

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.384.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 26 мая 2026 г. № 18/26
о присуждении Костареву Вячеславу Сергеевичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и методики для контроля и диагностики
элементов активной зоны ядерного реактора»
по специальности 2.2.8 Методы и приборы контроля и диагностики
материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)
принята к защите 24 марта 2026 года, протокол № 12/26, диссертационным
советом 24.2.384.02, созданным на базе Федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-
Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения» (ГУАП), Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67,
лит. А, приказ № 1358/нк от 24 октября 2022 г.

Соискатель Костарев Вячеслав Сергеевич, 04 декабря 1997 года
рождения, гражданин Российской Федерации, в 2021 году Костарев В.С.
окончил Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», присвоена квалификация
«инженер-физик» по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции:

проектирование, эксплуатация и инжиниринг», работает в должности ассистента Высшей школы атомной и тепловой энергетики Института энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

В 2025 году Костарев В.С. окончил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению подготовки 14.06.01 «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии».

Справка №09-17/50 от 10 декабря 2025 г. о сдаче кандидатских экзаменов по дисциплинам «История и философия науки (технические)», «Иностранный язык (английский)», по специальной дисциплине «2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды» выдана Костареву В.С. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Диссертация выполнена в Высшей школе атомной и тепловой энергетики Института энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Панкин Александр Михайлович, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», Высшая школа атомной и тепловой энергетики, профессор.

Официальные оппоненты:

1. Тутнов Игорь Александрович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», начальник лаборатории исследования старения и продления ресурса ЯЭУ Курчатовского комплекса атомной энергетики;
2. Русинов Леон Абрамович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», кафедра автоматизации процессов химической промышленности, заведующий кафедрой;

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанным заведующим кафедрой «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», доктором технических наук, профессором Щеклеиным Сергеем Евгеньевичем, профессором кафедры «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», доктором технических наук, профессором Велькиным Владимиром Ивановичем, утвержденном проректором по науке, доктором физико-математических наук, доцентом Германенко Александром Викторовичем, указала, что диссертационная работа Костарева В.С. представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, содержащую научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Полученные научные результаты имеют существенное значение для развития предприятий атомной отрасли Российской Федерации. Диссертация соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а

ее автор Костарев Вячеслав Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды». (технические науки).

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в числе которых: 6 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, их них 4 по специальности 2.2.8, в том числе 2 – без соавторов, 6 статей в других изданиях, три свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, один патент на изобретение.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на Международных конференциях. Общий объем научных публикаций составляет 5,7 усл. п.л. (4,19 п.л. соискателя).

В диссертации Костарева В.С. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Получены акты внедрения результатов диссертационной работы в АО «Атомэнергопроект», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Костарев В. С. Контроль технического состояния датчика прямого заряда водо-водяного ядерного реактора в статических и динамических режимах / В. С. Костарев // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2025. – Т. 27. – № 3. – С. 75-83 (объем 0,56 п.л. / авторский вклад 0,56 п.л.).

Личный вклад: соискателем представлена методика оценки размножающих свойств активной зоны (величины локальных коэффициентов реактивности) в месте установки датчиков прямого заряда во время переходных режимов, сопровождающихся перемещением органов регулирования.

2. Костарев В. С. Разработка программного обеспечения для контроля технического состояния датчика прямого заряда ядерного реактора ВВЭР-

1200 в статических и динамических режимах / В. С. Костарев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2025. – Т. 7. – №5. – С. 13-25. (объем 0,81 п.л. // авторский вклад 0,81 п.л.).

Личный вклад: соискателем представлена методика повышения точности определения диагностических признаков датчиков прямого заряда (ДПЗ), основанная на проведении расчетов электрической цепи ДПЗ при разных уровнях мощности реактора.

3. Костарев В. С. Контроль состояния датчиков прямого заряда системы внутриреакторного контроля ядерного реактора в динамических режимах / А. М. Панкин, А. А. Калютик, В. С. Костарев // Контроль. Диагностика. – 2023. – Т. 26. № 3. – С. 50 – 55. (объем 0,38 п.л. / авторский вклад 0,23 п.л.).

