

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.06

Соискатель: Шоронов Сергей Валерьевич

Тема диссертации: Прогнозирование и управление напорными характеристиками осевых насосов двигателей летательных аппаратов с помощью входных и надроторных устройств

Специальность: 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации.

На заседании 08 декабря 2025 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, приведенным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Шоронову Сергею Валерьевичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета Равикович Ю.А., ученый секретарь диссертационного совета Краев В.М., члены диссертационного совета: Агульник А.Б., Абашев В.М., Иванов А.В., Кочетков Ю.М., Лесневский Л.Н., Молчанов А.М., Мякочин А.С., Надирадзе А.Б., Ненарокомов А.В., Никитин П.В., Силуянова М.В., Тимушев С.Ф., Хартов С.А.

Проректор по научной работе МАИ
д.т.наук, доцент



А.В.Иванов

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.06,
д.т.н., доцент

В.М.Краев

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.06,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 08.12.2025 г. № 120

О присуждении Шоронову Сергею Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Прогнозирование и управление напорными характеристиками осевых насосов двигателей летательных аппаратов с помощью входных и надроторных устройств» по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» принята к защите 22.09.2025 г., (протокол заседания № 106) диссертационным советом 24.2.327.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»; 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4; приказ Министерства науки и высшего образования РФ о создании диссертационного совета – №669/нк от 24.06.2022 г.

Соискатель Шоронов Сергей Валерьевич, 19 апреля 1997 года рождения, в 2019 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов» (присвоена квалификация «Бакалавр»; номер диплома: 107718 1119799; регистрационный номер 2019/2О-0114 от 12 июля 2019 года).

В 2021 году с отличием окончил федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов». По окончании очной магистратуры присвоена квалификация «Магистр» (номер диплома: 107718 1243254; регистрационный номер 2021/2О-0222 от 12 июля 2021 года).

В 2025 году окончил очную аспирантуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению подготовки 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника» (номер диплома: 107733 0004766; регистрационный номер 2025/2О-0223Д от 07 июля 2025 года).

В период подготовки диссертации соискатель Шоронов С.В. работал с 2021 года по 2024 год в акционерном обществе «Опытное конструкторское бюро «Кристалл» (АО «ОКБ «Кристалл») в расчетно-исследовательском отделе (РИО) в должности инженера-проектировщика 2-й категории. С 2024 года по настоящее время работает в акционерном обществе «ГМС Процессинг Текнолоджис» (АО «ГМС Процессинг Текнолоджис») в расчетно-исследовательском бюро научно-технического центра в должности ведущий инженер-конструктор.

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Научный руководитель – Тимушев Сергей Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры 202 «Ракетные двигатели», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Жарковский Александр Аркадьевич, доктор технических наук, профессор высшей школы энергетического машиностроения, института энергетики, Санкт-Петербургского государственного политехнического университета;

Афанасьев Александр Александрович, кандидат физико-математических наук, главный специалист по моделированию, конструкторского отдела агрегатов подачи акционерного общества «Конструкторское бюро химавтоматики» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», в своем положительном отзыве, подписанном Ломакиным Владимиром Олеговичем, доктором технических наук, профессором кафедры Э10 «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика» и утверждённым Дрогозовым Павлом Анатольевичем, проректором по науке и цифровому развитию МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктором экономических наук, профессором, указала, что диссертационная работа Шоронова Сергея Валерьевича «Прогнозирование и управление напорными характеристиками осевых насосов двигателей летательных аппаратов с помощью входных и надроторных устройств» на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершённой научно-квалификационной работой, направленной на решение актуальной задачи в области разработки осевых насосов для двигателей летательных аппаратов, отвечает требованиям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842). Шоронов Сергей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

За время работы над диссертацией Шороновым С.В. опубликовано 6 научных статей в рецензируемых изданиях Перечня ВАК РФ (из которых 2 статьи по специальности 2.5.15.), сделано 5 докладов на международных и всероссийских конференциях.

Данные публикации посвящены исследованиям в области оптимизации рабочих характеристик осевых насосов низкой быстроходности, используемых в системах питания авиационных и ракетных двигателей, а именно экспериментальному и численному обоснованию применения надроторных устройств и входных лопаточных устройств для обеспечения монотонно падающей напорной характеристики путем увеличения напора в зоне западания характеристики и обеспечения стабильной многорежимной работы.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. Шоронов С.В. Оптимизация напорных характеристик осевых насосов низкой быстроходности в системах питания двигателей летательных аппаратов с применением входных и надроторных устройств // Вестник Московского авиационного института. – 2025. – Т. 32. – № 2. – С. 147-154.

