



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ "РОСАТОМ"

Федеральное государственное унитарное предприятие

"РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР -

Всероссийский научно-исследовательский институт
технической физики имени академика Е.И. Забабахина"

(ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина")

УТВЕРЖДАЮ
Директор РФЯЦ-ВНИИТФ



М.Е. Железнов

04.06.2018 № 030-18/846

г. Снежинск

Отзыв на диссертацию

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Егорова Александра Федоровича «**Разработка и использование усовершенствованных методик для моделирования сценариев развития инновационных ядерно-энергетических систем**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

При включении в структуру ядерной энергетики (ЯЭ) новых типов реакторов, экономическая целесообразность является одним из определяющих факторов, влияющих на выбор конкретного сценарного варианта развития ЯЭ, в частности, выбор типов реакторных установок. В то же время, неопределенности, связанные с возможными нерегулярными изменениями в экономике, достаточно велики. Проведение многокритериальных оценок инновационных ядерно-энергетических систем позволяют минимизировать эти неопределенности.

Диссертационная работа Егорова А.Ф. посвящена разработке и внедрению методик многокритериальных оценок при моделировании сценариев развития ядерно-энергетических систем (ЯЭС), включающих реакторы на быстрых нейтронах.

Актуальность диссертационной работы Егорова А.Ф. заключается в проведении многокритериальных оценок сценариев развития ядерно-энергетических систем. В работе автор использует расчетные модели этих систем, адаптированные для проведения расчетов с использованием программного комплекса (ПК) MESSAGE, ориентированного на проведение системных исследований сценариев перспективного развития атомной энергетики. Такие модели долгосрочного развития АЭ показывают ее преимущества, риски и ограничения для разных типов стран в зависимости от уровня развития технологий АЭ. При этом их

использование частично снижает неопределенности, возникающие при долгосрочном прогнозировании по ключевым показателям ядерного топливного цикла (ЯТЦ) (природный уран, количество отработавшего ядерного топлива и другие элементы).

Представленные в диссертации задачи — это вклад автора в поддержку международного проекта ИНПРО.

Положения, выносимые на защиту, достаточно ясно изложены и обоснованы:

- Усовершенствованная методика моделирования сценариев развития АЭ с помощью ПК MESSAGE, которая учитывает фактор многоизотопности плутония;
- Результаты анализа чувствительности структуры двухкомпонентной ЯЭС с быстрыми и тепловыми реакторами к неопределенностям в исходных технико-экономических данных в коде MESSAGE с учетом изотопного состава плутония;
- Результаты моделирования сценариев возврата средств, затраченных на НИОКР технологии, на основе усовершенствования технико-экономической модели, в которой финансирование научных исследований не прекращается после ввода первых новых блоков АЭ;
- Методика сравнения ЯЭС в международном проекте ИНПРО — KIND и результаты сравнительных оценок сценариев развития ядерной энергетики с учётом структуры энергетики России.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- для ПК MESSAGE разработана уточненная методика моделирования балансных характеристик двухкомпонентной ЯЭС, учитывающая многоизотопность Pu. Изотопный состав плутония уточнялся с помощью ПК CYCLE,
- получены новые результаты анализа сценариев развития глобальной АЭ, многокритериальной оценки ЯЭС на основе быстрых и тепловых реакторов в замкнутом ЯТЦ в международных проектах SYNERGIES и KIND,
- выполнены оценки конкурентоспособности БН-1200 с учётом структуры энергетики России с учетом возврата средств, затраченных на проведение НИОКР.

Основными научными результатами автора являются:

- Усовершенствованная методика моделирования сценариев развития АЭ, учитывающая фактор многоизотопности плутония с помощью программы CYCLE и повышающая достоверность получаемых результатов в ПК MESSAGE для технико-экономического планирования энергетики.
- Оценка зависимости чувствительности структуры двухкомпонентной ядерно-энергетической системы с быстрыми и тепловыми реакторами к неопределенностям в исходных технико-экономических данных (топливные и капитальные затраты) в коде MESSAGE с учетом моделирования изотопного состава плутония.
- Моделирование сценариев возврата средств, затраченных на НИОКР технологии, на основе усовершенствования технико-экономической модели, в которой финансирование научных исследований не прекращается после ввода первых новых блоков АЭ.
- Расчетная оценка ядерно-энергетических систем в международном проекте ИНПРО — KIND и на ее основе, результаты сравнительных оценок сценариев развития ядерной энергетики с учётом структуры энергетики России.

Основные результаты работы представлены в виде статей в рецензируемых журналах, препринтов ФЭИ, публикаций и отчетов МАГАТЭ по проектам ИНПРО — SYNERGIES и ИНПРО — KIND.

Достоверность результатов полученных с помощью ПК MESSAGE подтверждается их удовлетворительным согласием с аналогичными расчетами с помощью других инструментов моделирования. Результаты обсуждались на совещаниях МАГАТЭ, были представлены на различных конференциях.

Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения, библиографического списка, включающего в себя 113 наименований. Работа изложена на 130 страницах с 50 иллюстрациями и 24 таблицами.

Полученные в работе результаты расчетов и системных оценок сценариев развития ЯЭС представляют практическую ценность для экспертов, участвующих в формировании рекомендаций по разработке стратегии развития атомной энергетики России. Предложенная автором методика учета многоизотопности плутония в ПК MESSAGE активно используются в сценариях международных проектов ИНПРО.

По представленным в работе материалам можно сделать следующие замечания:

- В главе 3 диссертации представлена модель возврата средств, вложенных в НИОКР атомной энергетики. Согласно модели, с ростом мощности ядерно-энергетической системы стоимость электроэнергии не снижается, а возврат средств, вложенных в НИОКР атомной энергетики, происходит за счет потребителей электроэнергии через цену продажи. При этом, представленная модель, не отражает влияния результатов НИОКР на экономику ЯЭС;
- В главе 3 сделано допущение, что капитальные затраты на строительство реакторов типа БН и ВВЭР равны. Учет реальных капитальных затрат существенно повысил бы ценность исследования;
- В главе 5 при применении методики многокритериального анализа для оценки потенциалов сравниваемых альтернативных ЯЭС наиболее ответственным этапом является определение веса каждого рассматриваемого критерия. В работе веса критериев определялись на основе экспертных оценок. Обоснование веса каждого критерия, на основе экономических характеристик позволило бы снизить неопределенность в определении веса каждого критерия;
- При проведении многокритериального анализа сценариев развития ЯЭС не учтены риски, сопровождающие развертывание этой ЯЭС. Многокритериальный анализ, дополненный учетом рисков, в этом случае представляется более полным.

Несмотря на высказанные замечания, они не снижают научную значимость и практическую полезность выполненной работы.

Указанное выше позволяет заключить, что диссертационная работа Егорова А.Ф. является оригинальным научным исследованием, выполненным автором на высоком научно-прикладном уровне. Материалы диссертации представлены в виде шести публикаций в журналах, входящих в Перечень ВАК. Результаты диссертации докладывались на российских и международных научных конференциях, семинарах и совещаниях. Автореферат достаточно полно отражает содержание работы. Диссертация соответствует специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации», отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке

присуждения ученых степеней» ВАК РФ, является завершенной работой, а ее автор Александр Федорович Егоров заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н.

И. Р. Макеева
30.08.18

И.Р. Макеева

Отзыв обсуждался на НТС НИО-3, протокол №3 от 31.05.2018 г.