

ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ



**“НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИМЕНИ А.П. АЛЕКСАНДРОВА”**

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»  
188540, Ленинградская обл.,  
г. Сосновый Бор, Копорское ш., д. 72  
Телефон: (813-69) 2-26-67  
Факс: (813-69) 2-36-72  
e-mail: foton@niti.ru, www.niti.ru

.....16.01.2018..... № ... 006/10-13/18.....

Утверждаю  
Генеральный директор,  
председатель НТС  
ФГУП «НИТИ им.А.П.Александрова»  
д.т.н., профессор



В.А.Василенко

Отзыв ведущей организации  
на диссертационную работу Черновой Ирины Сергеевны  
«Создание и использование программ полномасштабной пространственной кинетики  
для расчетов реакторов на быстрых нейтронах»  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.14.03 – ядерные энергетические установки,  
включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

В настоящее время для анализа нейтронно-физических характеристик реакторов, в том числе, и реакторов на быстрых нейтронах, для правильной интерпретации экспериментальных данных все чаще требуется проводить нестационарные расчеты, моделирующие переходной процесс в эксперименте или при эксплуатации реактора. В первой главе диссертационной работы И.С. Чернова проанализировала состояние дел с применением для нестационарных расчетов быстрых реакторов расчетных кодов и сделала вывод об отсутствии для таких расчетов активно применяемых кодов, решающих нестационарное уравнение диффузии прямым численным методом. Этим диссертантка объясняет **актуальность** выполненной работы, целью которой являлась разработка расчетного кода для прямого численного решения группового уравнения диффузии с учетом 6 или 8 групп ядер предшественников запаздывающих нейтронов.

Структура работы соответствует поставленной цели.

Во второй главе диссертационной работы Чернова И.С. знакомит читателя с нестационарными уравнениями диффузии в многогрупповом приближении, которые диссертантка решает прямым численным методом в программе TINE-800. Диссертантка рассматривает также методы с разделением решения на форм-функцию и амплитудный фактор, с применением квазистатического и улучшенного квазистатического методов. Сделаны выводы по главе, в которых отмечены источники погрешностей в применяемых приближениях.

Третья глава диссертации посвящена программе TIME\_INVERSE, решающей обращенное уравнение кинетики с попутным нахождением (методом наименьших

квадратов) мощности внешнего источника, входящего в уравнение точечной кинетики и эффективности детектора (при заданной гипотезе о ее изменении в процессе эксперимента). На экспериментальных данных по эффективности стержней СУЗ реактора БН-600 проведено сравнение работы алгоритмов программы TIME\_INVERSE и аналогичной программы WCR, показывающее достаточно близкие результаты (отклонения в пределах одного процента). Проведено также сравнение с результатами расчета эффективности стержней по программе ГЕФЕСТ-800 (по разности обратных собственных значений), которое показало наличие расхождений, укладывающихся в 3%.

Значительная часть четвертой главы посвящена рассмотрению измерений эффективности стержней СУЗ реактора БН-800. Следует отметить, что «эффективность» в данном случае определяется с помощью «измеренной» реактивности, поэтому в диссертации много страниц посвящено объяснениям зависимости «эффективности» от состояния реактора перед сбросом. **Новизна** работы в основном сосредотачивается в этой главе, так как далее рассматриваются интересные задачи по определению целесообразного размещения стержней регулирования (с точки зрения сокращения времени переходного процесса) и детектора нейтронов (с точки зрения меньшего изменения его эффективности в переходном процессе). В этой же главе предложены комбинированные (приближенные) схемы решения пространственно-временной задачи и исследованы их погрешности.

По каждой главе и работе в целом имеются выводы.

О **практической значимости** диссертационной работы говорит то, что разработанные программы TIME-800 и TIME\_INVERSE включены в широко известный (аттестованный) ГЕФЕСТ-80 и используются для расчетного нейтронно-физического сопровождения реактора БН-800. Проведенные верификационные расчеты подтверждают обоснованность **выводов и рекомендаций диссертанта**.

