

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИБРАЭ РАН  
Доктор физико-математических наук  
*Л. В. Матвеев* Л. В. Матвеев  
«12» *сентября* 2024 г.

## Заключение

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук  
(ИБРАЭ РАН)

Диссертация «Разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей результатов моделирования аварий на АЭС для программ СОКРАТ» выполнена в Отделении анализа безопасности ядерных энергетических установок.

В период подготовки диссертации соискатель Рыжов Николай Игоревич работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук в Отделении анализа безопасности ядерных энергетических установок в должности научного сотрудника.

В 2013 г. Рыжов Николай Игоревич окончил Московский физико-технический институт (МФТИ) по специальности «прикладная физика и математика» где ему была присвоена степень магистра. В период с 2013 г. по 2016 г. Н.И. Рыжов проходил обучение в аспирантуре ИБРАЭ РАН по специальности «01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника».

По результатам обсуждения диссертации Н.И. Рыжова «Разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей результатов моделирования аварий на АЭС для программ СОКРАТ» принято следующее заключение.

Диссертация Н.И. Рыжова выполнена на высоком научном уровне, в ней решена важная для атомной отрасли научно-техническая задача разработки и применения в расчётной практике методики оценки погрешностей и неопределенностей результатов моделирования аварий на АЭС, которая учитывает результаты валидации линейки программ для ЭВМ СОКРАТ.

**Цель диссертационной работы** заключалась в разработке единой методики оценки погрешностей и неопределенностей на стадии валидации программ для ЭВМ и на стадии её практического применения для моделирования аварий. Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей на стадии валидации программ для ЭВМ, которая применима как для программ для ЭВМ, предназначенных для моделирования ПА с использованием консервативного подхода, так и для программ для ЭВМ, предназначенных для моделирования ЗПА с использованием реалистического подхода. Методика валидации должна учитывать неопределенности экспериментальных измерений и неопределенности расчётов на количественном уровне;
- разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей на стадии моделирования ПА с использованием консервативного подхода. Методика должна учитывать результаты валидации и особенности консервативного подхода;

- разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей при детерминистическом анализе ЗПА с использованием реалистического подхода. Методика учитывает результаты валидации и особенности реалистического подхода.

**Личный вклад соискателя** заключается в том, что автором непосредственно разработаны:

- методика обобщения оценки модельной погрешности ПрЭВМ при валидации;
- методика оценки погрешностей и неопределенностей результатов расчетов параметров, важных для безопасности, при анализах ПА и ЗПА, учитывающая результаты валидации;
- расчетная модель эксперимента для QUENCH-06;
- анализы неопределенностей и погрешностей на демонстрационных примерах.

Модели РУ БН и РУ ВВЭР-1000, которые использованы для демонстрации, разработаны Р.В. Чалым и Д. Ю. Томашиком соответственно.

**Достоверность** достигнутых результатов подтверждена при обсуждении на многочисленных международных и российских конференциях и семинарах, включением её в руководство по безопасности РБ-166-20 и использованием известных общепризнанных методов статистического анализа.

**Научная новизна** заключается в том, что разработанная методика впервые позволяет объединить подходы к оценке погрешностей и неопределенностей при валидации ПрЭВМ СОКРАТ и при её применении к моделированию широкого класса аварий на АЭС. Новым также является то, что методика, в отличие от известных методик, позволяет получить оценки погрешностей и неопределенностей результатов детерминистических анализов безопасности как ПА, так и ЗПА.

**Практическая ценность** состоит в том, что методика, разработанная в результате диссертационного исследования:

- вошла в качестве Приложения №4 в РБ-166-20 и успешно используется в ОКБ «Гидропресс» и ИБРАЭ РАН для анализа безопасности. Методика была внедрена в практику анализа проектных аварий на РУ БН в ОКБМ им. Африкантова и в ИБРАЭ РАН;
- была успешно внедрена в практику валидации программ для ЭВМ СОКРАТ-БН/В1 (Аттестационный паспорт №412 от 08.12.2016), СОКРАТ-БН/В2 (Аттестационный паспорт №472 от 20.11.2019), СОКРАТ-В1/В2 (Аттестационный паспорт №564 от 19.08.2022), СОКРАТ/В3 (Аттестационный паспорт №521 от 09.07.2021), которые успешно прошли экспертизу в НТЦ ЯРБ.

Диссертация «Разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей результатов моделирования аварий на АЭС для программ СОКРАТ» Н.И. Рыжова рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 - Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Заключение принято на заседании Отделения анализа безопасности ядерных энергетических установок ИБРАЭ РАН.

На заседании присутствовало 20 человек. Результаты голосования: «за» - 20 человек, «против» - 0 человек, «воздержалось» - 0 человек, протокол № 6 от 20.06.2024.

Заведующий отделением АБЯЭУ  
доктор технических наук

Киселев Аркадий Евгеньевич  
11 сентября 2024г.