

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 75.1.077.01**

**созданного на базе акционерного общества**

**«Государственный научный центр Российской Федерации –  
Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского»**

**по диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 12 марта 2025 года № 10

О присуждении Сахипгарееву Азамату Радиковичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Экспериментальное обоснование технологии удаления неконденсирующихся газов для обеспечения работоспособности парогенератора ВВЭР в конденсационном режиме» по специальности 2.4.9 – Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность принята к защите 27 ноября 2024 года (протокол № 4) диссертационным советом 75.1.077.01, созданным на базе акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (Госкорпорация «Росатом») (далее – АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»), расположенного по адресу: 249033, г. Обнинск, Калужской обл., пл. Бондаренко, 1. Диссертационный совет создан приказом Минобрнауки России № 663/нк от 09.07.2024.

Соискатель Сахипгареев Азамат Радикович, дата рождения – 19 мая 1991 года.

В 2014 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный

исследовательский ядерный университет «МИФИ» по направлению подготовки 140404 – «Атомные электрические станции и установки», ему присвоена квалификация инженер.

В 2018 году Сахипгареев А.Р. окончил аспирантуру АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», успешно сдав кандидатские экзамены. В связи с изменением номенклатуры научных специальностей в 2023 году Сахипгареев А.Р. успешно пересдал экзамены кандидатского минимума по специальности 2.4.9.

В период подготовки диссертации соискатель Сахипгареев Азамат Радикович работал в отделении ядерной энергетики АО «ГНЦ РФ – ФЭИ». В настоящее время занимает должность младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в отделении ядерной энергетики АО «ГНЦ РФ – ФЭИ».

Научный руководитель – Морозов Андрей Владимирович, доктор технических наук по специальности 05.14.03. «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации», доцент, ученый секретарь АО «ГНЦ РФ – ФЭИ».

Официальные оппоненты:

Мелихов Олег Игорьевич, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры атомных электрических станций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»;

Щеклеин Сергей Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой атомных станций и возобновляемых источников энергии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, в своем положительном отзыве, подписанном

заместителем заведующего отделением анализа безопасности ядерных энергетических установок, доктором физико-математических наук Семёновым В.Н. и заведующим лабораторией анализа запроектных аварий на АЭС, доктором технических наук Долгановым К.С., указала, что диссертация А.Р. Сахипгареева соответствует паспорту специальности 2.4.9 – Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность и отвечает требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертационной работы, Сахипгареев Азамат Радикович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 – Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Соискатель имеет четыре опубликованных научных статей по специальности 2.4.9 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК Минобрнауки России. Основные результаты работы докладывались автором и обсуждались на десяти международных и пяти отраслевых научно-технических конференциях.

Работы по теме диссертации:

1. Сахипгареев, А.Р. Экспериментальная оценка влияния контактной конденсации парогазовой смеси на работу пассивных систем безопасности ВВЭР / А.В. Морозов, А.Р. Сахипгареев // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. — 2017. — № 1. — С. 17–28. (авторство не разделено).

2. Сахипгареев, А.Р. Теплоотдача от парогазовой смеси к свободно падающей струе жидкости в ограниченном объеме применительно к аварийным режимам АЭС с ВВЭР / А.Р. Сахипгареев, А.В. Морозов // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. — 2018. — Вып. 3. — С. 127–137. (авторство не разделено).

3. Сахипгареев, А.Р. Экспериментальное исследование процессов теплообмена в пучке воздухоохлаждаемых труб с продольным оребрением в пассивной системе безопасности АЭС с ВВЭР / А.Р. Сахипгареев, А.В. Морозов // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. — 2018. — Вып. 4. — С. 80–88. (авторство не разделено).

4. Сахипгареев, А.Р. Исследование процессов теплопередачи при конденсации пара из парогазовой смеси для поддержания работоспособности парогенератора ВВЭР в аварийном режиме / А.Р. Сахипгареев // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. — 2023. — Вып. 1. — С. 214–227.

На автореферат диссертации поступило девять отзывов:

1. Никитенко М.П., кандидата технических наук, главного конструктора по РУ с ВВЭР-440 АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) Необходимо указать источник, в соответствии с которым проводился выбор параметров экспериментальных установок (объемы и состав среды, расходы, температура и прочее) (лист 8). Видимо, выбор указанных параметров показан в Программе и Методике проведения экспериментов, о которых идет речь на листе 4. В частности, относительно системы удаления газов за счет впрыска недогретой жидкости в гидроемкости системы пассивного залива активной зоны. Как предполагается поддерживать низкую температуру жидкости, впрыскиваемой в ГЕ-2 (около 60 °С) из дополнительных емкостей при их размещении под оболочкой, если к концу 1-х суток температура в ней вырастет до 150 °С? 2) Необходимо иметь ввиду, что более продолжительная работа ПГ в конденсационном режиме за счет удаления неконденсируемых газов позволит уменьшить требуемый расход подпитки 1 контура из ГЕ-2 и тем самым увеличить длительность работы пассивных систем. 3) Замена раствора борной кислоты и водорода на воду и гелий требует анализа модельности (лист 13). 4) Сдувка парогазовой смеси из теплообменника-конденсатора в межоболочечное пространство защитной оболочки, по нашему мнению, не является приемлемым решением поскольку