Личный вклад: соискателем разработан метод контроля технического состояния ДПЗ, основанный на измерении токовых величин в статических и динамических режимах измерительной цепи датчика, сформулированы выводы.

4. Костарев В. С. Контроль размножающих свойств активной зоны реактора ВВЭР на основе датчиков прямого заряда / А. М. Панкин, В. С. Костарев, А. А. Калютик, Р. Ю. Легких // Контроль. Диагностика. – 2024. – Т. 27. – № 2 (308). – С. 48-55. (объем 0,50 п.л. / авторский вклад 0,30 п.л.).

Личный вклад: соискателем разработана комплексная математическая модель описания процессов, происходящих в ДПЗ при его работе, проведены расчеты.

5. Костарев В. С. Разработка программного обеспечения для обработки показаний датчиков прямого заряда системы внутриреакторного контроля в переходных режимах / А. М. Панкин, В. С. Костарев, А. А. Калютик, Р. Ю. Легких // Технологии обеспечения жизненного цикла ядерных энергетических установок. – 2023. – № 3 (33). – С. 38-49. (объем 0,75 п.л. / авторский вклад 0,45 п.л.).

Личный вклад: соискателем разработаны и описаны программные средства для обработки показаний ДПЗ.

6. Костарев В. С. Контроль технического состояния внутризонного детектора нейтронов в статических и динамических режимах работы ядерного реактора / А. М. Панкин, А. А. Калютик, В. С. Костарев // Надежность и качество сложных систем. – 2023. – № 1 (41). – С. 118-125. (объем 0,50 п.л. / авторский вклад 0,30 п.л.).

Личный вклад: соискателем разработан метод контроля технического состояния датчика прямого заряда, основанный на измерении токовых величин в статических и динамических режимах работы измерительной цепи датчика, проведены расчеты.

На диссертацию и автореферат поступили **отзывы из 8 организаций (все отзывы положительные):**

1. АО «РЭИН Инжиниринг» (подписал: кандидат технических наук, руководитель направления группы по анализам безопасности Горюнов Олег Владимирович). Замечания: 1. Активационные ДПЗ, используемые на реакторах ВВЭР, обладают инерционностью выходного токового сигнала. Следовало бы уточнить, каким образом на АЭС производится устранение данной инерционности. 2. Из текста автореферата не ясно, является ли приведенное предельно допустимое значение чувствительности ДПЗ $S=21 \cdot 10^{-20}$ (А·см²·с)/(м·нейтр) таковым для всех активационных ДПЗ либо же только для ДПЗ с эмиттером из ¹⁰³Rh.

2. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (Подписал: заведующий кафедрой «Конструирование и производство радиоаппаратуры, доктор технических наук, профессор Юрков Николай Кондратьевич). Замечания: 1. На странице 7 после системы уравнений (1) представлено пояснение обозначений проводимости элементов схемы замещения электрической цепи ДПЗ. По смыслу данное пояснение должно идти после уравнений (2) и (4). 2. Требуется пояснение, как меняется параметр J_0 в процессе кампании активной зоны.

3. АО «КИС «ИСТОК» - «ГИ «ВНИПИЭТ» (подписал: начальник технологического отдела по проектированию систем обращения с РАО,

кандидат технических наук Павлов Дмитрий Игоревич). Замечания: 1. Целесообразно уточнить, могут ли представленные модели и методики применяться на других ядерных реакторах, кроме ВВЭР-1200. 2. Требуется дополнительное пояснение, каким образом подбирался весовой коэффициент для расчета интегральной реактивности по показаниям ДПЗ.

4. Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция» (подписал: заместитель главного инженера по производственно-техническому обеспечению и качеству, кандидат технических наук Тучков Андрей Михайлович). Замечания: 1. Целесообразно было бы указать, каков порядок величин J_0 и i_4 : амперы, миллиамперы или микроамперы. 2. Требуется пояснение, почему автор измеряет величину реактивности именно в единицах $\rho/\beta_{эфф}$.

5. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» Арзамасский политехнический институт (филиал) (подписал: профессор кафедры «Конструирование и технология радиоэлектронных средств», доктор технических наук, профессор Ямпурин Николай Петрович). Замечания: 1. Автор предлагает увеличить точность определения контролируемых параметров ДПЗ путем проведения диагностических измерений в переходных режимах работы активной зоны) ядерного реактора, используя для этого информацию, получаемую при двух статических и одном динамическом режиме работы активной зоны при переходе с уровня мощности N_1 на уровень мощности N_2 . Но неясно, можно ли для дальнейшего увеличения точности определения параметров ДПЗ использовать большее число режимов работы реактора. 2. Представленные модели и методики рассматриваются применительно к ядерному реактору ВВЭР-1200, но можно ли их применить на других реакторах, в частности, ВВЭР-1000?

6. ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет (подписал: доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой конструирования и производства радиоэлектронных средств Увайсов Сагид

Увайсович). Замечания: 1. В автореферате не указано, в какой среде автором было разработано используемое им программное обеспечение. 2. На странице 10 указано, что ионизационные камеры относятся к системе управления и защиты (СУЗ), а на странице 11, что они относятся к системе аппаратуры контроля нейтронного потока (АКНП). При этом из текста автореферата непонятно, является ли АКНП частью СУЗ.

7. АО «РАСУ» (подписал: начальник отдела НИОКР, доктор технических наук Калашников Александр Александрович). Замечания: 1. В работе показано, что разработанные математические модели позволяют уточнить значение нейтронного потока вблизи поверхности ДПЗ. В практическом отношении это не менее, а возможно и более значимо чем реализация диагностики ДПЗ. По существу, обеспечиваются возможности повышения точности внутриреакторного контроля нейтронного потока без замены приборного парка АЭС. Это открывает перспективы развития управления нейтронной мощностью реактора и повышения безопасности АЭС, которые можно реализовать даже с использованием действующих ДПЗ. Следовало указать это преимущество на уровне целей и задач диссертации и раскрыть его в практической значимости и содержании работы. 2. Представленная на странице 7 расшифровка обозначений проводимости, очевидно, должна идти после формул (2) и (4), а не после системы уравнений (1), т.к. в системе уравнений (1) не используется проводимость.

8. ООО «Турбинные технологии ААЭМ» (подписал: начальник отдела прочностных расчетов теплообменного оборудования, кандидат технических наук Гаев Александр Васильевич). Замечания: 1. Из автореферата не полностью ясно, что подразумевается под группами органов регулирования системы управления и защиты ВВЭР-1200. 2. Требуется пояснение, в каких пределах может настраиваться частота регистрации информации в системе внутриреакторного контроля.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается фундаментальным характером научных исследований,

большим опытом и достижениями в области технической диагностики, электротехники, ядерной физики и физики ядерных реакторов и наличием соответствующих публикаций, в том числе в ведущих журналах, определенных ВАК при Минобрнауки России. Выбор ФГАОУ ВО Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» в качестве ведущей организации обусловлен огромным опытом в области атомной энергетики, комплексными исследованиями в сфере контроля и диагностики ядерных реакторов, а также достаточным числом публикаций в данной предметной области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложена комплексная математическая модель процессов, происходящих в ДПЗ при его работе, учитывающая совместное описание нейтронно-физических процессов в эмиттере датчика (генераторе β -частиц) и электрических процессов в его измерительной цепи, рассматриваемых при изменяющемся нейтронном потоке в активной зоне ядерного реактора, позволяющая повысить ресурс датчика путем расширения его диапазона использования по величине сопротивления изоляции измерительного кабеля;

разработана методика контроля технического состояния ДПЗ на основе дополнительной измерительной информации, полученной в стационарных и динамических режимах работы активной зоны ядерного реактора, позволяющая повысить точность определения диагностических признаков датчика из числа параметров элементов его измерительной цепи;

