

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию ИОАННИСИАНА Михаила Викторовича «Решение нестационарного уравнения переноса нейтронов на основе многозонного представления с использованием метода Монте-Карло» представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Повышение доверия к предсказательным возможностям расчетных методик, используемых при обосновании безопасности ЯЭУ, является одним из приоритетных направлений усилий для специалистов, определяющих облик проекта. В значительной мере доверие основывается на положительных результатах сопоставления результатов моделирования сложных процессов, полученных по независимым методикам, особенно в условиях дефицита экспериментальных данных. По опыту разработки современных проектов воплощение новых качеств разрабатываемых установок в совокупности с естественным эволюционным развитием подходов к проектированию реализуется с применением, подчас, достаточно кардинальных технических решений, связанных, в том числе, с нетрадиционной компоновкой оборудования первого контура, включая активную зону. Поэтому современные проекты с их особенностями конструктивного исполнения, параметрической области эксплуатации формируют дополнительные требования к валидации «задельных» исследований, воплощенных в расчетных кодах. В этой связи тема создания расчетного комплекса, основывающегося на новых методологических подходах и способных выступать в качестве образцовых для верификации программ инженерного класса, представляется актуальной.

Предлагаемую работу отличает открытый критический подход, проявившийся в поэтапной и тщательной проверке как вновь разработанных автором, так и сопрягаемых с ними исходных методических посылок. Можно только приветствовать, что именно тестированию и верификации результатов работы посвящена большая часть диссертации. В этой связи необходимо отметить высокую степень обоснованности научных положений, выводов и предложенных в работе рекомендаций.

С учетом изложения истории развития основополагающих методов и технологии получения результатов в части, как алгоритмов вычисления

обменных коэффициентов, так и схемы расчета сопряженной задачи, выдвигаемые к защите научные положения определенно могут быть квалифицированы в качестве новых. При этом положительные итоги представленной совокупности аналитических и расчетных тестов, их анализ характеризуют полученные результаты в достаточной степени достоверными.

Основные результаты работы опубликованы в изданиях, входящих в «перечень ВАК», и докладывались на тематических конференциях и семинарах.

Представленные публикации и системное изложение материала не вызывают сомнений в личном вкладе соискателя.

Диссертация может быть охарактеризована в качестве завершенной научно-квалификационной работы, способствующей решению научно-технических задач, связанных с обоснованием безопасности в переходных процессах ЯЭУ различного назначения. В работе сформулированы рекомендации по практическому применению полученных научных результатов. Изложение материала в диссертации и автореферате подчинено внутреннему единству и удовлетворяет критериям и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а содержание диссертации соответствует специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В качестве замечаний отмечаются следующие.

1. Ряд уравнений многозонной кинетики (1.9, 2.7, 2.8 и т.д) имеют особенность при $\nu_i \rightarrow 0$. В этой связи необходимо было бы пояснить наличие/отсутствие каких-либо требований к условиям формирования расчетных подобластей. В частности, накладываются ли ограничения на соотношение делящегося вещества и поглотителя в подобласти (предельный переход)?

Кроме того, в связи с интегрированием исходных уравнений по всему спектру энергий в подобласти, было бы целесообразным представить пояснения по принципам формирования расчетных подобластей «в связке» с динамическими особенностями режима, например, при локальном, не охватывающем всей подобласти ужесточении спектра. При этом в отношении итерационного пути можно заметить, что на представленных тестах (ВВЭР-ВН и ВВЭР-ВВ) характер сходимости решений по мере увеличения числа слоев явно различный.

2. Осталось неясным: имеется ли корреляция между слагаемыми экспоненциального ряда, представленного на стр.15, с разно- скоростными

группами и почему далее – в следующей главе – «ядра перехода» аппроксимируются лишь одновременными характеристиками? Например, из содержания п.2.4 следует, что последнее представление эквивалентно лишь частному случаю.

3. Из представленного описания общей постановки задачи (п.2.5) следует возможность параллельного или последовательного (решению дифференциальных уравнений) расчета обменных коэффициентов (ОК) для заданных границ временных интервалов. Однако отсутствуют пояснения о назначении этих двух алгоритмов. Например, усугубляется ли требование о слабом изменении н/ф свойств среды внутри каждого из временных интервалов при последовательном расчете? Кроме того, для строгости изложения было бы выигрышным указать критерии слабости.

4. С позиций физических представлений вторая стадия теста ВВЭР-ВН качественно совпадает с тестом ВВЭР-ВВ. При этом в последнем тесте реализовалась в ~ 4 раза меньшая неравномерность распределения потока нейтронов (ср. рис. 3.6 и 3.11 для $t=0$ с). Тем не менее, следуя изложению, спектр испускания запаздывающих нейтронов не повлиял в первом случае и существенно сказался во втором, что нуждается в комментариях (высокая чувствительность методики к имевшим место поправкам концентрации нуклидов, др?).

5. По тесту ВВЭР-КР. Учитывая, что высотное распределение потока количественно остается неизменным для начальной и конечной статик (с точностью до симметрии задачи), т.е. остается неизменным интеграл потока по высоте, а общий поток нейтронов, тем не менее, монотонно падает со временем, необходимо уточнить нормировку высотного распределения (возможно, она также как нормировка для концентраций предшественников зависит от времени).

Ссылка на предполагаемый результат по классическим уравнениям точечной кинетики, возможно, не вполне корректна, учитывая зависимость вклада в реактивность каждого расчетного объема от величины поля и ценности нейтронов в классической теории возмущений. Если эта зависимость нелинейная ($\rho_{\Sigma} \sim \rho_1 \psi_1^k + \rho_2 \psi_2^k$, где $k > 1$), то вклад каждого участка при зеркальном изменении прозрачности внешней среды в них будет неодинаков с соответствующим возмущением суммарной реактивности системы.

6. По бенчмарку PWR MOX/UO₂. С учетом удовлетворительных результатов верификации был бы интересен прогноз о возможностях использования разработанного расчетного комплекса MRNK+КЕДР-Д в

авариях, сопровождаемых внутренним или внешним изменениями геометрии твэлов (по крайней мере, без разгерметизации оболочки).

Замечания не меняют общей положительной оценки диссертации. Диссертационное исследование Иоаннисиана Михаила Викторовича на тему «Решение нестационарного уравнения переноса нейтронов на основе многозонного представления с использованием метода Монте-Карло» соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки России, утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Начальник бюро
отдела расчетов динамики систем
и курирования автоматики, к.т.н.



03.07.18

Д.Г.Кресов

Место работы: АО «ОКБМ Африкантов», 603074, г. Нижний Новгород, Бурнаковский проезд, 15. Тел. (831) 275-26-40, E-mail: okbm@okbm.nnov.ru

ЗАВЕРЕНО:

Начальник управления социально-
трудовых отношений и кадровой
работой



В.В.Зеленов