

Отзыв

Официального оппонента Никитина А.В. на диссертацию Волощенко Андрея Михайловича «Адаптивные положительные аппроксимации и согласованная КР1 схема ускорения итераций для уравнения переноса в задачах радиационной защиты», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертационная работа Волощенко А.М. посвящена решению задачи разработки новых и усовершенствования существующих численных методов решения уравнения переноса излучений и создания, на их основе, парка современных отечественных программ расчета защиты от излучений. Круг научных разработок автора связан с поиском, решением и реализацией различных алгоритмов усовершенствования Sn-метода, улучшающих такие его характеристики, как быстродействие, точность расчётов, устойчивость расчетных схем и др. Актуальность этой задачи определяется тем, что проблема обеспечения радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды всегда была и будет важной, пока человечество обитает в среде естественного излучения и использует искусственные источники ионизирующих излучений.

Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, приложения и списка цитируемой литературы (173 наименования). Она изложена на 284 страницах машинописного текста и содержит 66 рисунков и 50 таблиц.

В первой главе диссертации рассмотрены построение и свойства AWDD-схемы и требования к ней, которые автор стремится удовлетворить: консервативности, арифметической простоты алгоритма, положительности, минимизации погрешностей при аппроксимации и др.

В главах 2, 3 и 4 рассмотрена согласованная КР1 схема ускорения внутренних итераций в 1D, 2D и 3D геометриях.

В главе 5 рассмотрена КР1 схема ускорения внешних инерций по области термализации нейтронов и по источнику делений при решении подкритической задачи.

В главе 6 рассмотрены разностные аппроксимации и итерационные алгоритмы в задачах переноса заряженных частиц.

В главе 7 изложены алгоритмы распараллеливания вычислений, использованные для уравнения переноса в 2D и 3D геометриях.

В главе 8 описаны алгоритмы аппроксимации геометрии и характеристик источников излучения на разностной сетке задачи, примененные в программах КАТРИН и КАСКАД-С.

В приложении приведены титульные листы аттестационных паспортов, полученных для программы КАТРИН.

Основное назначение содержательной части диссертации – разработка эффективных алгоритмов решения уравнения переноса применительно к задачам для нейтрального излучения (нейтроны и гамма-кванты), заряженных частиц, электронно-фотонного и адронного каскадов. Задачи решались в 1D, 2D и 3D геометриях.

Содержание каждой из глав во многом подобно и включает рассмотрение таких вопросов, как итерационные схемы расчетных методов, схемы ускорения внутренних и внешних итераций, оценка параметров и условий сходимости решения задачи, определение оптимальных параметров алгоритмов и других. Все решения, полученные автором, отработаны на многочисленных модельных задачах. При определении условий монотонности разностной схемы автор формулирует и доказывает ряд лемм и теорем.. Разработанные алгоритмы использованы в семействе программ РОЗ-6.6, КАСКАД-С и КАТРИН, качество которых и определяет значимость этих алгоритмов с позиций сегодняшнего дня.

Результаты, имеющие научную новизну, включают разработку:

- положительных AWDD-схем для 1D криволинейных, 2D и 3D геометрий и адаптивной схемы 3 – 4 порядка точности, основанной на использовании семейства взвешенных WLB/QC-схем;

- согласованной с WDD и WLB/QC схемами KP1 схемы ускорения внутренних и внешних итераций по области термализации нейтронов и по источнику деления при решении подкритической задачи;

- алгоритма расчета электронно-фотонного и адронного каскадов в различных приближениях;

- оригинальной методики распараллеливания вычислений, основанной на использовании OpenMP интерфейса и КВА алгоритма;

- методики аппроксимации геометрии и источника задачи, основанной на использовании интерфейса между программой, реализующей метод Монте-Карло, и Sn-кодами, а также VF-метода, поддерживающего локальный баланс масс и источников излучения в системе.

Достоверность и обоснованность научных результатов подтверждены следующим:

- отработкой разработанных алгоритмов на множестве модельных задач, выбор которых представляется достаточным;

- широкой апробацией разработанных математических методов на отечественных и зарубежных научных конференциях;

- верификацией и аттестацией 3D кода КАТРИН на экспертном совете по аттестации программных средств при Ростехнадзоре.

