

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук Ельшина А.В. на диссертационную работу Давиденко Владимира Дмитриевича «Разработка детерминированных моделей повышенной точности и программных комплексов для прямого моделирования физических процессов в ядерных реакторах», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В настоящее время в нейтронно-физических расчетах снижение консерватизма достигается повышением точности расчётов, оценкой неопределенности получаемых результатов. Именно этим актуальным проблемам посвящена диссертация В. Д. Давиденко. При этом акцент в достижении результатов смещён в сторону совмещения детерминированных и стохастических методов при прямом (без приближений) моделировании нейтронно-физических процессов. При прямом моделировании физических процессов в ядерном реакторе естественным образом расширяется круг решаемых задач – моделируя прямым образом изменение изотопного состава (выгорание) без приближения эффективного осколочного коэффициента, то есть рассматривая ядерные превращения сотен изотопов, возникают предпосылки к расчету источников гамма-квантов, а, рассчитывая перенос гамма-квантов, можно рассчитывать энерговыделение за счет реакций гамма-квантов (и нейтронов) с веществом (помимо энерговыделения в топливных элементах). Оппонент солидарен с диссертантом, что толчком к такому подходу стало создание и развитие библиотек детальных ядерных данных, свободный доступ к этим библиотекам и программам работы с ними. Высокая квалификация диссертанта позволила ему находиться на переднем крае работ по использованию детальных, затем групповых ядерных данных в инженерных программных комплексах для нейтронно-физических расчетов.

В первой главе диссертации Давиденко В.Д. анализирует тенденции в развитии программ нейтронно-физического расчета ядерных реакторов, с учетом которых и стал разрабатываться комплекс программ UNK, включив-

ший в себя вычислительные модули, реализующие те или иные методы и алгоритмы прямого моделирования процессов, происходящих с нейтронами в ядерных реакторах. Возможность мультигруппового (~10000 групп) расчета ячеек, возможность генерации групповых библиотек ядерных данных из различных библиотек детальных ядерных данных, прямой расчет выгорания (без приближения эффективного осколочка), генерация групповых сечений для гамма-квантов, перенос гамма-квантов – вот неполный набор вычислительных модулей программы UNK. Эти вычислительные модули используются и в программных комплексах других авторов, что говорит о несомненной практической значимости выполненной работы.

Вторая глава работы посвящена проблемам изотопной кинетики (расчет изменения изотопного состава, в основном, топлива) в процессе работы ядерного реактора. Прямое моделирование всех изотопных переходов по имеющимся в детальных библиотеках данным выявило свою неопределенность, не только в зависимости от библиотеки оцененных детальных ядерных данных, но и от способа прямого моделирования – учет всех осколков, даже если по ним нет данных по нейтронным сечениям или учет только осколков, имеющих данные по сечениям, с кумулятивными выходами. Весьма значимо также решение диссертантом проблемы расчета остаточного энерговыделения после облучения топлива не с помощью аппроксимационных зависимостей, а путем прямого учета выделяемой энергии во всех ядерных реакциях и распадах.

Третья глава работы посвящена нахождению вычислению распределения нейтронов в ячейках реактора на основе оригинального геометрического модуля. Этот же геометрический модуль используется в вычислительном модуле UNKMK для нахождения распределения нейтронов методом Монте-Карло. Такой подход (нахождение распределения нейтронов на одной константной базе и с помощью одного и того же геометрического модуля, но с применением отличающихся методов) повышает достоверность выводов и рекомендаций диссертанта, которая в диссертации, кроме этого, обосновыва-

ется многочисленными расчетными исследованиями. Украшением диссертационной работы оппонент считает оригинальный (новый) алгоритм метода Монте-Карло, совмещающий и моделирование переноса нейтронов, и одновременное моделирование изменения изотопного состава. При этом разработанный геометрический модуль (на основе микроквадратиков) как нельзя лучше подходит для такой задачи.

Тем не менее, хотелось бы высказать некоторые вопросы и замечания к работе.

1. При описании подготавливаемых для UNK библиотеки мульти- и многогрупповых микросечений мало уделяется внимания описанию учета анизотропии рассеяния и алгоритмов обработки индикатрисы рассеяния нейтронов при получении групповых библиотек.

2. Термин «транспортное приближение» на стр. 14 и стр. 16 диссертации применен, на взгляд оппонента, неуместно.

3. Не очень понятно появление цифры в 0.8% на странице 121 диссертации (может быть, надо 0.08%).

4. Можно посоветовать, что при оценке неопределенности результатов решения задач изотопной кинетики используются только иностранные библиотеки ядерных данных. Было бы важно увидеть в анализе и на графиках место отечественной библиотеки РОСФОНД.

5. При комбинировании аналитического и численного методов решения дифференциальных уравнений изотопной кинетики ничего не сказано про возможный случай совпадения постоянных распада материнских и дочернего продукта и вырождение решения.

6. Оппонент рекомендует диссертанту реже применять термин «оптимальный», заменяя его, например, на «наиболее целесообразный», так как применение термина «оптимальный» не обосновано решением задачи на экстремум.

В целом можно констатировать, что представленная диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена

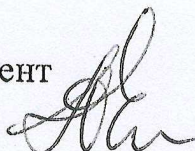
крупная научно-техническая проблема – повышение и оценка точности расчетных предсказаний нейтронно-физических характеристик ядерных реакторов путем создания вычислительных модулей прямого моделирования физических процессов детерминированными и стохастическими методами на единой системе константного обеспечения при одном и том же представлении геометрии.

Основные результаты работы докладывались на международных и российских конференциях, опубликованы в научных журналах, в том числе, в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Личный вклад диссертантом очерчен и весьма весом.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Материал хорошо читается, видно личное мнение автора, изложенное, правда, с некоторыми опечатками и невниманием к необходимости или отсутствию запятых

Таким образом, диссертация по форме и содержанию отвечает п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, Владимир Дмитриевич Давиденко заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

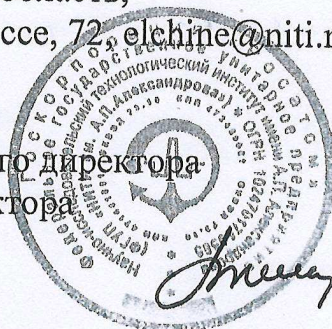
Официальный оппонент


23.04.2018

Ельшин Александр Всеволодович,

доктор технических наук, старший научный сотрудник,
начальник отдела ФГУП «НИТИ им.А.П.Александрова»
188540, Россия, Ленинградская область,
г. Сосновый Бор, Копорское шоссе, 72, elchine@niti.ru

Подпись А.В.Ельшина заверяю,
первый заместитель генерального директора
заместитель генерального директора
по научной работе



Р.Д. Филин