В работе Шороновым С.В. представлены рекомендации по проектированию входных лопаточных и надроторных устройств, а также описание возможности их применения в системах питания двигателей летательных аппаратов для увеличения напора осевых насосов низкой быстроходности в зоне западания напорной характеристики.

2. Шоронов С.В., Тимушев С.Ф. Сравнительный анализ методов увеличения напора осевых насосов низкой быстроходности систем питания двигателей летательных аппаратов // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2025. – Т. 26. – № 1. – С. 126-137.

В работе Шороновым С.В. определено влияние установки надроторного и входного лопаточного устройства на мощностную характеристику авиационного осевого насоса в зоне западания энергетических характеристик;

выявлены причины увеличения напора насоса в зоне западания напорной характеристики при установке надроторного или входного лопаточного устройства, а также представлен метод обработки результатов численного моделирования, благодаря которому удалось определить начало образования обратных токов и расширить зависимости, полученные отечественными и зарубежными исследователями.

3. Шоронов С.В., Казеннов И.С., Истомин Е.А. Влияние входного лопаточного устройства на напорные характеристики осевого насоса с учетом влияния на антикавитационные качества // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2024. – № 12. – С. 70-79.

В работе Шороновым С.В. разработана геометрия лопаточного входного устройства, которое обеспечивает закрутку входного потока в периферийных сечениях осевого насоса, проведено экспериментальное исследование по определению влияния установки входного лопаточного устройства на напорные и срывные характеристики авиационного осевого насоса низкой быстроходности.

4. Шоронов С.В., Казеннов И.С., Истомин Е.А. Влияние надроторного устройства с осевыми и наклонными проточками на кавитационные характеристики осевого насоса // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2024. – № 10. – С. 85-95.

В работе Шороновым С.В. проведено экспериментальное исследование по определению влияния установки надроторного устройства с различной длиной, количеством и углом наклона проточки на срывные характеристики осевого авиационного насоса.

5. Шоронов С.В., Казеннов И.С., Истомин Е.А. Влияние надроторного устройства на напорные характеристики осевого насоса // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2024. – № 5. – С. 78-89.

В работе Шороновым С.В. разработана геометрия надроторного устройства с осевыми и наклонными проточками, получены зависимости, позволяющие определить оптимальную длину, количество и угол наклона

проточки надроторного устройства, а также разработан метод обработки экспериментальных данных, который позволяет определить величину западающего участка напорной характеристики авиационного осевого насоса способствующий корректному проведению сравнительного анализа.

6. Шоронов С.В., Ромашко Р.В., Казеннов И.С. Влияние вида отвода и его расположения на энергетические характеристики и расчетный диаметр шнекового насоса // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2023. – № 1. – С. 76-84.

В данной работе методом численного моделирования Шороновым С.В. проведено исследование влияния положения отводящего устройства осевого насоса на энергетические характеристики, а также определен расчетный диаметр при различных подачах насоса и проведен сравнительный анализ полученных данных с результатами исследований отечественных ученых.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы положительные).

Отзыв на диссертацию официального оппонента Жарковского А.А., доктора технических наук, профессора высшей школы энергетического машиностроения, института энергетики, Санкт-Петербургского государственного политехнического университета содержит следующие замечания:

1. Требуется уточнить, в чем заключается методика определения завала напорной характеристики осевого насоса.
2. Какой относительной глубины завал в напорной характеристике осевого насоса предлагаемые методы позволяют устранить.
3. КПД насоса 55%. Обычно у ОН рассматриваемой быстроходности КПД более высокий. После оптимизации он может достигать 90-91 %.
4. Вопрос о зоне обратного течения перед рабочим колесом очень интересный и важный. Сейчас длина зон обратных течений показана в размерном виде. Желательно для анализа линейные размеры приводить в безразмерном виде.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Афанасьева А.А., кандидата физико-математических наук, главного специалиста по моделированию, конструкторского отдела агрегатов подачи акционерного общества «Конструкторское бюро химавтоматики» содержит следующие замечания:

1. В работе отмечается, что современные ЖРД способны регулировать тягу в широком диапазоне от 30 до 110% от номинального значения. При этом не указано в каком диапазоне изменяется приведенный расход Q/p через насос.