Основные результаты, полученные автором, сконцентрированы в семействе разработанных программ. Их научное значение определяется содержащимися в них новыми алгоритмами и их использованием в других программах, например PARTISH (Los Alamos National Laboratory, USA), а практическое – их востребованностью в российских и зарубежных научных центрах, проектных организациях и их использованием при разработке новых и усовершенствовании существующих реакторных установок. Программы, разработанные с участием автора, внедрены в научных центрах

и конструкторских организациях Росатома (ГНЦ РФ «ФЭИ», АО ОКБ «Гидропресс», АО «НИКИЭТ»), а также в ГНЦ РФ ИФВЭ и НИЦ «Курчатовский институт», они депонированы в отечественных и зарубежных библиотеках программ: ОФАП ЯР, RSICC и NEA Data Bank.

Свидетельством значимости работы автора, помимо приведенных выше аргументов, служит то, что программа КАТРИН является одним из немногих отечественных кодов расчета защиты от излучений, способных конкурировать с лучшими зарубежными кодами TORT, MCNP и др. Кроме того, программы РОЗ-6.5 и КАСКАД включены в энциклопедию «Машиностроение ядерной техники», том IV – 25, книга 1, М., изд. «Машиностроение», гл. 2.3.9, 2005г.

Внутреннее единство содержания работы обеспечено тем, что все новые теоретические разработки и алгоритмы автора объединены в конечном практическом продукте – в разработанных с участием автора программах. Работа Волощенко А.М. носит законченный характер, т.к. основные алгоритмы и разработки автора реализованы в программах, получивших достаточно широкое распространение и признание в научных кругах.

Работа написана автором лаконичным литературным языком с использованием принятой научной терминологии и не лишена самокритичных оценок. Содержание диссертации достаточно полно и адекватно отображено в более чем 120 публикациях автора и в докладах на конференциях, из них 17 – в российских и ведущих зарубежных рецензируемых научных журналах. Тема диссертации Волощенко А.М. соответствует специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации.

К диссертации имеются следующие замечания:

1. Автором не рассмотрены вопросы работоспособности предложенных алгоритмов расчета и программ при наличии воздушных полостей и

зазоров, всегда присутствующих в реальных конструкциях защиты от радиации.

2. Астрономическое время счета по программе КАТРИН даже в ее распараллеленной версии (~38 часов для далеко не полномасштабной защиты реактора ВВЭР-2000/320, стр. 246) делает проблематичным вопрос о возможности ее использования в многовариантных инженерных расчетах при разработке проектов новых реакторных установок.
3. Программы КАТРИН и КАСКАД не лишены ряда эксплуатационных недостатков, снижающих их рыночную привлекательность:
 - способ ввода данных (форматный или списком) неудобен, трудоемок и не позволяет отлавливать ошибки пользователя в процессе ввода;
 - отсутствие визуализации расчетной пространственной сетки также затрудняет работу
4. Восприятие текста диссертации затрудняет отсутствие списка использованных аббревиатур.

5. В работе встречаются несоответствия, рассогласования падежей и опечатки, например, в заголовках разд. 2.5, 2.6, и таблицы 3.6.4, имеются ссылки на несуществующие рисунки 3.3.5а, 3.3.5б, 3.3.6(стр259) и др.

6. Хотя для меня ответ на этот вопрос ясен, считаю, что выводы по работе в целом в изложении автора были бы уместными, но они отсутствуют.

Сделанные замечания никоим образом не умаляют главное. Волощенко А.М. разработаны новые математические алгоритмы решения уравнения переноса излучения, внедренные в семейство 1D, 2D и 3D программ расчета защиты от излучений, вполне конкурентноспособных с лучшими отечественными и зарубежными аналогами. Эти программы нашли широкое признание в России и за рубежом и внедрены в практику расчета защиты реакторных установок во многих научных центрах России. Полученные автором результаты в совокупности вносят значительный вклад в развитие атомной отрасли страны.

Диссертационная работа Волощенко А.М. заслуживает высокой оценки. Она отвечает требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Главный научный сотрудник
отделения физики и безопасности
Акционерного общества Ордена Ленина
«Научно-исследовательский и
Конструкторский институт энерготехники
им. Н.А. Доллежала», д.т.н, профессор



Никитин
Анатолий
Васильевич

08.07.2015

а/я 788, Москва, 101000
тел.(499)763-03-98
e-mail: nav@nikiet.ru

Подпись Никитина А.В. заверяю

Ученый секретарь АО «НИКИЭТ»



А.В.Джалавян

08.07.2015