искусственно уменьшает количество барьеров на пути распространения радиоактивных веществ в окружающую среду. 5) Возможность практического применения результатов диссертации связаны в первую очередь с тем, что результаты были получены на локальных (фрагментарных) экспериментальных установках, а предложения делаются для всего энергоблока, представляющего собой сложный комплекс систем, включая, защитную оболочку, реактор, парогенератор, ГЕ-2 и др., которые взаимно влияют друг на друга. Для обоснования эффективности предлагаемых технических решений необходимы комплексные эксперименты на интегральных экспериментальных установках. Например, конденсация пара на струях в ГЕ-2 или в специальном теплообменнике-конденсаторе, действительно приводит к оттоку паро-газовой смеси из первого контура, но в тоже время, приводит и к дополнительному снижению давления и увеличению притока неконденсирующихся газов в первый контур из объема под защитной оболочки.

2. Соловьева С.Л., доктора технических наук, научного руководителя АО «ВНИИАЭС». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) Автору следовало более подробно описать процесс обработки данных и использовать дополнительные статистические методы для подтверждения выводов. 2) Не указаны ограничения по применению изложенных в автореферате подходов по удалению неконденсирующихся газов из парогенератора.

3. Мохова В.А., кандидата технических наук, руководителя Проектного Офиса по управлению проектом ВВЭР-С АО «Концерн Росэнергоатом». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) В автореферате не указано, с помощью каких расчетных кодов проводилось расчетное моделирование исследованных в экспериментах процессов. Также не ясно, приводилась ли оценка снижения консерватизма расчетного моделирования соответствующих сценариев аварий с разрывом ГЦТ РУ типа ВВЭР с учетом применения уточненных данных по конденсации, полученных автором. 2) В автореферате отсутствует список сокращений и условных обозначений. 3) Перечень опубликованных работ, приведенный в автореферате, не полный: перечислены только 4 работы,

входящих в перечень ВАК, при этом в тексте автореферата указаны 7 публикаций в печатных изданиях и доклады на 6 конференциях.

4. Зарюгина Д.Г., кандидата технических работ, руководителя проекта Госкорпорации «Росатом». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) Из текста автореферата неясно, каким образом предполагается обеспечить пассивным способом начало функционирования рассмотренных технических решений для удаления неконденсирующихся газов через 24 часа после начала аварии. 2) Будет ли предусмотрена запорно-регулирующая арматура на трубопроводах для регулировки расхода жидкости, истекающей из дополнительных емкостей в бак ГЕ-2?

5. Слободчука В.И., кандидата технических наук, доцента отделения ядерной физики и технологий (О) ИЯТЭ НИЯУ МИФИ. Отзыв положительный, имеются замечания: 1) В тексте не дано определение конденсационной мощности парогенератора. 2) В автореферате не приведены оценки погрешностей экспериментальных измерений. 3) Из текста автореферата неясно, оценивалась ли температура воздуха в межоболочечном пространстве, где предлагается устанавливать теплообменник-конденсатор устройства удаления газов, т.к. температура воздуха в межоболочечном пространстве и его расход влияют на интенсивность отвода неконденсирующихся газов и их давление.

6. Мильмана О.О., доктора технических наук, профессора, президента, директора по науке – генерального конструктора ЗАО НПВП «Турбокон». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) На схемах стендов (рис. 1, 2) не представлены системы измерений, в тексте реферата не описаны конструктивные особенности основных узлов экспериментальной установки; это затрудняет анализ и оценку качества экспериментов. 2) В автореферате нет сведений о погрешности экспериментальных данных и результатов их обобщения. 3) Методы обобщения экспериментальных данных в виде зависимости безразмерных комплексов  $\Delta G/G$  от размерных величин, показатели степени, содержащие размерные параметры, по сути дела ничего не

обобщают, так как применимы только к конкретным технологическим устройствам.

7. Дорогова Ю.В., кандидата военных наук, руководителя работ по техническому сопровождению АО «ЦКБ «Айсберг». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) В работе следовало бы оценить массогабаритные характеристики дополнительного теплообменного оборудования, предназначенного для увеличения времени отвода неконденсирующихся газов из парогенератора энергоблока АЭС. 2) В автореферате диссертации было бы целесообразно привести методику проведения экспериментов на стенде.

