

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации Лазарева Михаила Васильевича
«Исследование и научное обоснование технических решений
по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности
2.4.5. Энергетические системы и комплексы
(технические науки)

1. Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Лазарева М.В. является своевременной, крайне актуальной и посвящена одной из наиболее острых проблем современной российской теплоэнергетики – продлению ресурса и повышению эффективности паросиловых энергоблоков мощностью 300 МВт на сверхкритическое давление (СКД).

Автор совершенно справедливо отмечает, что парк таких блоков (основа тепловой энергетики страны) морально и физически устарел. Доля таких энергоблоков в структуре мощностей страны составляет ~12 %, при этом значительная их часть (67 блоков общей мощностью ~20 ГВт) отработала более 40 лет и эксплуатируется за пределами паркового ресурса.

При этом их массовый вывод из эксплуатации экономически нецелесообразен. Работа предлагает научно обоснованные варианты решения этой дилеммы: от простой модернизации паротурбинной части до глубокой реконструкции с созданием парогазовых установок.

Актуальность работы дополнительно обосновывается:

- стратегическими документами: Указ Президента РФ № 529 от 18.06.2024 и «Энергетическая стратегия РФ на период до 2050 года» (распоряжение Правительства РФ № 908-р от 12.04.2025);

- санкционными ограничениями: невозможность приобретения зарубежных газотурбинных установок (ГТУ) большой мощности и неосвоенность отечественных аналогов;

- экономической нецелесообразностью массового вывода блоков из эксплуатации.

Таким образом, тема диссертации, безусловно, актуальна и соответствует приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации.

Актуальность обоснована исчерпывающе, с привлечением нормативно-правовой базы и статистических данных.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выносимые на защиту, и выводы диссертации достоверно обоснованы. Так, для предлагаемых путей модернизации и технических решений по реконструкции энергоблоков 300 МВт использованы апробированные методы теплотехники, термодинамики и математического моделирования. Кроме того, автором применена многоканальная измерительно-информационная система МСДИ (АДАМ), которой нет аналогов, но являющаяся инновационной и способной решать задачи точных измерений до 256 параметров в реальном времени, управляемая инновационным программным обеспечением.

Кроме того, автор, для уточненных расчетов применил современный лицензионный программный комплекс «Boiler Designer».

Как следует из диссертационной работы Лазарева Михаила Васильевича на тему: «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки), экспериментальной базой явились одни из ведущих в российской энергетике теплоэлектростанции: Рязанская ГРЭС, Киришская ГРЭС, Конаковская ГРЭС, Тюменская ТЭЦ-1. Именно на них автором проведены натурные испытания на действующем оборудовании.

Все измерения выполнены аттестованными приборами, погрешность определения основных ТЭП – менее 1 %. Получена удовлетворительная сходимость результатов, а расчётные характеристики подтверждены натурными испытаниями путем верификации математических моделей.

Автором разработаны и внедрены:

1. Методический подход для оценки влияния мероприятий по повышению тепловой экономичности на удельный расход топлива.
2. Методический подход к измерению зазоров в лопаточном аппарате газовой турбины (на примере ГТЭ-110).

Обоснованность положений и выводов в автореферате раскрыта в полном объеме и подтверждена экспериментальными данными.

3. Достоверность и новизна полученных результатов. Научная новизна

Диссертационная работа Лазарева Михаила Васильевича на тему: «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки) содержит научные результаты, обладающие несомненной научной новизной.

Из ключевых элементов новизны необходимо отметить:

1. Впервые в отечественной энергетике проведены испытания и обобщены экспериментальные натурные характеристики газомазутного энергоблока 300 МВт, надстроенного газовой турбиной ГТЭ-110 по сбросной технологии (Рязанская ГРЭС). Получены реальные, а не расчетные характеристики ее работы, что имеет огромную практическую ценность.

2. Обоснованы научно-технические решения по реконструкции энергоблока 300 МВт с использованием надстройки ГТЭ-110 и образованием сбросной ПГУ-420.

3. Получены количественные характеристики повышения КПД цилиндров высокого (ЦВД) и среднего (ЦСД) давления после применения реактивного облопачивания и ступеней улучшенной конструкции (приrost КПД ЦВД – 6–7 %, ЦСД – 2,4 %).

4. Впервые обобщены результаты многолетнего мониторинга (2012–2021 гг.) изменения КПД модернизированных и немодернизированных турбин 300 МВт.

