжелым металлическим теплоносителем и набор проектов по малой и средней энергетике

## Оценка уровня технологической готовности России к обеспечению инновационного развития ЯЭ



#### По технологиям замкнутого ЯТЦ:



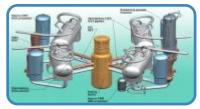
на промышленном уровне продемонстрирована технология водной переработки ОЯТ с выделением плутония и остекловыванием высокоактивных РАО (РТ-1)



на опытно-промышленном уровне продемонстрированы таблеточная и вибро-технологии изготовления МОКС топлива быстрых реакторов с натриевым теплоносителем



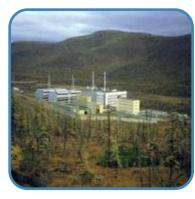
проводятся разработки альтернативных технологий топливного цикла с быстрыми реакторами (нитридное топливо, сухие методы переработки ОЯТ, трансмутация МА в быстрых реакторах, элементов технологии уранториевого цикла)



рассматриваются концепции гибридных ускорительно управляемых установок и жидкосолевых реакторов для целей выжигания долгоживущих РАО

# Оценка уровня технологической готовности России к обеспечению инновационного развития ЯЭ

## По технологиям ядерных энергоисточников для «неэлектрических» применений:



продемонстрирована возможность использования ядерных энерготехнологий для целей опреснения морской воды (БН-350) и для целей регионального теплоснабжения (Билибинская АЭС)



на разных стадиях готовности находятся технологии производства энергии для «неэлектрических» применений и проекты ЯЭУ для реализации этих технологий

#### Базовые принципы развития ЯЭК России





Требования к разработке каждого из ключевых технологических элементов ЯЭК вырабатываются по запросу со стороны ЯЭС с целью комплексной оптимизации всех её параметров

#### II. Стадийность

Безопасная и эффективная работа ЯЭС обеспечивается последовательным прохождением всех необходимых стадий разработки и освоения новых технологий:

**HNOKP** 

#### концептуальный НИР

опытно-промышленная эксплуатация головного образца

#### III. Этапность

Выработка ближне – и дальнесрочных целей базируется на итерационном процессе анализа проблем, возникающих на каждом текущем этапе развития ЯЭС

массовое коммерческое использование

Коммерциализация

### Требования к крупномасштабной ЯЭС России 21 века

### **Потребительская** привлекательность

- гарантированная безопасность;
- экономическая эффективность

#### Масштабы производства на рынке электроэнергии

• не менее 30% к середине века

#### Структура энергопроизводства

• должна обеспечивать многоцелевое использование по областям применения, т.е. расширение рынков сбыта, и многокомпонентность как фактор гибкости и устойчивости к возможным рискам

#### Сырьевая база

• не должна иметь ограничений на исторически значимый период времени (сотни лет)

#### Обращение с отходами

• должно обеспечить безопасную окончательную изоляцию РАО

#### Тактика и стратегия развития ЯЭС России



#### Текущий этап:



наращивание ядерных энергетических мощностей на базе развития технологии ВВЭР, как практической основы промышленной ядерной энергетики на длительную перспективу



создание и отработка базовых элементов новой технологической платформы по замыканию ЯТЦ, обеспечивающих минимизацию радиационной нагрузки при переработки ЯТ и изоляции РАО



обеспечение роста экспорта референтных ядерных энерготехнологий



исследование потребностей рынка для региональной ЯЭ малой и средней мощности и ее «неэлектрического» применения

#### Тактика и стратегия развития ЯЭС России



#### Последующие этапы:



создание и развертывание замкнутой по урану и плутонию крупномасштабной ЯЭС, как основы устойчивого развития России в третьем тысячелетии



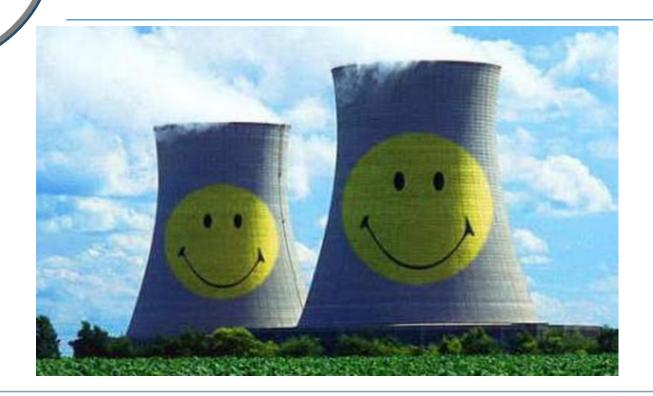
определение перспектив внедрения в ЯТЦ тория



