



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
и инновациям ТПУ, д-р техн. наук

И.Б. Степанов

2018 г.

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации

Мосуновой Настасьи Александровны

«Развитие научно-методических основ и разработка интегрального программного комплекса для моделирования реакторных установок на быстрых нейтронах с жидкометаллическими теплоносителями»  
на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 05.14.03 — Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

Диссертационная работа Мосуновой Н. А. посвящена разработке соответствующего современным требованиям интегрального программного комплекса, предназначенного для моделирования различных режимов эксплуатации реакторных установок на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем, использующих смешанное нитридное уран-плутониевое или оксидное топливо, позволяющего исследовать тепловые, гидравлические и нейтронно-физические процессы в связанной постановке с целью создания новых объектов ядерной техники, обоснования их безопасной эксплуатации, повышения их технико-экономических показателей и развитию научно-методических основ подобных видов работ.

**Актуальность** выбранной темы обусловлена ускоренной реализацией в России программы по разработке проектов и сооружению АЭС с реакторными установками (РУ) на быстрых нейтронах с жидкометаллическими теплоносителями (проектное направление «Прорыв»); степенью разработанности в России и мире научно-методических основ и программных средств по теме диссертационного исследования; реализованными ограничениями на использование ряда зарубежных программных комплексов для обоснования безопасности российских проектов и возникновением в этой связи рисков несвоевременного выполнения программы по разработке российских проектов АЭС с РУ на быстрых нейтронах; переходом к фазе практической реализации ключевых принципов стратегии цифровых продуктов Госкорпорации «Росатом» и следующей из этого необходимости обеспечения коммерциализируемости разрабатываемого программного обеспечения.

Основные моменты **новизны** исследований соискателя заключаются в том, что им обобщены, проанализированы и систематизированы

замыкающие соотношения, необходимые для выполнения расчётов в канальном приближении теплогидравлических процессов, протекающих в контурах РУ на быстрых нейтронах с натриевым, свинцовым или свинцово-висмутовым теплоносителем при эксплуатации, включая возможность моделирования процессов в водяном контуре и воздушных теплообменниках; развиты и адаптированы применительно к реакторным установкам на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем и смешанному нитриднему уран-плутониевому топливу механистические физико-математические модели, разработанные ранее для описания процессов, протекающих в оксидном топливе водо-водяных реакторных установок; разработан интегральный программный комплекс ЕВКЛИД/V1; развиты методические основы интеграции (взаимодействия) отдельных программных модулей в составе интегральных программных комплексов; предложена методика оценки погрешностей результатов расчётов, получаемых с помощью программных комплексов.

Среди результатов исследований Мосуновой Н.А., имеющих **теоретическую и практическую значимость**, необходимо отметить то, что разработанные и внедренные результаты исследований позволили обеспечить расчётное обоснование безопасности действующих и проектируемых реакторных установок на быстрых нейтронах с натриевым, свинцовым или свинцово-висмутовым теплоносителями; включить разработанный интегральный программный комплекс ЕВКЛИД/V1 в полномасштабную расчётную математическую модель опытно-демонстрационного энергокомплекса (ОДЭК) с РУ БРЕСТ-ОД-300 и выполнить на ней расчётную проверку принятых проектных решений, а также развить научно-методические основы разработки и верификации интегральных программных комплексов.

Достоверность результатов разработок, выполненных соискателем, подтверждена документально (публикациями и свидетельствами о государственной регистрации программ ЭВМ). Исследования опираются на фундаментальные знания, теоретически обоснованы и доказаны посредством проведенных численных экспериментов.

Основные результаты диссертации опубликованы в достаточном количестве в журналах, рекомендованных ВАК и др. Работа прошла апробацию на различных российских и международных конференциях.

Содержание автореферата свидетельствует о том, что структура работы позволяет автору в логической последовательности изложить свои научные взгляды и обеспечить решение поставленных задач исследования.

К особым **достоинствам** работы следует отнести:

– предложена методика оценки погрешностей результатов расчётов, получаемых с помощью программных комплексов, которая позволяет формализовать данную процедуру для подобных комплексов;

– создан новый интегральный программный комплекс ЕВКЛИД/V1 для действующих и проектируемых реакторных установок с натриевым теплоносителем и проектируемых реакторных установок с тяжёлым

жидкометаллическим теплоносителем и матрицы его верификации, которые позволили на современном методическом уровне определить значения погрешностей расчёта параметров, являющихся определяющими для оценки безопасности реакторных установок;

– научная и практическая ценность работы, подтверждающаяся применением методик и моделей, результатами верификации, публикаций и экспертизы.

К **недостаткам** следует отнести следующие:

– в тексте автореферата не приведены такие характеристики интегрального программного комплекса, как количество уравнений и моделируемых переменных, что не позволяет в полной мере оценить объем работы наиболее важной части диссертационного исследования;

– в методике оценки погрешностей результатов расчёта программного комплекса на третьем этапе указываются «некоторая предопределенная доверительная вероятность  $\alpha$ » и «некоторая вероятность  $\beta$ », которые из текста автореферат не ясно как задавать или подбирать и одинаковы ли эти значения при расчетах для различных параметров, по отношению к которым потенциально наиболее чувствителен результат моделирования;

– в описании проверки качества расчётных моделей на стр.39 возможно ошибочно используется слово «квалификация», вероятно автор имеет ввиду «верификация».

Указанные недостатки несколько не снижают ценности работы. Представленная диссертационная работа, судя по автореферату, является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, разработки и методики, имеющие существенное значение для развития страны, то есть она удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Мосунова Настасья Александровна достойна присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.03 — Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Доцент отделения ядерно-топливного цикла инженерной школы ядерных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского Томского политехнического университета», доктор технических наук.



Видяев Дмитрий Геннадьевич

Почтовый адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30

Тел. 8(3822) 70-17-77 вн. 2268

e-mail: [vidyaevdg@tpu.ru](mailto:vidyaevdg@tpu.ru)