

Решение о присуждении ученой степени кандидата наук

Специализированный ученый совет К 52.051.10 Таврического национального университета имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, принял решение о присуждении ученой степени «кандидата физико-математических наук» Газиеву Эскендеру Линуровичу на основании публичной защиты диссертации «Задачи статики, устойчивости и малых колебаний гидросистемы «жидкость-баротропный газ» в условиях, близких к невесомости» в виде рукописи по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

«16» декабря 2014 года, протокол № 10.

Газиев Эскендер Линурович, 1986 года рождения, гражданин Российской Федерации, высшее образование: закончил в 2008 году Крымский инженерно-педагогический университет по специальности 8.080201 «Информатика», направление подготовки «Прикладная математика», квалификация – магистр.

В 2008 году поступил в аспирантуру Таврического национального университета имени В. И. Вернадского по специальности 01.01.01 – математический анализ. Окончил аспирантуру в 2011 году. Работает преподавателем кафедры математики Крымского инженерно-педагогического университета с 1 ноября 2011 года по настоящее время.

В деле Газиева Эскендера Линуровича есть все необходимые документы, которые соответствуют всем требованиям, предъявляемым в настоящее время к кандидатским диссертациям.

Диссертация выполнена в Таврическом национальном университете имени В. И. Вернадского, на кафедре математического анализа, г. Симферополь.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор

Копачевский Николай Дмитриевич, заведующий кафедрой математического анализа Таврического национального университета имени В. И. Вернадского.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ по теме диссертации, из них 7 статей в специализированных научных изданиях, в том числе:

Газиев Э. Л. Задача статики гидросистемы «жидкость-газ» в условиях, близких к невесомости / Э. Л. Газиев // Труды Института прикладной математики и механики НАНУ. – 2010. – Т. 20. – С. 39-47.

Газиев Э. Л. Собственные колебания гидросистемы «жидкость-газ» в цилиндрической области / Э. Л. Газиев // Динамические системы. – Т. 2(30), № 1-2. – 2012. – С. 3-22.

Газиев Э. Л. Малые движения и собственные колебания гидросистемы «жидкость-баротропный газ» / Э. Л. Газиев, Н. Д. Копачевский // Украинский математический вестник. – Т. 10, № 1. – 2013. – С. 16-53. Перевод: Gaziev E. L. Small motions and eigenoscillations of a "fluid-barotropic gas" hydrosystem / E. L. Gaziev, N. D. Kopachevsky // Journal of Mathematical Sciences. – Vol. 192, No. 4, 2013. – P. 389-416.

Официальные оппоненты:

Орлов Владимир Петрович, доктор физико-математических наук по специальности 01.01.02, профессор кафедры математического моделирования Воронежского государственного университета дал положительный отзыв с несколькими замечаниями и пожеланиями:

1. Не указаны классы гладкости, которым принадлежат поверхность Γ и кривая $\partial\Gamma$.
2. На стр. 10 автореферата отмечено, что спектральная задача (24) изучается в пространстве $H:=H^1_\Gamma(\Omega_1)+H^1(\Omega_2;\rho_{2,0})$, в то время как ранее на стр. 9 указано, что соответствующая эволюционная задача рассматривается в пространстве $H:=L_{2,\Omega_2;\rho_{2,0}}+L_{2,\Gamma}$.

3. Имеются некорректные ссылки на формулы, например: (4.77) не содержит объявленных λ и Δ_Γ ; квадратичный функционал задается не формулой (2.74), а (2.71) (13 строка сверху на стр. 56).
 4. Знак Δ одновременно используется в качестве оператора Лапласа и разности (формула (4.6) на стр. 103); знак δ используется для обозначения вариации функционала и как параметр задачи (раздел 2.4.1, (2.66) и др.).
 5. Объем диссертации представляется избыточным. Можно было бы его сократить, опустив часть введения, больше относящуюся к автореферату, не дублировать факты из введения и выводов, заменить некоторые близкие по природе подробные выкладки их качественным описанием.
 6. Желательно было включить во вторую главу диссертации выводы о том, насколько полученные численные результаты соответствуют результатам, полученным ранее другими авторами для одной идеальной жидкости.
- Эти замечания не являются существенными и не влияют на общее благоприятное впечатление от всей работы в целом.