8. Шмелькова Ю.Б., кандидата технических наук, заместителя начальника отдела по техническим вопросам ОИТА ВВЭР ККАЭ НИЦ «Курчатовский институт». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) Отсутствует оценка влияния замены раствора борной кислоты водой при исследовании процесса контактной конденсации пара на струе недогретой жидкости. 2) Отсутствует информация о методике или программном средстве, с помощью которого проводилась расчетная оценка эффективности рассматриваемых в работе систем удаления неконденсирующихся газов из парогенератора.

9. Шеремета М.А., доктора физико-математических наук, профессора, заведующего научно-исследовательской лабораторией моделирования процессов конвективного теплопереноса ФГАОУВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) Известно, что характер оребрения трубок оказывает существенное влияние на интенсивность теплообмена, однако в автореферате не указано, проводился ли поиск оптимальной структуры оребрения для рассматриваемой задачи. 2) В автореферате представлены несколько зависимостей, описывающих результаты экспериментов, при этом отсутствуют статистические оценки.

По всем замечаниям соискателем были даны детальные разъяснения.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.ф.-м.н. О.И. Мелихов и д.т.н. С.Е. Щеклеин являются известными учеными и

признанными специалистами в области экспериментального и теоретического исследования процессов, протекающих в ядерных энергетических установках с водяным теплоносителем.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук является одним из ведущих научно-исследовательских институтов нашей страны, где осуществляются исследования процессов тепло- и массопереноса в задачах анализа безопасности в объектах использования атомной энергии.

Кроме этого, выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается списком публикаций оппонентов и сотрудников ИБРАЭ РАН, подготовивших заключение по диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработаны методики проведения экспериментов на установке с рабочими участками «Устройство удаления газов» и «Конденсация на струях» для исследования процессов теплообмена при конденсации пара в присутствии неконденсирующихся газов;
- в соответствии с разработанной программой проведены экспериментальные исследования и обработаны полученные результаты;
- экспериментально выявлены и изучены закономерности процесса конденсации пара внутри оребренных теплообменных труб и на струях свободно падающей жидкости в присутствии неконденсирующихся газов;
- проведена расчетная оценка применимости теплообменников-конденсаторов устройства удаления неконденсирующихся газов для поддержания работы парогенераторов ВВЭР в конденсационном режиме. Определено, что система ТК УУГ способна поддерживать конденсацию парогазовой смеси, поступающей из «холодного» коллектора парогенератора, с расходом достаточным для обеспечения эффективной работы СПОТ. Выработаны



рекомендации для обеспечения заданной длительности функционирования теплообменника-конденсатора УУГ;

- проведена расчетная оценка системы сдувки парогазовой смеси из парогенераторов ВВЭР при впрыске недогретой жидкости в объем гидроемкостей ГЕ-2, в ходе которой был определен суммарный запас теплоносителя в дополнительных емкостях, достаточный для длительной (до 48 ч) работы системы.

Практическая значимость исследования обоснована тем, что результаты исследования теплообмена при конденсации пара в присутствии неконденсирующихся газов, применительно к работе пассивных систем безопасности АЭС с ВВЭР в диапазоне параметров, характерных для аварийной ситуации с гильотинным разрывом главного циркуляционного трубопровода и полным обесточиванием собраны в базу экспериментальных данных, которая предназначена для использования при разработке перспективных проектов атомных станций с водо-водяными энергетическими реакторами.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все результаты работы, непосредственно выносимые на защиту диссертации, получены автором лично. Автором непосредственно:

- проведены пуско-наладочные испытания и экспериментальные исследования на экспериментальной установке;
- выполнена обработка и анализ полученных экспериментальных данных;
- проведена расчетная оценка применимости теплообменников-конденсаторов устройства удаления неконденсирующихся газов для поддержания работы парогенераторов ВВЭР в конденсационном режиме;
- выработаны рекомендации для обеспечения заданной длительности функционирования теплообменника-конденсатора УУГ;
- проведена расчетная оценка системы сдувки парогазовой смеси из парогенераторов ВВЭР при впрыске недогретой жидкости в объем гидроемкостей системы пассивного залива активной зоны, в ходе которой

был определен суммарный запас теплоносителя в дополнительных емкостях, достаточный для длительной работы системы.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Сахипгареева А.Р. является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842.

На заседании 12 марта 2025 года диссертационный совет принял решение за выполнение экспериментальных работ по обоснованию технологии удаления неконденсирующихся газов для обеспечения работоспособности парогенератора ВВЭР в конденсационном режиме, имеющих важное значение для развития атомной энергетики, присудить Сахипгарееву Азамату Радиковичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек (в том числе присутствовали дистанционно 2 человека), из них 13 докторов наук по специальности диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовал: **за** присуждение учёной степени – 12, **против** присуждения учёной степени – 1, не голосовали – 0.

Протокол о результатах тайного электронного голосования утвержден открытым голосованием единогласно.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Троянов  
Владимир Михайлович

Морозов  
Андрей Владимирович

12 марта 2025 года