2. В представленной работе, явно не представлены данные по влиянию геометрии меридионального сечения проточной части колеса, профилировки и других геометрических и режимных параметров исследованного насоса на форму его характеристик. Желательно более четко сформулировать причину возникновения западения характеристики на исследованном насосе.

3. При решении нестационарной задачи в ANSYS CFX одним из определяющих параметров является величина шага по времени и соответствующее ей число Куранта. В работе не указаны значения данных величин. Кроме того, граничное условие объемный расход на выходе в CFX отсутствует, есть граничное условие массовый расход Outlet-Mass Flow.

Отзыв на диссертацию ведущей организации – Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» содержит следующие замечания:

1. В работе экспериментальным путем установлены оптимальные значения количества, длины и угла наклона проточек надроторного устройства, однако исследование влияния глубины проточек не проводилось. Учет этого параметра мог бы дополнить и уточнить полученные рекомендации по оптимальной геометрии надроторных устройств.

2. Выбор угла установки лопаток входного лопаточного устройства был выполнен на основе анализа литературных данных, однако специальное исследование по оптимизации данного параметра для конкретного объекта исследований не проводилось. Не исключено, что дополнительная оптимизация угла установки могла бы способствовать дальнейшему улучшению напорной характеристики.

3. Проведенное сравнение результатов численного моделирования показало схожий характер влияния надроторных и входных лопаточных устройств на параметры обратных токов. Для более детального выявления различий в механизме их воздействия и влияния на структуру течения целесообразно рассмотреть возможность применения более точных вихреразрешающих моделей, например LES.

4. В работе представлены подробные результаты кавитационных испытаний, однако влияние исследованных устройств на эрозионную стойкость насоса не оценивалось. Исследование данного аспекта могло бы дополнить анализ долговечности модифицированных конструкций, особенно при работе в условиях развитой кавитации.

Отзыв на автореферат диссертации АО ГНЦ «Центр Келдыша», составленный начальником сектора, кандидатом технических наук Петруненым С.В., содержит следующие замечания:

1. Текст автореферата не содержит описания экспериментального стенда, которое является важной составляющей для понимания методики проведения испытаний.

2. Валидация расчетной модели описана недостаточно подробно, что затрудняет ее интерпретацию без обращения к основному тексту диссертации.

Отзыв на автореферат диссертации Федерального автономного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», составленный руководителем НОЦ, доктором технических наук, профессором Корсуном О.Н., содержит следующие замечания:

1. В работе не представлено влияние установки надроторных и входных лопаточных устройств на обороты ротора, что может помочь более полно оценить влияние на антикавитационные качества насоса в зоне западания напорных характеристик.

Отзыв на автореферат диссертации Филиала АО «ГМС Ливгидромаш» в городе Москва, составленный начальником бюро, бюро насосов для нефтяной и газовой промышленности, кандидатом технических наук Акимовым С.В., содержит следующие замечания:

1. В автореферате отсутствует упоминание осевых ступени (ОВС), которая рассматривается в первой главе диссертационной работы. В работе не в полной мере приводится сравнительный анализ ОВС с исследуемыми конструкциями входных и надроторных устройств, не обсуждаются потенциальные недостатки ОВС и причины, по которым решение на основе ОВС не было принято в качестве основного. Отсутствие данной информации не снижает ценности полученных результатов, но могло бы стать полезным дополнением для читателей, интересующихся альтернативными подходами к решению проблемы неустойчивости характеристик осевых насосов.

2. В автореферате приведены результаты исследований влияния количества, длины и направления проточек надроторного устройства на характеристики осевого насоса. При этом, в соответствии с рисунком 4 глубина проточек (0,6 мм) и угловая толщина перемычек между проточками (2°) являются фиксированными значениями, но по тексту автореферата не указывается, в связи с чем были приняты данные значения.

3. В автореферате следует более подробно указывать условия выполнения численного моделирования, такие как модель турбулентности, размерность конечно-элементной сетки, проводилось ли исследование сеточной сходимости, моделировалась ли шероховатость поверхностей и т.д.

Отзыв на автореферат диссертации АО «Уральский завод гражданской авиации», составленный начальником отдела, отдел расчетов, кандидатом физико-математических наук Матвеевым Е.А., содержит

следующие замечание:

1. Для более детального анализа влияния на вихреобразование в зоне установки надроторных устройств представляется целесообразным переход к методам прямого моделирования, например, с использованием LES моделей. Представляется, что это позволит выявить тонкие эффекты, которые могли быть осреднены в рамках выбранной автором методики.