Доценко Сергей Филиппович, доктор физико-математических наук по специальности 04.00.22, главный научный сотрудник Морского гидрофизического института (г. Севастополь) дал положительный отзыв с такими замечаниями и пожеланиями:

1. В п. 4.2.1 на с. 125 формулируется постановка спектральной задачи в размерной форме, поэтому в четвертой строке снизу вместо $x=\pm 1$ должно быть $x = \pm l$. Отмечу, что в предшествующем соотношении (4.71) этой ошибки нет.
2. Не указано, каким именно значениям коэффициента перегрузки β соответствуют графики, приведенные на рис. 2.7.
3. Поскольку коэффициент перегрузки β является основным параметром задачи статики в главе 1 (через него выражаются коэффициенты B_0 и b_0 в

краевых задачах (2.30) и (2.51)), то желательно было выписать асимптотические разложения (2.101)-(2.103) и (A.91)-(A.94) в терминах коэффициента β .

4. Обозначения некоторых математических объектов совпадают (хотя и в разных параграфах работы), например, β – угол наклона равновесной дуги и коэффициент перегрузки), γ – нижняя грань оператора потенциальной энергии и линия смачивания. Есть опечатки в тексте работы, например, на рис. 2.4 и рис. 4.6 вместо β должно быть $\tilde{\beta}$, на с. 87 взамен $\{\zeta_j\}_{j=\kappa+1}^{\kappa+q}$ следует читать $\{\zeta_{0j}\}_{j=\kappa+1}^{\kappa+q}$.

Высказанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

На диссертацию и автореферат получены отзывы:

От Конюховой Надежды Борисовны, кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Вычислительного Центра имени А. А. Дородницына Российской Академии наук. Отзыв положительный, замечаний нет.

От Мельниковой Ирины Валерьяновны, Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, доктора физико-математических наук, профессора кафедры математического анализа и теории функций Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Отзыв положительный, замечаний нет.

От Невшупы Романа Александровича, лауреата премии «Рамон и Кохаль», доктора технических наук, исследователя Высшего Совета по науке Испании. Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

1. В автореферате приведены решения в общем виде, но не представлены полученные численные результаты, что затрудняет анализ полученных закономерностей;

2. В тексте неполностью расшифрованы использующиеся переменные и параметры, в частности, переменные a (стр. 5) и ε (стр. 4).

От **Цибулина Вячеслава Георгиевича**, доктора физико-математических наук, профессора кафедры вычислительных методов и математической физики Южного федерального университета. Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

1. Отсутствуют ссылки на связь исследования с анализом реальных процессов, что, возможно, содержится в тексте диссертации;
2. Из текста неясно, пригоден ли развитый подход к моделированию задач с другими типами краевых условий.

В обсуждении приняли участие все присутствующие на заседании члены специализированного учёного совета.

1. Анашкин О.В., доктор физико-математических наук, профессор, специальность 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление. Выступление положительное. Было сделано следующее замечание: Сразу скажу, что оценить эту работу можно только положительно. Единственное, что я бы хотел (понимаю, что внутри этой тематики есть устоявшаяся терминология), чтобы более четко прозвучало, в каком смысле устойчивость понимается и относительно каких параметров. И потом серьезная вычислительная часть почти не отражена в автореферате.

2. Белан Е.П., доктор физико-математических наук, профессор, специальность 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление. Выступление положительное. Без замечаний.

3. Осиценко Г.С., доктор физико-математических наук, профессор, специальность 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление. Выступление положительное. Без

замечаний.

4. Чехов В.Н., доктор физико-математических наук, профессор, специальность 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление. Выступление положительное. Было сделано следующее замечание: у Вас очень гармонизированное содержание работы, есть вычисления, есть и теоретические выводы, глядя на то, что у вас задача физическая, красавая задача, в выводах должны быть отражены эффекты физические. В выводах должно быть отражено, какая методика лучше, какая хуже. Какие условия ставятся, и как это отражается на физическом состоянии постановки задачи. Выводы у вас просто – повторение содержания. Следовало упомянуть имя М. В. Остроградского.

5. Копачевский Н.Д., доктор физико-математических наук, профессор, специальность 01.01.01 – вещественный, комплексный и функциональный анализ. Выступление положительное. Без замечаний.

6. Муратов М.А., доктор физико-математических наук, профессор, специальность 01.01.01 – вещественный, комплексный и функциональный анализ. Выступление положительное. Без замечаний.

7. Орлов В.И., доктор физико-математических наук, профессор, специальность 01.01.01 – вещественный, комплексный и функциональный анализ. Выступление положительное. Без замечаний.

8. Войтицкий В.И., кандидат физико-математических наук, специальность 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление. Выступление положительное. Было сделано следующее замечание: Наверное, стоило уделить немного больше внимания методике оформления данной работы, поскольку довольно тяжело изучать слайды в таком быстром темпе, но это свидетельствует только о том, что очень много результатов и их оформить действительно тяжело. А так работа очень высокого уровня, интересная, разноплановая.

9. Закора Д.А., кандидат физико-математических наук, доцент, специальность 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление. Выступление положительное. Без замечаний.