Основные результаты работы докладывались на российских и международных конференциях, опубликованы в научных журналах, в том числе, в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Программные средства TIME-800 и TIME\_INVERSE найдут применение в организациях, занимающихся нейтронно-физическими расчетами быстрых реакторов. Дальнейшим развитием работы будет являться учет в разработанных программных средствах обратных связей по температуре, расходу и т.п., так как пока программа верифицирована только на данных по измерению эффективности стержней (в задачах без обратных связей).

Основные этапы работы, выводы и результаты изложены в автореферате. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

**Личный вклад** диссертантом очерчен и весьма весом.

По содержанию автореферата и диссертации можно сделать следующие замечания

1. Утверждение на стр. 2 автореферата и на стр. 6 диссертации «Большинство современных программ по решению прямой нестационарной задачи переноса нейтронов основано на использовании предположения о пространственно-временном разделении переменных в аргументах функции плотности потока нейтронов» справедливо только по отношению к отечественным программам для быстрых реакторов. Для других типов реакторов (ВВЭР, РБМК, транспортные) разработаны и аттестованы программные средства, основанные на прямом численном решении нестационарного группового уравнения диффузии нейтронов.

2. По тексту диссертации необходимо более строго и корректно называть реактивность, определяемую по разности собственных значений условно критического уравнения (в стационарном расчете, фактическая реактивность), реактивность, определяемую в эксперименте методом ОРУК по нестационарному сигналу детектора (измеренная реактивность), реактивность, полученную при моделировании нестационарного процесса путем вычисления реактивности по моделируемому сигналу детектора методом ОРУК (моделируемая реактивность).

3. Не очень понятно противопоставление на стр. 13 диссертации детерминистических методов решения уравнения переноса нейтронов и инженерных методов (к которым отнесена диффузионная теория). На взгляд авторов отзыва, инженерные методы также являются детерминистическими.

4. Утверждение по поводу «искажения причинно-следственной связи в нестационарных процессах» в моделях точечной кинетики (а также в моделях с разделением решения на форм-функцию и амплитудный фактор) и моделях с пространственной кинетикой (на стр. 3 автореферата и на стр. 6, 13, 14, 100 диссертации) представляется неверным.

5. Необходимы пояснения к формуле (2.7) на стр. 28 диссертации. С одной стороны, неизвестно, откуда взять плотность потока нейтронов для этой формулы, с другой стороны, раз уж были сказаны слова о возможности расчета быстрых реакторов с гомогенизацией расчетных ячеек, то зачем эта формула?

6. Не прокомментирована формула (2.24) на стр. 35 диссертации, которая, по словам диссертантки, дает «реактивность», но по поводу связи с традиционным понятием реактивности ничего не сказано.

7. В последнем абзаце стр. 38 диссертации, на взгляд авторов отзыва, не совсем корректно трактуется и используется цитата из работы [21].

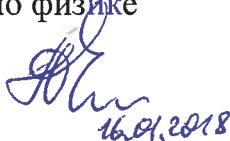
8. Непонятно, откуда по результатам анализа полученных данных появились погрешности в эффективности стержней в 6%, 7%, 15% (стр. 57 диссертации), если в таблице 4 отклонения существенно меньше?

Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором в дальнейших публикациях по теме исследования.

В целом можно констатировать, что представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на достаточном научно-техническом уровне. Таким образом, диссертация по форме и содержанию отвечает п. 9 Положения о присуждении ученых степеней. Чернова Ирина Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 - «ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Отзыв на диссертацию подготовлен на основании заключения, сделанного в результате обсуждения диссертации и автореферата на заседании отдела нейтронно-физических исследований ФГУП «НИТИ им. А.П.Александрова».

Начальник отдела нейтронно-физических исследований  
доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
председатель секции НТС по физике



Ельшин Александр Всеволодович

Заведующий лабораторией, кандидат технических наук,



Артемов Владимир Георгиевич

Ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук,  
ученый секретарь секции НТС по физике



Рассказов Виктор Васильевич

e-mail [elchine@niti.ru](mailto:elchine@niti.ru), веб-сайт организации: [www.niti.ru](http://www.niti.ru) тел. (81369) 60619, адрес 188540, Ленинградская область, г.Сосновый Бор, Копорское шоссе, 72, ФГУП "НИТИ им.А.П.Александрова"