Отзыв на автореферат диссертации ОАО Авиамоторный научно-технический комплекс «Союз», составленный ведущим инженером конструктором, кандидатом технических наук Крутыш А.И., содержит следующие замечания:

1. В качестве несущественного замечания можно отметить, что в автореферате недостаточно освещен вопрос о влиянии предложенных конструктивных усовершенствований на массогабаритные характеристики насосов. Рассмотрение данного аспекта позволило бы дополнительно оценить практическую эффективность разработанных решений, особенно в контексте их применения в авиационно-космической технике, где требования к массовым и габаритным показателям являются критически важными. Однако следует признать, что данное замечание не затрагивает основные научные результаты работы и может быть учтено автором в дальнейших исследованиях.

Отзыв на автореферат диссертации ООО «Орбитек», составленный генеральным директором Алфимовым Д.Е., содержит следующие замечания:

1. В работе, несмотря на наличие универсальных срывных характеристик насоса в приведенном виде, отсутствуют частные кавитационные характеристики для отдельных режимов работы. Подобные данные могут помочь составить более полную картину влияния входных и надроторных устройств на антикавитационные качества насоса и выявить особенности изменения формы кавитационных характеристик в различных зонах рабочего диапазона.

Отзыв на автореферат диссертации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

"Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева" (Самарский университет), составленный директором НИИ-201 Институт акустики машин, профессором кафедры автоматических систем энергетических установок имени академика РАН Владимира Павловича Шорина, доктором технических наук Крючковым А.Н., содержит следующие замечания:

1. Все исследования проводились на конкретной модели насоса с фиксированными параметрами. В автореферате не обсуждаются ограничения и границы применимости полученных результатов для насосов других типов и размеров.

Отзыв на автореферат диссертации МГТУ им. Н. Э. Баумана, составленный инженером научно-учебного комплекса «Энергомашиностроение», лаборатории «лопастные машины», кандидатом технических наук Трулевым А.В., содержит следующие замечания:

1. В автореферате отсутствует развернутое описание численной модели, что затрудняет формирование полного представления о методике проведенных расчетных исследований без обращения к основному тексту диссертации. В тексте автореферата отсутствуют описание вычислительной сетки, условий сходимости и параметров турбулентной модели, которые необходимы для оценки корректности проведенных расчетов.

Отзыв на автореферат диссертации ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», составленный старшим преподавателем кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности», кандидатом технических наук Ивановским А.В., содержит следующие замечания:

1. Диссертационная работа, в том числе и кандидатская, сама по себе является исследованием. Поэтому фраза (см. стр. 6 диссертации) *"Целью диссертации является <...> исследование методов..."* кажется несколько некорректной ("исследование ради исследования"). Также выражение *"улучшение напорной характеристики"* (см. там же) вызывает вопросы.

2. Объект исследования (стр.7 диссертации) представлен недостаточно подробно: помимо относительных величин, таких как "втулочное отношение", "коэффициенты эквивалентного диаметра" и "расход насоса, приведенный к оборотам на номинальном режиме", было бы полезно дать значения диаметров втулок, внешнего диаметра рабочего колеса, скорость вращения колеса и подачу в абсолютных значениях.

3. В работе не показано, каким образом обеспечивается герметичность и отделение тракта основной жидкости в осевом насосе и тракта для подачи "активной рабочей жидкости" на турбину (см. "Объект исследования", рис.1 на стр.7 диссертации). А если "активная рабочая жидкость" имеет возможность попасть в основной поток, то может ли она вызвать дополнительные проблемы с устойчивостью работы осевого насоса.

4. По тексту диссертации характеристики насоса или агрегата представлены в приведённых координатах, однако размерности подачи и развиваемого давления представлены как "литр в час" и "килограммы сил на квадратный сантиметр" соответственно. По международной системе единиц (СИ), а также по требованию стандарта ГОСТ 6134-2007 "Насосы динамические. Методы испытаний" размерности должны быть "паскали" (Па) и "кубический метр в секунду" ($\text{м}^3/\text{с}$).