10. Стоякин Ф.С., кандидат физико-математических наук, доцент, специальность 01.01.01 – вещественный, комплексный и функциональный анализ. Выступление положительное. Без замечаний.

11. Тышкевич Д.Л., кандидат физико-математических наук, доцент, специальность 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление. Выступление положительное. Без замечаний.

При проведении тайного голосования оказалось, что из **11** членов специализированного ученого совета, принявших участие в голосовании (из них **4** доктора наук по профилю диссертации), проголосовали:

«за» – 10 членов совета,

«против» – 1,

«воздержались» – 0,

недействительных бюллетеней – нет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

специализированного ученого совета К 52.051.10 при Таврическом национальном университете имени В. И. Вернадского по диссертационной работе Газиева Эскендера Линуровича «Задачи статики, устойчивости и малых колебаний гидросистемы «жидкость-баротропный газ» в условиях, близких к невесомости», представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

В результате открытой защиты, на которой были заслушаны и обговорены работа Газиева Эскендера Линуровича, отзывы официальных оппонентов и полученные отзывы на автореферат диссертации, специализированный ученый совет постановил, что диссертационная работа Газиева Э. Л., является целостной и завершенной научной работой теоретического и научно-практического характера на актуальную тему, выполненной на достаточном научном уровне. Полученные в ней качественные результаты дополняют теорию задач гидромеханики невесомости на случай гидродинамических систем, состоящих из идеальной несжимаемой жидкости и стратифицированного по плотности газа. Построенные в диссертационной работе вычислительные методики и полученные численные результаты могут использоваться для моделирования в наземных условиях экспериментов, которые планируется проводить в космических условиях, а также для изучения влияния слабого гравитационного поля на гидродинамические системы. Это, безусловно, свидетельствует об актуальности темы диссертационной работы.

Диссертационная работа выполнялась на кафедре математического анализа Таврического национального университета имени В. И. Вернадского в рамках госбюджетных тем и плановых исследований кафедры математического анализа Таврического национального университета имени В. И. Вернадского «Операторные методы в линейном и нелинейном анализе начально-краевых, спектральных, вариационных и бифуркационных задач математической физики» (номер государственной регистрации 0109U002432), «Операторные методы в шкалах пространств и их приложения в задачах гладкого и негладкого анализа и в проблемах механики сплошных сред» (номер государственной регистрации 0112U002453).

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа Таврического

национального университета имени В. И. Вернадского Копачевский Николай Дмитриевич.

Тема диссертации была утверждена Ученым советом Таврического национального университета имени В. И. Вернадского от 21.01.2009, протокол № 5.

Научная новизна и важнейшие результаты, полученные автором, изложенные в диссертационной работе Газиева Э.Л. «Задачи статики, устойчивости и малых колебаний гидросистемы «жидкость-баротропный газ» в условиях, близких к невесомости», состоят в следующем:

1. Впервые в задаче статики для гидросистемы «жидкость-баротропный газ» в условиях, близких к невесомости, для нахождения равновесных форм поверхности жидкости получены формулировки краевых задач в общей ситуации, а также в случаях прямоугольного канала и осесимметричного сосуда; установлены условия устойчивости равновесных состояний гидросистемы.

2. Впервые изучены начально-краевая задача о малых колебаниях и ассоциированная задача о собственных колебаниях гидродинамической системы «жидкость-баротропный газ» в условиях, близких к невесомости: доказаны теоремы о свойствах спектра, о полноте и базисности системы собственных функций, о сильной разрешимости начально-краевой задачи и ассоциированной спектральной задачи, утверждения о представлении сильного решения эволюционной задачи в виде ряда Фурье по системе собственных элементов спектральной задачи, в том числе и при условиях неустойчивости сильного решения.

3. Впервые изучены спектральные задачи с горизонтальной и криволинейной границей сопряжения, возникающие в проблеме собственных колебаний гидродинамической системы «жидкость-баротропный газ» в цилиндрической области и прямоугольном канале в условиях, близких к

невесомости: установлено существование двух классов решений, соответствующих поверхностным волнам в окрестности границы сопряжения и внутренним волнам, при этом решения из разных классов асимптотически разделяются на бесконечности; построен проекционный метод решения этих задач, основанный на вариационном подходе; получено интегральное представление оператора, обратного к оператору потенциальной энергии.

4. Впервые построены вычислительные схемы для нахождения устойчивых равновесных форм поверхности жидкости и критических для устойчивости значений коэффициента перегрузки для гидросистемы «жидкость-баротропный газ» в цилиндрическом контейнере и прямоугольном канале в условиях, близких к невесомости; получены таблицы равновесных форм для различных значений коэффициента перегрузки и объема жидкости, найдена граница области устойчивости гидросистемы.