обоснование необходимости и возможности использования термоядерного источника для воспроизводства ядерного топлива



Повышение безопасности и эффективности действующих и сооружаемых АЭС  разработка и реализация целевых показателей по снижению издержек и повышению безопасности на всех этапах жизненного цикла ЯЭ и их обоснование на основе оптимизационного анализа

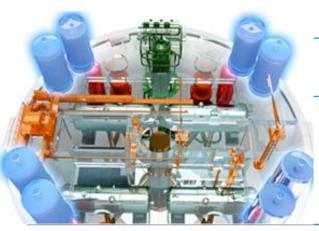




# Дальнейшее развитие технологии ввэр

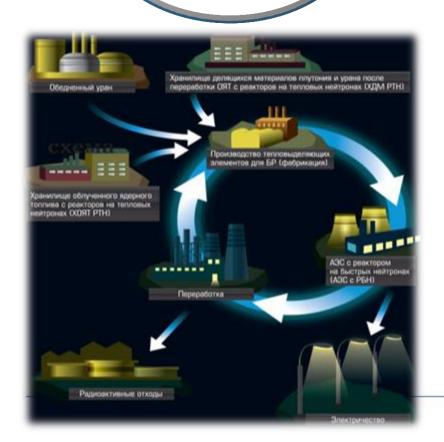
#### Обоснование и реализация предложений по:

- повышению потребительской привлекательности (надежность, безопасность, маневренность и т.д.)
- расширению мощностного ряда (от 100 до 1800 МВт)
- созданию ВВЭР со спектральным регулированием для эффективной работы в открытом и замкнутом топливном цикле
- созданию ВВЭР-СКД с закритическими параметрами теплоносителя
- разработке новых конструкционных материалов для ВКУ и оболочек ТВЭЛОВ
- внедрению новых выгорающих поглотителей
- реализации топливно-ресурсного обеспечения с созданием оптимальной структуры ЯТЦ (улучшение топливоиспользования, повышение коэффициента воспроизводства, вовлечение ресурсов тория)





Создание базовых элементов НТП по замыканию ЯТЦ



• разработка требований и обоснований, выбор реактора(ов) на быстрых нейтронах как базового элемента замкнутого ЯТЦ (воспроизводство топлива, время внешнего топливного цикла по плутонию, безопасность, экономика, этапность, сроки реализации);

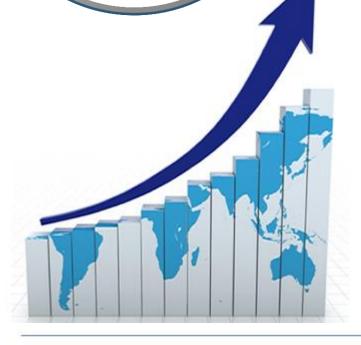
 НИОКРы по новым технологиям ЯТЦ (топливо, методы фабрикации и переработки ЯТ, трансмутация МА, отработка элементов технологии уран-ториевого цикла)



Расширение рынков сбыта энергии от ядерных энергоисточников

#### Обоснование и реализация предложений:

- по производству низко- и высокопотенциального тепла;
- по производству новых энергоносителей;
- по опреснению морской воды





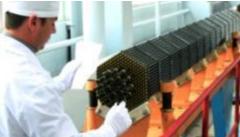




Разработка среднесрочной и долгосрочной стратегии развития

- системное моделирование развития мировой АЭ и АЭ России для оценки приоритетных направлений инноваций (временные рамки, масштабы, техтребования);
- разработка методов оценки нейтронной эффективности системы АЭ, прогноз нейтронной эффективности доступного в перспективе топлива;
- Разработка методов оптимального управления нуклидным составом ядерного топлива на всех переделах замкнутого ЯТЦ;
- подготовка предложений по оптимальному переходу на уран-ториевый топливный цикл







«...Позвольте выразить надежду, что у человечества, сумевшего открыть и поставить себе на службу могущественные силы ядерных превращений, хватит ума, чтобы сделать эти силы орудием невиданного технического прогресса, а не орудием самоубийства, уничтожения наших детей.»

А.П. Александров



#### «ВОЙНА И МИР АТОМНОЙ ОТРАСЛИ»







### Спасибо за внимание