5. При определении влияния осевой длины проточек на напорные характеристики при оптимальном их количестве $X=47$ штук (раздел 3.3 стр.62-64 диссертации) исследовались только четыре типа проточек по длине – $L = 8, 12, 20, 27$ мм. Интересно было бы узнать, с чем связан выбор именно такого количества проточек по длине и неравномерный шаг между ними (4, 8 и 7 мм соответственно). Непонятно, почему соискатель не выбрал для исследования проточку большей длины – например, 33 мм. Ведь, судя по рисунку 34 (стр.63 диссертации), дальнейшее увеличение длины проточки могло бы, гипотетически, полностью решить проблему немонотонности напорно-расходной характеристики или, даже, сделать эту характеристику, близкой к линейной.

6. При исследовании влияния "входного лопаточного устройства"

("ВЛУ") на характеристики насоса (глава 4 диссертации) соискателю следовало попробовать вариант не только с короткими лопатками "ВЛУ" длиной 7 мм и углом лопатки 30° (см. рис.39 стр.72 диссертации), но и с увеличенной длиной, вплоть до диаметра втулки. В таком случае "ВЛУ" мог бы стать полноценным входным направляющим аппаратом, который (при должной геометрии) мог бы снизить немонотонность напорно-расходной характеристики.

7. Помимо кавитационных характеристик, главу 4 диссертации стоило бы дополнить испытанием и комплексными характеристиками осевого насоса, совмещённого с оптимальным "надроторным устройством" и оптимальным "входным лопаточным устройством".

Отзыв на автореферат диссертации АО «Инженерно-производственные решения», составленный руководителем центра – главным конструктором, центра центробежных и роторных машин, Соловьевым М.В., замечаний по диссертационной работе не содержит.

Отзыв на автореферат диссертации АО «НПО Энергомаш имени академика В. П. Глушко», составленный главным специалистом, кандидатом технических наук Гапоновым В.Д., содержит следующие замечания:

1. Было бы целесообразным отметить, что западение («завал») напорных характеристик чаще наблюдается в осевых насосах, имеющих колёса малой густоты.

2. Недостаточно освещен вопрос о влиянии предложенных конструктивных усовершенствований на массогабаритные характеристики насосов, что могло бы дополнить оценку их практической эффективности.

3. Не приведено рационального объяснения полученному в расчёте превышению перепада давления (напора) по отношению к увеличению мощности, описанному в пятой главе (стр. 21, 22 автореферата).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Шоронова С.В., что подтверждается их научными публикациями в данной области.

Выбор Жарковского А.А., доктора технических наук, профессора высшей школы энергетического машиностроения, института энергетики, Санкт-Петербургского государственного политехнического университета в качестве официального оппонента обосновывается его широкой известностью и компетентностью в вопросах проектирования и оптимизации осевых насосов, что напрямую соотносится с тематикой диссертации. Он является автором многочисленных научных работ по исследованию западающих напорных характеристик, а результаты его работ непосредственно цитируются и развиваются в диссертации Шоронова С.В. Глубокое понимание профессором Жарковским проблематики, связанной с устойчивостью и многорежимностью осевых насосов, позволяет ему компетентно оценить научную новизну представленной работы, корректность примененных методик, а также практическую ценность разработанных рекомендаций по использованию надроторных и входных устройств.

Выбор Афанасьева А.А., кандидата физико-математических наук, главного специалиста по моделированию, конструкторского отдела агрегатов подачи акционерного общества «Конструкторское бюро химавтоматики» в качестве официального оппонента обосновывается его высокой компетентностью в области численного моделирования гидродинамических процессов в агрегатах подачи жидкостных ракетных двигателей, что находится в прямой связи с целями и методологией диссертационного исследования. Его опыт практического применения методов вычислительной гидродинамики для проектирования и анализа топливных систем аэрокосмической техники позволяет провести оценку корректности постановки задач, валидации расчётных моделей и достоверности результатов численного моделирования. Профессиональная деятельность Афанасьева А.А. связана с решением задач повышения надёжности и эффективности насосных агрегатов, включая управление их кавитационными и напорными характеристиками, что даёт ему возможность оценить практическую значимость и применимость разработанных в работе рекомендаций по использованию надроторных и входных лопаточных.