Обоснованность и достоверность результатов заключается в использовании хорошо проверенных экспериментальных и теоретических методов исследования, корректности математических доказательств и высокой степени согласованности экспериментальных и теоретических результатов.

Научное и практическое значение полученных результатов. Среди наиболее важных результатов, стоит отметить следующие:

1. В задаче о равновесном состоянии гидросистемы «жидкость-баротропный газ» в условиях, близких к невесомости, найдены условия устойчивости и граница области устойчивости равновесного состояния, зависящая от коэффициента перегрузки. В частности, как в общем случае, так и в случаях прямоугольного канала и осесимметричного сосуда, получены спектральная задача, положительность знака минимального собственного значения которой является условием устойчивости равновесного состояния гидросистемы, а также характеристическое уравнение, корень которого определяет границу области устойчивости гидросистемы.

2. На случай проблемы малых колебаний гидросистемы «жидкость-баротропный газ» в условиях, близких к невесомости, распространен операторный подход сведения исходной начально-краевой задачи к эквивалентной задаче Коши для дифференциально-операторного уравнения в ортогональной сумме гильбертовых пространств, и изучены полученные начально-краевая и ассоциированная спектральная задачи. Установлены спектральные свойства и свойства системы собственные функций задачи о собственных колебаниях гидросистемы и получены условия сильной разрешимости начально-краевой задачи на произвольном отрезке времени, доказано обращение теоремы Лагранжа об устойчивости (о достаточных условиях неустойчивости сильного решения начально-краевой задачи); показано, что разложение сильного решения в ряд Фурье по собственным функциям спектральной задачи содержит три типа слагаемых, соответствующих экспоненциально неустойчивым режимам, линейно неустойчивым режимам и устойчивым колебательным режимам.

3. Изучены спектральные задачи с горизонтальной и негоризонтальной границей сопряжения, возникающие в проблеме собственных колебаний гидросистемы в условиях, близких к невесомости. В частности, установлено асимптотическое поведение собственных значений и наличие двух типов решений, соответствующих поверхностным и внутренним волнам. Важными с точки зрения приложений являются построенные в диссертационной работе проекционный метод, основанный на вариационных соотношениях для обобщенного решения, вычислительные схемы для нахождения равновесных состояний гидросистемы в цилиндрическом контейнере и прямоугольном канале в условиях близких к невесомости, а также полученные с их применением численные результаты.

Результаты исследований, представленные в диссертации, были получены автором лично. **Личный вклад соискателя** при выполнении диссертационной

работы заключается в исследовании поставленных задач, доказательстве утверждений основной части диссертации, проведении вычислительных экспериментов и обработке полученных результатов. Кроме этого, автор принимал участие в обсуждении результатов исследования в рабочих группах и на семинарах кафедры.

Использование результатов диссертационной работы. Полученные в диссертации новые научные результаты могут быть использованы в научных и прикладных разработках научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений Министерства образования и науки и Национальной академии наук, которые специализируются в отрасли гидродинамики, в том числе для изучения влияния слабого гравитационного поля на гидродинамические системы (например, Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Математического института имени Стеклова Российской академии наук, Российского университета Дружбы Народов, Воронежского государственного университета, Южного федерального университета, Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского).

Публикации по теме диссертации полностью отражают содержание работы и содержат основные результаты и положения, защищаемые автором. Материалы диссертации изложены в 19 печатных работах, из них: 7 научных статей в специализированных изданиях из списка ВАК («Украинский математический вестник», «Труды Института прикладной математики и механики НАНУ», «Динамические системы», «Journal of Mathematical Sciences», «Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского»), 1 статья в научном сборнике, 11 тезисов докладов на международных конференциях.

Вывод. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что

диссертационная работа Газиева Эскендера Линуровича «**Задачи статики, устойчивости и малых колебаний гидросистемы «жидкость-баротропный газ» в условиях, близких к невесомости**» удовлетворяет требованиям, которые предъявляются к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

На основании результатов тайного голосования и принятого решения, специализированный совет присуждает Газиеву Эскендеру Линуровичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

Председатель

специализированного ученого совета

К 52.051.10, д. ф. - м. н., профессор

И. В. Орлов

Ученый секретарь

специализированного ученого совета,

к. ф. - м. н., доцент

Ф. С. Стонякин

Подписи Орлова И.В.

и Стонякина Ф.С. заверяю

Учёный секретарь ТНУ им. В.И. Вернадского

Л.М. Митрохина

М.П. « _____ » 20__ года

Аттестационное дело зарегистрировано в Минобрнауки России
под № _____

Утверждено решение специализированного ученого совета о присуждении
ученой степени кандидата наук решением аттестационной коллегии
Минобрнауки России

«_____» 20 ___ года

Выдан диплом _____

Начальник отдела _____