5. Впервые выполнено системное сравнение темпов деградации КПД модернизированных (с реактивным облопачиванием) и немодернизированных ЦВД и ЦСД в процессе длительной эксплуатации. Этот анализ развенчивает некоторые предположения о более быстром износе реактивных ступеней.

6. Разработаны два научно-инновационных методических подхода:

- оценка влияния мероприятий на удельный расход топлива;
- измерение зазоров в лопаточном аппарате ГТУ.

7. Автором впервые разработан не имеющий аналогов ГОСТ 35222-2024 «Правила проведения тепловых приемочных испытаний паровых турбин. Часть 0. Широкий диапазон точности для различных типов и размеров турбин» (утв. приказом Росстандарта от 14.10.2024 № 1452-ст, введен в действие с 01.01.2025 г.).

Вместе с ключевыми элементами научной новизны необходимо обратить внимание, что диссертационная работа Лазарева Михаила Васильевича на тему: «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки) имеет в своем составе инновационные технические решения, а именно: предложены и запатентованы конструктивные решения (совмещение муфты с подшипником, схема с многофункциональными парораспределительными узлами), направленные на повышение маневренности и ремонтпригодности турбоустановок, которым аналогов нет.

4. Достоверность полученных результатов

Полученные в диссертационной работе Лазарева Михаила Васильевича на тему: «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки) результаты подтверждаются корректным использованием апробированных методик испытаний,

современных лицензионных программных средств (Boiler Designer), хорошей сходимостью расчетных данных с результатами многократных натуральных экспериментов, а также внедрением разработок на реальных энергоблоках.

Полученные результаты испытаний опубликованы в 27 научных работах, из них 15 – в рецензируемых изданиях ВАК.

Технические решения защищены 5 патентами РФ.

Методология исследований вошла в инновационный межгосударственный стандарт ГОСТ 35222-2024.

Результаты внедрены на энергообъектах: Энергоблок № 7 Рязанской ГРЭС (сбросная ПГУ-420); Энергоблок № 6 Киришской ГРЭС (утилизационная ПГУ-800); Энергоблоки №№ 1–4, 8 Конаковской ГРЭС.

Полученные в диссертационном исследовании результаты обладают несомненной новизной и высокой степенью достоверности, подтверждённой публикациями, патентами, стандартизацией и внедрением.

5. Практическая и теоретическая значимость для науки и техники

Диссертационная работа Лазарева Михаила Васильевича на тему: «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки) имеет ярко выраженную практическую направленность. Результаты исследований уже внедрены на ряде ключевых электростанций России:

1. Рязанская ГРЭС (блок № 7, ПГУ-420).
2. Киришская ГРЭС (блок № 6, ПГУ-800).
3. Конаковская ГРЭС (блоки №№ 1-4, 8).

Практическую значимость наглядно отражают следующие показатели.

| Энергообъект | Вариант модернизации | Достигнутый эффект |
|-----------------------------------|---|---|
| Рязанская ГРЭС, блок № 7 | Надстройка ГТЭ-110 (сбросная ПГУ-420) | КПД нетто: с 38,53 % до 41,45 % (в перспективе до 44 %); мощность: с 310 МВт до 420 МВт |
| Киришская ГРЭС, блок № 6 | Замена котла на ГТУ + КУ (утилизационная ПГУ-800) | КПД брутто: с 39,1 % до 54,6 %; уд. расход топлива: с 324 до 228 г/(кВт·ч) |
| Конаковская ГРЭС, блоки №№ 1–4, 8 | Модернизация ПТУ (реактивное облопачивание) | КПД нетто: с 39,36 % до 40,56 %; мощность: с 300 МВт до 325 МВт |

Практическая ценность работы заключается в том, что она предлагает несколько направлений по модернизации энергоблоков (глубокая реконструкция, ГТ-надстройка или модернизация ПТУ), выбор рационального решения осуществляется в зависимости от конкретных условий станции. Кроме того, методические наработки автора вошли в межгосударственный стандарт ГОСТ 35222-2024 и проект стандарта АО «СО ЕЭС».

Полученные результаты, которым нет аналогов, вносят существенный вклад в теоретическое обоснование путей совершенствования проектируемых и эксплуатируемых энергоблоков и моделирование процессов, протекающих в энергетических установках при модернизации и реконструкции.

Представленные материалы в диссертационной работе имеют высокую, не имеющую аналогов теоретическую и практическую значимость – особая важность заключается в практическом внедрении и возможности измерения экономического эффекта.

