

## ОТЗЫВ

официального оппонента Ельшина А.В.  
на диссертационную работу Зинченко Александра Сергеевича  
«Развитие алгоритмов и программного обеспечения  
для расчета кинетики ядерных реакторов методом Монте-Карло»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ».

Метод Монте-Карло и реализующие его расчетные коды занимают особую нишу в физике реакторов, так как позволяют при нехватке экспериментальных данных получить реперные распределения нейтронов (путем решения уравнения переноса нейтронов), которые можно использовать для верификации инженерных методов и кодов. Настало время, когда область применения Монте-Карловских расчетных кодов стала расширяться и на нестационарные задачи. Диссертационная работа Зинченко А.С. как раз вносит свой вклад в решение этой актуальной задачи – разработку оригинальных алгоритмов и отечественных прецизионных нестационарных программных средств на основе метода Монте-Карло. Работа пока ограничивается задачами кинетики ядерных реакторов (без обратных связей по теплофизике), что вполне естественно на первом этапе разработки.

Как отмечено в первой главе диссертации, за рубежом уже имеются расчетные коды, реализующие решение нестационарного уравнения переноса нейтронов методом Монте-Карло. В России также наблюдается «заявка» на такое программное средство (TDMCC), но оппонент пока не видел опубликованных работ с результатами нестационарных расчетов по этой программе.

Автор диссертационной работы нацелен на применение аналоговых методов статистического моделирования, в чем оппонент и видит отличия подхода к моделированию нестационарных процессов (от применяемого в других программных средствах) и новизну получаемых во второй главе рабо-

ты интегральных уравнений переноса нейтронов (с теми или иными приближениями).

Предлагаемые автором (вместе с другими участниками работы по программе КИР) алгоритмы аналогового моделирования описаны в третьей главе диссертационной работы.

В четвертой главе диссертационной работы описаны результаты тестирования программы КИР (а также КИР-П, реализующей адиабатическое и квазистатическое приближение при моделировании кинетики реактора). Практически значимым результатом работы диссертанта является не только подтвержденное актом внедрения использование разработанных программных средств КИР и КИР-П в НИКИЭТ, но и создание правильно работающего (как показало проведенное тестирование) инструмента для детального изучения (до уровня поколения нейтронов) протекания переходных процессов в реакторе (пусть и без обратных связей). Это программное средство следовало бы использовать и в образовательном процессе в университетах ядерного консорциума.

Следует отметить, что подход к интерпретации расчетных данных, получаемых при статистическом моделировании нестационарных процессов, несколько отличается от интерпретации результатов, полученных при решении уравнения переноса нейтронов детерминированными методами. Автор работы по своему складу, на мой взгляд, больше тяготеет к математике, чем к физике, поэтому к изложению материала имеются замечания.

1. Прежде всего, отмечу небрежность в оформлении работы, - как в диссертации, так и в автореферате довольно много пропущенных знаков препинания (а есть и лишние), есть опечатки (на стр. 35 пропущена ссылка на формулу, термин «реактор-суперкомпьютер» остался непонятным).

2. Не всегда применяется правильная терминология – вместо «плотность потока нейтронов» (ППН) применяется «поток нейтронов», вместо «плотность вероятности» - «вероятность», вместо «распределение ядер-предшественников запаздывающих нейтронов» - «распределение запазды-



вающих нейтронов». На странице 16 диссертационной работы величина, определяемая формулой (1.12), названа реактивностью, хотя она таковой не является (на стр. 38 реактивность у диссертанта определяется через эффективный коэффициент размножения, как и полагается). На стр. 3 автореферата и диссертации термин «транспортное приближение» применен неудачно, неправомерно применяется термин «возраст нейтрона», который уже определен классиками теории ядерных реакторов (стр. 10 автореферата, стр. 33, 34 диссертации).

3. В комментариях к рисунку 4.2 сказано, что время выхода ППН на независящий от времени уровень должно быть сравнимо с периодом полураспада ядер-предшественников. Тем не менее, это время на рис. 4.2 составило всего-то около 0.1 с, в отличие от рисунка 4.4 (с практически той же подрисуночной подписью).

4. На страницах 56, 60 слова «система выходит в критическое состояние» применены неуместно, так как система и до этого была в критическом состоянии, имеется в виду лишь выход ППН на какое-то асимптотическое (стационарное) значение.

5. Остался без комментариев рисунок 4.13. Хотелось бы понять, что все-таки изображено на этом рисунке, потому что смысл термина «вклад в мощность запаздывающих нейтронов» (или «мощность, выделяемая за счет запаздывающих нейтронов») остается непонятным (так как этот «вклад» в двух критических состояниях отличается в разы).

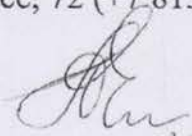
Тем не менее, большое количество замечаний говорит о том, что выполнена интересная, свежая работа, результаты которой вызывают, на первый взгляд, много вопросов, но, по рассуждению, эти результаты, оказывается, вполне физичны и подтверждают достоверность выводов и заключений диссертационной работы.

Основные результаты работы докладывались на российских конференциях, опубликованы в научных журналах, в том числе, в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Личный вклад диссертантом очерчен и весьма весом.

Таким образом, диссертационная работа доведена до логического завершения, по форме и содержанию отвечает п. 9 Положения о присуждении ученых степеней. Диссертант Зинченко Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
начальник отдела ФГУП «НИТИ им.А.П.Александрова»,  
188540, Ленинградская область, г. Сосновый Бор,  
Копорское шоссе, 72 (+7.81369 60619, foton@niti.ru)

  
03.02.2017

Ельшин Александр Всеволодович

Подпись А.В.Ельшина заверяю,  
генеральный директор института,  
доктор технических наук, профессор


В.А.Василенко