

Отзыв

на автореферат диссертации Абрамова Бориса Дмитриевича
«Актуальные методы математического моделирования в задачах теории
переноса нейтронов и теории ядерных реакторов»,
представленной к защите на соискание ученой степени доктора
физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое модели-
рование, численные методы и комплексы программ.

В связи с развитием вычислительной техники и методов расчета, возрастают возможности использования более сложных моделей расчета при проектировании, эксплуатации, снятия с эксплуатации и обоснования безопасности объектов использования атомной энергии (ОИАЭ). Многие из проблем, имеющих в этой области, формулируются в форме краевых задач для стационарного, и нестационарного уравнений переноса нейтронов. Программные средства (ПС) для решения упомянутых задач становятся все более универсальными по отношению к объектам расчета, позволяют использовать сложные, близкие к геометрии реального объекта, методы описания геометрии, подробное энергетическое описание в интересующем диапазоне и т.д. При этом возрастает роль изучения свойств математической модели, к которым относятся корректность постановки задачи, свойства ее решения, соответствие и сходимость итерационных и других методов, используемых при получении решения. Без такого изучения возникает вопрос о доверии к полученному расчетному результату. Ранее критерием правильности были качественные физические соображения, опыт расчетчика, наличие измерений и т.д. Для того, чтобы одним из аргументов в пользу принятия решения был результат расчета регулирующим органом осуществляется процедура аттестации ПС. Одним из способов верификации и валидации, предшествующей этой процедуре является сравнения результата, полученному по ПС, которое аттестуется с соответствующим результатом, полученным по ПС имеющим более сложную расчетную модель. В этом случае основополагающую роль также играет глубокое изучение математической модели процесса соотношение между упрощенной и более сложной моделью, обоснованность конкретных расчетных методов. Без этого сравнение с более точным методом расчета, иногда очень затратное, так и останется сравнением отдельных

результатов расчета (точек), а не оценкой погрешности ПС в интересующем интервале параметров.

Существует ряд величин, которые были приняты в физике ядерных реакторов на основе простых математических моделей много лет назад, но не только используются до сих пор, но и включены в самые современные системы контроля и управления реакторами, в том числе энергетическими. Кроме того, на них имеются жесткие ограничения, связанные с обеспечением безопасности. Одной из этих величин является **реактивность**. При любом расчетном моделировании результат расчета будет связан с ее определением и свойствами математической модели, в которой она определена. Без изучения свойств модели и корректности определения реактивности использование более сложных моделей может не привести к уточнению ее величины и связанной с ней параметров, на которые, как было упомянуто выше, существуют проектные и другие ограничения.

Основанный на математической теории ядерных реакторов глубокий анализ перечисленных выше и других вопросов, важных для построения расчетных моделей приведенный в диссертации, указывает на ее **актуальность**.

Выше были представлены далеко не все результаты, полученные в диссертации и имеющие теоретический и практический интерес. Среди них следует также отметить результаты, касающиеся обоснования алгоритмов расчета реактивности, обоснования приближенных представлений решения нестационарной задачи с учетом запаздывающих нейтронов, а также ряд предложенных автором алгоритмов по расчету реактивности, уточнению метода Аскью-Такеда и некоторых других алгоритмов, представляющих особую **практическую ценность**.

Научная новизна целого ряда положений, установленных в диссертации обусловлена, прежде всего, оригинальными подходами к их постановке и решению. Даже в задачах, традиционно относящихся к реакторным, таких, как метод декомпозиции и метод граничных интегральных уравнений, автору удалось усилить и обосновать ряд новых фактов. **Основной инструмент автора** – функциональный анализ в банаховых пространствах с конусом неотрицательных функций, применительно к задачам теории переноса нейтронов и физики ядерных реакторов был развит С.Б. Шиховым. Этот инструмент в диссертации применяется последовательно и, в необходимых случаях, развивается.

Апробация работы представляет собой доклады на международных и национальных конференциях, публикации **большого количества, свыше шестидесяти, статей**, содержащих все представленные в диссертации результаты в различных изданиях, в том числе учитываемых ВАК РФ при защите диссертаций.

Автореферат в целом правильно отражает содержание диссертации. По изложенному в нем материалу можно сделать следующие замечания.

1. Следует отметить не совсем удачную, по мнению рецензента, формулировку на стр. 32 автореферата о том, что «реактивность неизвестного состояния реактора не может быть измерена ...». Определения измеренной реактивности обычно адаптируются к непосредственно решаемой задаче для конкретного объекта. Здесь нет противоречий с точки зрения нормативных документов, так как ограничения вводятся на реактивность связанную с эффективным коэффициентом размножения. Именно эта реактивность фактически никогда не измеряется, а измеряются другие величины. Кроме того измеренная любым способом реактивность содержит результаты расчетов в зависимости от выбранной модели. Поэтому следовало бы подчеркнуть, что формулировка относится к выбранной модели объекта и способа обработки измеренной реактивности.
2. Вторая часть утверждения об измеримости фактически разности значений реактивностей в различных состояниях объекта, должна быть так же и сформулирована. Это связано с тем, что определение эффекта (коэффициента) реактивности связано с линеаризацией нелинейной задачи относящейся к другой области (теплогидравлики и т.д.) и, возможно потребовало бы каких либо дополнительных условий. В большинстве практически интересных случаях эффекты (коэффициенты) реактивности связываются с известной реактивностью, определяемой положением органов регулирования.

