

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Мосуновой Настасьи Александровны  
«РАЗВИТИЕ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ И РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО  
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК НА  
БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ С ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование,  
эксплуатацию и вывод из эксплуатации»

В связи с активным развитием в Российской Федерации технологий реакторных установок на быстрых нейтронах с жидкометаллическими теплоносителями актуальной является задача разработки и верификации программного комплекса, предназначенного для анализа и обоснования их безопасности. Решению этой задачи и посвящена диссертационная работа Н. А. Мосуновой.

Судя по автореферату, поставленная задача успешно решена соискателем: разработан отечественный интегральный программный комплекс ЕВКЛИД/V1, предназначенный для моделирования режимов нормальной эксплуатации и нарушений нормальной эксплуатации реакторных установок на быстрых нейтронах с натриевым, свинцовым или свинцово-висмутовым теплоносителем с твэлами с оксидным или нитридным топливом с газовым подслоем. Следует отметить, что аналогов разработанному программному комплексу по полноте описания явлений и учёту обратных связей при моделировании разнородных физических процессов нет.

В диссертационной работе получены следующие важные результаты (значительная часть получена лично соискателем), имеющие как теоретическое, так и практическое значение, в том числе, для решения задач, стоящих перед АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» в части развития технологии и комплексного подтверждения проектных характеристик реакторных установок с свинцово-висмутовым теплоносителем:

1. Разработан интегральный программный комплекс ЕВКЛИД/V1, включающий модели основных процессов и явлений для описания режимов нормальной эксплуатации и нарушений нормальной эксплуатации реакторных установок на быстрых нейтронах с натриевым, свинцовым или свинцово-висмутовым теплоносителем, включающий пять основных функциональных модулей (теплогидравлический, нейтронно-физический, твэльный, модуль расчета выгорания и модуль расчета остаточного тепловыделения), пре- и постпроцессор для подготовки исходных данных для выполнения расчётных обоснований и обработки полученных результатов расчётов.

2. Сформулированы системы замыкающих соотношений, необходимых для моделирования теплогидравлических процессов, протекающих в жидкометаллических теплоносителях, в канальном приближении.

3. Развита и адаптирована применительно к смешанному нитриднему уран-плутониевому топливу механистические физико-математические модели, разработанные ранее для описания процессов, протекающих в оксидном топливе реакторных установок технологии ВВЭР.

4. Выбраны надёжные теплофизические свойства жидкого свинцового теплоносителя.

5. Развита методические основы интеграции отдельных программных модулей и оценки погрешностей результатов расчётов.

6. Разработаны матрицы верификации интегрального программного комплекса ЕВКЛИД/V1.

7. Выполнены верификационные расчёты аналитических задач и экспериментов из матриц верификации, определены значения погрешностей расчёта параметров.

8. С использованием программного комплекса ЕВКЛИД/V1 выполнено моделирование отдельных режимов работы реакторных установок БН-1200 и БРЕСТ-ОД-300.

Результаты являются новыми и в достаточной степени обоснованными. Они опубликованы в ведущих научных изданиях, рассмотрены на заседаниях экспертных групп МАГАТЭ и



АЯЭ/ОЭСР, заседаниях секций Совета по аттестации программных средств при Ростехнадзоре, международных и российских конференциях и семинарах.

Автореферат изложен грамотным научным языком и даёт представление о содержании работы в целом. Однако к нему имеются следующие замечания:

1. Недостаточное внимание в автореферате уделено реакторным установкам со свинцово-висмутовым теплоносителем: не приведено программное средство TRIANA-4, используемое в АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» для обоснования проектов реакторных установок с свинцово-висмутовым теплоносителем, не выполнен анализ теплофизических свойств свинцово-висмутовой эвтектики, не показаны примеры расчётов отдельных режимов.

2. В таблице 2 приведены погрешности расчёта кодом ЕВКЛИД/V1 теплогидравлических параметров для реакторных установок с натриевым теплоносителем, а также для реакторных установок со свинцовым и свинцово-висмутовым теплоносителем. Причем для некоторых параметров, таких например, как истинное объемное паросодержание натриевого теплоносителя, абсолютное давление в первом контуре с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем в пределах аварийного модуля парогенератора в режиме, вызванном исходным событием «разрыв трубок парогенератора», а также расхода в первом контуре тяжелого жидкометаллического теплоносителя в режиме естественной циркуляции, значения погрешностей получены на основе анализа результатов одного динамического эксперимента, что является недостаточным и требует дальнейшего подтверждения на новых экспериментальных данных, которые, судя по автореферату, запланированы при проведении дальнейших исследований.

Указанные выше замечания носят, скорее, рекомендательный характер и не снижают общей высокой оценки выполненного диссертационного исследования.

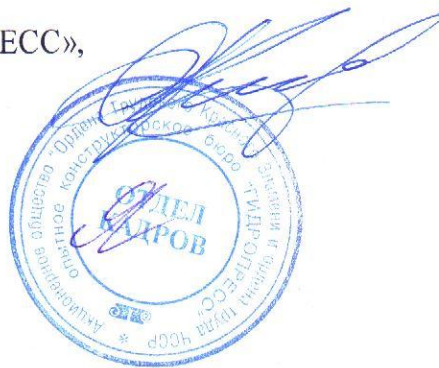
На основании материалов автореферата можно заключить, что его автором, Н.А. Мосуновой, решена комплексная задача по развитию научно-методических основ и созданию интегрального программного комплекса для обоснования безопасности реакторных установок на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем.

Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа Н. А. Мосуновой является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей критериям, сформулированным в пунктах 9–14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор, Настасья Александровна Мосунова, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Ведущий конструктор АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»,  
кандидат технических наук

подпись Н.Н. Климова заверяю

Начальник отдела кадров



Н.Н. Климов

Е.Б. Яркина

Телефон: +7(4967)65-29-13

Почтовый адрес: ул. Орджоникидзе, д. 21, г. Подольск, Московская обл., 142103, РФ

Адрес электронной почты: [klimov@grpress.podolsk.ru](mailto:klimov@grpress.podolsk.ru)