Выбор ведущей организации обусловлен тем, что эта организация является высшим учебным заведением, осуществляющим подготовку кадров высшей квалификации, а также проводящим фундаментальные и прикладные научные исследования в области авиационно-космического двигателестроения, гидравлических машин и систем питания летательных аппаратов. Специалисты ведущей организации, в том числе составившие отзыв на диссертацию, обладают глубоким опытом в области расчёта, проектирования и экспериментального исследования лопастных насосов. Это позволяет им компетентно оценить актуальность, научную новизну и практическую ценность результатов диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана комплексная методика экспериментальных и численных исследований, позволяющая определять и анализировать немонотонные (западающие) напорные характеристики высокооборотных осевых насосов, а также количественно оценивать величину зоны их западания;
- экспериментально установлено влияние комплекса геометрических параметров надроторных и входных лопаточных устройств (количества, осевой длины, угла наклона проточек, густоты) на энергетические и кавитационные характеристики насоса, что позволяет полностью устранить или существенно снизить западание напорной характеристики, а также локально увеличить напор насоса в зоне западания;
- определены оптимальные параметры надроторных устройств и даны практические рекомендации по их проектированию, обеспечивающие преобразование западающей напорной характеристики в монотонно падающую, что повышает стабильность и расширяет рабочий диапазон насоса;
- методом вычислительной гидродинамики установлено и объяснено влияние применяемых устройств на снижение интенсивности и длины распространения обратных токов на входе в насос, что является

ключевым механизмом повышения напора в зоне западания характеристики.

Теоретическая и практическая значимость исследования обусловлена тем, что:

- установлен и объяснён механизм влияния надроторных и входных лопаточных устройств на гидродинамическую структуру потока, в частности, на уменьшение интенсивности и длины обратных токов, что вносит определенный вклад в развитие теории течения рабочей среды в осевых насосах на нерасчётных режимах;
- расширена и подтверждена численным моделированием известная зависимость относительной площади обратных токов от расходного параметра, что позволяет более точно определить начало образования обратных токов;
- разработаны практические рекомендации по проектированию надроторных устройств (оптимальные длина, густота, угол наклона проточек), позволяющие целенаправленно корректировать форму напорной характеристики;
- предложены инженерные решения, такие как оптимальные геометрии надроторных и входных лопаточных устройств, применение которых позволяет без кардинального изменения конструкции существующих насосов расширить их рабочий диапазон и обеспечить монотонность напорной характеристики, что критически важно для систем управления двигателей летательных аппаратов;
- результаты диссертационной работы используются в практической деятельности АО «ГМС Процессинг Текнолоджис» при проектировании насосов.

Оценка достоверности результатов исследования

Достоверность результатов исследования обеспечивается комплексным подходом, включающим применение аттестованных средств измерений и стандартных методик на экспериментальном стенде, что гарантирует точность и воспроизводимость опытных данных; корректной валидацией численных моделей CFD, показавшей высокую степень соответствия с экспериментом;

внутренней согласованностью и статистической обоснованностью полученных зависимостей; опорой на фундаментальные законы гидродинамики; согласием качественных тенденций с данными известных научных исследований, а также успешной апробацией основных положений работы на научных конференциях и публикацией в рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке геометрии, проектировании и организации изготовления исследованных вариантов надроторных устройств (с осевыми и наклонными проточками) и входных лопаточных устройств;
- разработке численной модели и выполнении численного моделирования гидродинамики течения в насосе для различных конфигураций, включая построение расчетных сеток, настройку моделей и валидацию результатов;
- непосредственном проведении цикла экспериментальных исследований на испытательном стенде, включая модификацию установки, снятие энергетических и кавитационных характеристик для всех вариантов конструкции;
- разработке и применении методики обработки экспериментальных данных для количественной оценки параметров «завала» напорной характеристики;
- проведении комплексного анализа всех полученных результатов, установлении закономерностей влияния геометрических параметров устройств на характеристики насоса и формулировании на этой основе практических рекомендаций по проектированию.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, которые ставили бы под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

На заседании 8 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи по разработке методов и практических рекомендаций для прогнозирования и управления немонотонными

напорными характеристиками высокооборотных осевых насосов с использованием входных и надроторных устройств, имеющей важное значение для повышения надёжности, устойчивости и расширения эксплуатационных режимов топливных систем двигателей летательных аппаратов имеющей значение для развития авиационного двигателестроения, присудить Шоронову С.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Проректор по научной работе,
д.т.н., доцент



А.В.Иванов

Председатель
диссертационного совета 24.2.327.06,
д.т.н., профессор

Ю.А.Равикович

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.06
д.т.н., доцент

В.М.Краев

8 декабря 2025 г.