разработана методика определения размножающих свойств активной зоны (локальной реактивности) в динамических режимах работы активной зоны на основе показаний ДПЗ, позволяющая обеспечить дополнительный контроль состояния элементов активной зоны ядерного реактора в процессе кампании с учетом выгорания делящихся элементов в твэлах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность повышения точности контроля технического состояния элементов активной зоны ядерного реактора путем создания моделей и методик контроля технического состояния детекторов нейтронного потока в виде активационных ДПЗ и твэлов тепловыделяющей сборки активной зоны ядерного реактора, находящихся вблизи этих датчиков;

применительно к проблематике диссертации результативно и эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов использованы положения технической диагностики, физики ядерных реакторов, теории электрических цепей с сосредоточенными параметрами, теории ошибок измерений, численные методы решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений; аппарат теории матриц;

предложены математические модели, позволяющие связать процессы образования электрического тока в измерительной цепи ДПЗ с нейтронно-физическими характеристиками эмиттера датчика, что позволяет повысить ресурс датчиков;

разработана методика контроля технического состояния ДПЗ, позволяющая проводить диагностические измерения не только в статических, но и в динамических режимах работы ядерного реактора, что позволяет повысить точность определения диагностических признаков датчиков:

разработана методика использования измерительной информации, получаемой от ДПЗ, для дополнительного контроля состояния элементов активной зоны ядерного реактора в зоне работы данных датчиков.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в работу одного производственного предприятия модели и методики для контроля и диагностики элементов активной зоны ядерного реактора, что позволило повысить ресурс датчика на 30-40 % путем расширения его диапазона использования по величине сопротивления изоляции измерительного кабеля на 3-4 порядка в сторону ее

уменьшения; повысить точность определения параметров диагностических признаков ДПЗ ~ в 2 раза; обеспечить дополнительный контроль изменения размножающих свойств активной зоны в процессе ее работы на основе расчета коэффициентов динамики нейтронного потока (локальных коэффициентов реактивности) в месте расположения датчиков, полученных при изменении положения органов регулирования системы управления и защиты, путем использования для этого показаний ДПЗ, как датчиков системы внутриреакторного контроля, размещаемых независимо от ионизационных камер системы управления и защиты.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория согласуется с известными положениями технической диагностики, физики ядерных реакторов, теории электрических цепей с сосредоточенными параметрами, теории ошибок измерений, численных методы решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений; аппарата теории матриц;

идея базируется на совершенствовании моделей и методик для контроля и диагностики элементов активной зоны ядерных реакторов;

использованы положения технической диагностики, физики ядерных реакторов, теории электрических цепей с сосредоточенными параметрами, теории ошибок измерений, численные методы решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений; аппарат теории матриц;

установлено соответствие разработанных моделей и методик требованиям промышленных стандартов, подтверждённое результатами апробации на предприятиях.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследований, разработке теоретических решений и формулировке предложенных моделей и методики, планировании исследований и экспериментов, обработке данных и интерпретации полученных результатов, обобщении результатов в виде обоснованных выводов и рекомендаций, изложении содержания исследований в форме научных публикаций и апробации результатов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: недостаточно подробно приведено сравнение разработанных моделей и методик для контроля и диагностики элементов активной зоны ядерного реактора с существующими.

Соискатель Костарев Вячеслав Сергеевич ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обсуждаемым научным положениям.

На заседании 26 мая 2026 года диссертационный совет принял решение: присудить Костареву Вячеславу Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.2.8 Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки) за научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, вносящие вклад в решение задач совершенствования контроля и диагностики элементов активной зоны ядерных реакторов. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.2.8, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 14, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета 24.2.384.02

доктор технических наук, профессор



Бестугин Александр Роальдович

Ученый секретарь диссертационного совета 24.2.384.02

кандидат технических наук, доцент



Назаревич Станислав Анатольевич

«26» мая 2026 года