

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук
Ковалишина А. А. на диссертацию Егорова А. Ф.

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

Актуальность цели и задач, изложенных в диссертации А. Ф. Егорова, определяется необходимостью применения многокритериальной оценки сценариев развития ядерно-энергетических систем, построения уточненных математических моделей и методов моделирования, ориентированных на системные исследования перспективного развития атомной энергетики, и обоснования их эффективности с помощью усовершенствования подходов, реализованных в компьютерной программе MESSAGE.

Автор диссертационной работы показывает разработанную им комбинированную методику по моделированию балансных характеристик сценариев двухкомпонентной системы в ЗЯТЦ в MESSAGE, которая впервые учитывает фактор многоизотопности P_u . Кроме того, в работе получены новые результаты анализа региональных сценариев развития глобальной АЭ в международном проекте ИНПРО—SYNERGIES, впервые получены результаты многокритериальной оценки потенциала двухкомпонентной системы на основе быстрых и тепловых реакторов в замкнутом ЯТЦ в международном проекте ИНПРО — KIND и в оценке конкурентоспособности энергоблока БН-1200 с учётом структуры энергетики России. Александр Федорович представляет новые результаты анализа сроков возврата средств, затраченных на НИОКР в условиях продолжения финансирования научных исследований после ввода первых инновационных блоков АЭ. Перечисленные исследования составляют **научную новизну** диссертации.

Автор представил два основных направления по **практическому применению** результатов исследований:

1. Результаты расчетов по комбинированной методике для оптимизационной программы MESSAGE активно используются в сценариях международных проектов ИНПРО.
2. Результаты расчета и системной оценки сценариев представляют практическую ценность для экспертов, участвующих в формировании

рекомендаций по разработке стратегии развития атомной энергетики России.

Достоверность результатов обосновывается сравнением с расчетами тестовых задач для региональных и мировых сценариев развития АЭ, а также с аналогичными расчетами по другим инструментам моделирования. Полученные результаты сценариев обсуждались в среде международных экспертов на совещаниях МАГАТЭ, были представлены на российских и международных конференциях.

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

Личный вклад автора диссертации состоит в формировании и реализации усовершенствованной методики по снижению неопределенности балансных характеристик сценариев моделирования АЭ России с помощью программных комплексов CYCLE и MESSAGE, оценке чувствительности двухкомпонентной системы в ЗЯТЦ атомной энергетики России к неопределенности входных технико-экономических параметров, учитывающей фактор многоизотопности P_u . В экономической части исследований разработаны новые модельные расчетные сценарии возврата средств, затраченных на НИОКР, с учетом моделирования фактора многоизотопности P_u разработан и выполнен анализ региональных сценариев развития глобальной АЭ в международном проекте ИНПРО—SYNERGIES, в проекте ИНПРО—KIND проведены и представлены расчетные исследования системных потенциалов АЭ для стран с различным технологическим уровнем развития, проведена многокритериальная оценка конкурентоспособности энергоблока БН-1200 с учётом структуры энергетики России.

Далее приведены замечания к диссертационной работе Егорова А.Ф.:

- 1) В части главы 3, касающейся моделирования экономики и возврата средств, вложенных в НИОКР, требуется более детальное описание модели с описанием исходных данных, условий моделирования и результатов.

Кроме того, в первой главе Александр Федорович часто упоминал об этапности в развитии ядерных технологий и научных исследованиях им соответствующих. Однако в модели по возврату средств, вложенных в НИОКР, такая идея никак не была отражена. Существующий опыт по развитию коммерческой технологии БН-1200 мог бы стать шаблоном сценариев такого рода.

- 2) В главе 4 представлены результаты исследований модели развития мировой атомной энергетики при её независимом и синергическом развитии в каждой из трех групп стран. В работе было указано, что отработавшее ядерное топливо поступает от третьей группы стран «новички» поровну: на хранение во вторую группу стран и на переработку в первую группу стран. Эта концепция наглядно представлена на рисунке 4.2 диссертации. Несмотря на то, что автор рассмотрел большое количество сценариев, в модели не включены очевидные случаи, когда весь или большая часть ОЯТ из третьей группы стран будет перерабатываться в первой группе стран.
- 3) В главе 5 на стр. 89 дано краткое описание используемых реакторных технологий и технологий топливного цикла. По моему мнению, описание названных технологий требуется дополнить более детальными характеристиками, т.к. эти технологии участвуют в формировании сравниваемых альтернатив и требуют более тщательного разъяснения, в каких условиях они работают.
- 4) В главе 5 по многокритериальному анализу ядерно-энергетических систем автор показывает дополнительный подход по оценке и выбору наилучших альтернатив по сравнению с выбором, по экономическому критерию, представленному в главе 3. Егоров А. Ф. не дает рекомендаций, в каких случаях следует использовать многокритериальный анализ, а в каких использовать только экономических критериев. Анализ и разъяснения такого рода сделали бы представленную диссертационную работу более весомой.

Замечания не изменяют моего мнения о том, что в диссертационной работе Егоров А. Ф. показал необходимый для кандидата технических наук уровень квалификации, работа является актуальной, а ее результаты новыми, имеющими важное прикладное значение. Применение программного оптимизационного инструмента MESSAGE для построения сценариев развития ядерно-энергетических систем и использование многокритериального анализа являются одними из необходимых инструментов выбора стратегии развития ядерной отрасли. Основные

результаты работы автора по диссертации опубликованы им в научных изданиях и докладывались на тематических конференциях и совещаниях. Автореферат удовлетворяет существующим требованиям и отражает формулировки, представленные в диссертации.

На основании изложенного считаю, что диссертация Егорова Александра Федоровича «Разработка и использование усовершенствованных методик для моделирования сценариев развития инновационных ядерно-энергетических систем» соответствует всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки России, утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., а ее автор Егоров А. Ф. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Официальный оппонент

Руководитель Курчатовского комплекса
перспективной атомной энергетики НИЦ

«Курчатовский институт»,



Ковалишин Алексей Анатольевич

123182 г.Москва пл.Академика Курчатова д.1.

Тел. 8(499)1969534 e-mail: Kovalishin_aa@nrcki.ru

Научная степень: доктор физико-математических наук

Подпись доктора физико-математических наук А.А. Ковалишина заверяю

Главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»



Стремоухов Сергей Юрьевич