6. Оценка структуры и содержания работы, ее завершенность

Диссертационная работа Лазарева Михаила Васильевича на тему: «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки) имеет классическую структуру, которая полностью логична и отражает ход исследования:

• Введение: Четко сформулированы цель, задачи, научная новизна и положения, выносимые на защиту.

• Глава 1 (Аналитический обзор): Дан всесторонний и критический анализ состояния вопроса, а также истории развития программ ДПМ и КОММод. Автор не боится высказывать взвешенную, но критическую позицию в отношении ошибочных, по его мнению, решений в отрасли.

• Глава 2 (Методика): Подробно описана уникальная методика проведения испытаний с применением системы МСДИ (АДАМ) и моделирования в «Boiler Designer». Разработанные методические подходы являются самостоятельной ценностью.

• Глава 3 (Результаты ПГУ): Самая богатая на экспериментальные данные глава. Анализ работы сбросной ПГУ на Рязанской ГРЭС и утилизационной на Киришской ГРЭС является "золотым фондом" работы. Получены честные цифры, показывающие как достижения, так и проблемы (например, недогрузка ГТЭ-110, ограничения маневренности).

• Глава 4 (Модернизация ПГУ): Ключевой раздел, где на основе многолетних наблюдений сделан фундаментальный вывод: темпы снижения экономичности у турбин с реактивным и активным облопачиванием практически одинаковы. Это снимает многие вопросы при выборе пути модернизации.

• Глава 5 (Новые решения): Демонстрирует инженерную мысль автора, предлагая оригинальные и запатентованные конструктивные решения, такие как совмещение муфты с подшипником, применение различных типов уплотнений по ступеням, замковые соединения и новая схема пароподвода.

7. Завершенность

Работа является завершённым научным исследованием: от постановки задачи (анализ состояния проблемы и выбор объектов) до практической реализации (внедрение на 4-х электростанциях) и закрепления результатов в нормативных документах.

Содержание диссертационной работы полностью соответствует цели и поставленным задачам, структура логична и последовательна.

8. Замечания по работе для дискуссий.

Несмотря на высокий уровень подготовки диссертации, рассмотренные методы исследований и модернизаций, которым, без сомнения аналогов нет, но обращают внимание аспекты, требующие обсуждения.

Полагаем, что по результатам научных дискуссий ведущих научных и прикладных экспертов по обозначенным вопросам выявлены аспекты, имеющие потенциал для улучшений:

1. В работе рассматриваются в основном российские объекты. Сравнение с зарубежными аналогами (например, ПГУ на базе ГТУ Siemens SGT-4000F или GE 9F) приведено лишь в главе 1 и носит обзорный характер. Хотелось бы видеть более детальное сопоставление достигнутых показателей с мировым уровнем.

2. Из автореферата неясно, выполнена ли экономическая оценка в полном объеме для представленных научно-технических решений?

3. В разделе про Киришскую ГРЭС описаны проблемы с системой газоснабжения ГТУ (подогрев, ДКС). Насколько критично качество газа и его давление для реализации проекта ГТ-надстройки для других ГРЭС, где может не быть возможности построить такую сложную газовую инфраструктуру?

4. В работе детально разбирается ГТ-надстройка с использованием ГТЭ-110. Какие перспективы у этого типа ГТУ на данный момент (2026 год)? Производится ли она серийно и доступна ли для проектов модернизации?

Указанные аспекты, имеющие потенциал для улучшений, не снижают общей высокой оценки работы и носят рекомендательный характер.

Диссертационная работа Лазарева Михаила Васильевича на тему: «Исследование и научное обоснование технических решений по модернизации и реконструкции энергоблоков 300 МВт», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки) является

завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на высоком профессиональном научно-техническом научном уровне. Она содержит решения важной научно-технической проблемы – обоснование выбора оптимальных, современных, не имеющих аналогов путей модернизации энергоблоков 300 МВт в условиях импортозамещения. Диссертация Лазарева Михаила Васильевича – яркий пример качественного научно-прикладного исследования, объединяющего фундаментальные научные подходы с решением конкретных производственных задач.

Содержание диссертации соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и паспорту научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки). Соискатель Лазарев Михаил Васильевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки).

Даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Генеральный директор ООО «Интерэнерго»



Завгородний Алексей Валерьевич

29.05.2026 г.

ООО «Интерэнерго»

г. Москва, ул. Василисы Кожиной, д. 1, секция 2, этаж 4

Бизнес Центр «Парк Победы»

Тел. (495) 212-14-69

Zavgorodniy_av@gkinterenergo.ru