



МНИАП

Новое поколение технологий ядерной энергетики

2020



Почему ядерная энергетика?

- Ядерная энергетика - одна из немногих отраслей обладающих достаточным потенциалом для полного обеспечения энергетических потребностей человечества;
- Возможность создания замкнутого топливного цикла, а также использование в качестве топлива элемента тория, широко распространенного в природе, может обеспечить ядерную энергетику практически неограниченными запасами топлива;
- Ядерная энергетика, в отличие от альтернативных источников энергии (ветер, солнце) компактна, и не отбирает полезные площади, которые могли бы использоваться для выращивания сельскохозяйственной продукции. В условиях сохраняющегося на Земле голода этот моральный фактор - один из решающих.



Поколения ядерных реакторов

- **1 поколение**

Опытные и опытно-промышленные образцы реакторов, разрабатывавшихся в 50 - 60 годах;

- **2 поколение**

Основные промышленные энергетические реакторы, находящиеся сейчас в эксплуатации. Реакторы 2 поколения производились до 90-х годов 20 века;

- **3 поколение**

Реакторы, с улучшенными экономическими показателями, с более жесткими экологическими нормами, учитывающие в системах безопасности опыт чернобыльской аварии. Возводимые сейчас АЭС относятся к 3 поколению;

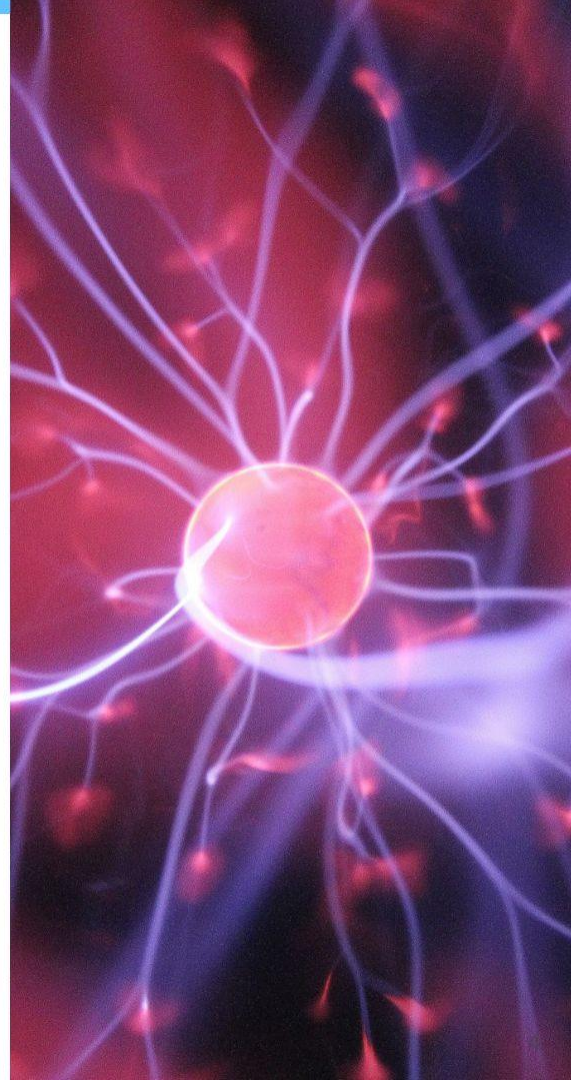
- **4 поколение**

Перспективные реакторы, с лучшими показателями экономики и безопасности, с возможностью построения замкнутого топливного цикла.



Натриевый реактор на быстрых нейтронах

- Реактор, использующий в качестве теплоносителя жидкий натрий;
- Ключевое преимущество - возможность замыкания топливного цикла (воспроизводства ядерного топлива);
- Наиболее отработанный тип реакторов, близкий к внедрению в промышленность. Лидерами в разработке таких реакторов являются Россия и Франция.



Быстрый свинцовый реактор

- Находится на этапе разработок, которые ведутся преимущественно в России и ЕС
- Основные преимущества - очень высокая безопасность, экранирование гамма-лучей теплоносителем, изоляция опасных изотопов
- Сложности связаны с высокой температурой теплоносителя и необходимостью разработки новых конструкционных материалов, устойчивых к коррозии в среде расплавленного свинца



Газоохлаждаемый реактор на быстрых нейтронах

- Технология разрабатывается в Китае на основе наработок, полученных из Германии
- Главные преимущества - очень высокий КПД и простота изготовления топливных элементов.
- В качестве теплоносителя используется гелий - инертный и не образующий радиоактивных изотопов под действием излучения. Это также является важным преимуществом такого типа реакторов
- Ключевая проблема - высокий риск аварий, связанных с разрывом трубопроводов и утечкой теплоносителя.



Высокотемпературный газовый реактор

- Главное ожидаемое направление использования реакторов такого типа - для производства водорода, как экологически чистого топлива (за счет пиролиза воды) и как источник тепла для металлургической и химической промышленности
- Технологически пока не решена проблема с выводом реактора на целевые параметры теплоносителя (900 градусов Цельсия).
- Основные разработки реакторов такого типа велись в Японии. В связи с падением интереса к водородной энергетике сейчас они фактически остановлены.



Реактор на сверхкритической воде

- В реакторе такого типа планируется использование воды/пара при давлении выше 225 атмосфер и температуре выше 374 градусов
- Использование такого теплоносителя позволяет значительно, на десятки процентов поднять КПД реактора
- Преимуществом является большой технологический задел в области создания силовых блоков на сверхкритической воде. Ограничение - агрессивность теплоносителя
- Основные разработки по реакторам этого типа ведутся в России, США и Японии.



Реактор на расплаве солей

- **Конструкция обеспечивает решение целого ряда проблем реакторов 3 поколения:**
 - Активная зона не требует специальных материалов с высокой радиационной стойкостью
 - Возможность непрерывного отбора и очистки части расплава обеспечивает очень высокий уровень воспроизводства топлива;
 - Обеспечивается простота и энергонезависимость аварийного отключения реактора
 - Упрощается вовлечения тория в топливный цикл
- **Основная проблема: реактор обеспечивает постоянное производство плутония оружейного качества, что создает существенные риски распространения ядерного оружия**
- **Не решены проблемы коррозионной стойкости корпуса жидкосолевого реактора**
- **Работы над проектами жидкосолевых реакторов ведутся несколькими стартапами**

