

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.340.16
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. И. ЛОБАЧЕВСКОГО»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 25 декабря 2024 г.
протокол № 5/24

О присуждении Трифонову Константину Николаевичу ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Задачи хаотической динамики гамильтоновых и обратимых систем» по специальности 1.1.2 – Дифференциальные уравнения и математическая физика принята к защите 18 октября 2024 года, протокол №2/24, диссертационным советом 24.2.340.16, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования России, 603022, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, приказ № 2140/нк от 27.11.2023.

Соискатель Трифонов Константин Николаевич, 1995 года рождения, в 2019 году закончил институт Информационных технологий, математики и механики по специальности «Математика», с присуждением степени магистра «Математики». В период с 01.10.2019 по 30.09.2023 обучался в аспирантуре ФГАОУ ВО «Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского». Форма обучения очная, направление: 01.06.01 - «Математика и механика», направленность: 01.01.02 - «Дифференциальные уравнения и математическая физика». Справка об обучении в образовательной организации регистрационный номер № 066/А от 15.10.2024 года выдана ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». В период подготовки диссертации Трифонов Константин Николаевич работал в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского» в должности младшего научного сотрудника института информационных технологий, математики и механики.

Диссертация выполнена на кафедре теории управления и динамики систем Института информационных технологий, математики и механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Лерман Лев Михайлович, основное место работы: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, главный научный сотрудник международной лаборатории динамических систем и приложений.

Официальные оппоненты:

Глызин Сергей Дмитриевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой компьютерных сетей ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»;

Давыдов Алексей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теории динамических систем ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывается следующим:

Доктор физико-математических наук, профессор, Глызин Сергей Дмитриевич является известным специалистом в теории динамических систем и ее приложениям к математическим моделям. Основные работы последних лет посвящены исследованию динамики и бифуркаций в задачах нелинейной динамики.

доктор физико-математических наук, профессор, Давыдов Алексей Александрович является известным специалистом в теории особенностей и теории бифуркаций динамических систем. Основные его работы последних лет посвящены исследованию динамики и бифуркаций управляемых многомерных систем.

Ведущая организация – ФГБУН Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук

— в своем **положительном заключении**, подписанным доктором физико-математических наук, профессором, член-корреспондентом РАН, заведующим отделом механики ФГБУН Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук **Болотиным Сергеем Владимировичем** и утвержденным **Трещевым Дмитрием Валерьевичем** доктором физико-математических наук, профессором, академиком РАН, директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук, указано, что диссертация Трифонова Константина Николаевича на тему «Задачи хаотической динамики теории гамильтоновых и обратимых систем» удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2 – Дифференциальные уравнения и математическая физика. В отзыве отмечается актуальность темы диссертации, научная новизна исследований и полученных результатов, теоретическая и практическая значимость работы, степень достоверности результатов. В отзыве подчеркивается, что диссертация Трифонова Константина Николаевича представляет собой законченное исследование, которое вносит существенный вклад в развитие теории многомерных гамильтоновых систем и многомерных обратимых динамических систем. Полученные в ней результаты и методы могут быть применены как в теории динамических систем, так и при исследовании систем из приложений. При рассмотрении диссертационной работы у ведущей организации возник ряд замечаний: 1. не всегда информативны и подробны подписи к рисункам. Например, на стр. 20 рисунок 1.2 подписан: « $c=0$ », лучше бы было подписать: «Уровень гамильтониана при $c=0$ ». 2. Имеются опечатки. Например, на стр. 37 в формулировке теоремы 7 написано имеет однообходную эллиптическую гомоклиническую траекторию. Должно быть: однообходную эллиптическую периодическую траекторию. 3. В некоторых местах диссертации видны следы английского текста. Например, на стр. 71 на рисунке

остались обозначения на английском написано: «trace of ...». Также в некоторых местах диссертации видны следы перевода с английского языка. 4. Приведенный в диссертационной работе список литературы включает 117 наименований. При этом ссылки по тексту диссертации приведены не на все наименования. Например, отсутствует ссылка на п.65 списка литературы. Тем не менее, отмеченные мелкие недостатки не снижают общей положительной оценки работы, значимости ее основных результатов в целом.

Выбор ведущей организации обосновывается высокой квалификацией сотрудников ведущей организации в теории динамических систем и ее приложений.

Всего по теме диссертации автором **опубликовано** 14 работ, из них 6 работ - в журналах, рекомендованных ВАК РФ при защите по специальности 1.1.2. Основные результаты, выносимые на защиту, являются новыми и принадлежат автору. В работах, выполненных совместно, автору принадлежат доказательства всех основных результатов, вошедших в диссертацию.

Наиболее значимые **научные работы** по теме диссертации:

1. Lerman L.M., Trifonov K.N. Geometry of symplectic partially hyperbolic automorphisms on 4-torus //Dynamical Systems. – 2020. – V. 35, № 4. – P. 609-624.
2. Лерман Л.М., Трифонов К.Н. Топология симплектических частично гиперболических автоморфизмов 4-мерного тора //Математические заметки. – 2020. – Т. 108, № 3. – С. 474-476.
3. Lerman L.M., Trifonov K.N. Saddle-center and periodic orbit: Dynamics near symmetric heteroclinic connection //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science. – 2021. – V. 31, № 2.
4. Трифонов К.Н. О частично гиперболических симплектических автоморфизмах шестимерного тора //Теоретическая и математическая физика. – 2022. – Т. 212, № 2. – С. 287-302.
5. Lerman L.M., Trifonov K.N. Symplectic partially hyperbolic automorphisms of 6-torus //Journal of Geometry and Physics. – 2024. – V. 195. – P. 105038.

6. Kulagin N.E., Lerman L.M., Trifonov K.N. Twin heteroclinic connections of reversible systems //Regular and Chaotic Dynamics. – 2024. – V. 29, № 1. – P. 40-64.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

1. Отзыв официального оппонента, доктора физико-математических наук (01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление), профессора **Глызина Сергея Дмитриевича**, заведующего кафедрой компьютерных сетей ФГБОУ ВО «Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова». Отзыв на диссертацию положительный. В отзыве отмечается, что диссертационная работа К.Н. Трифонова «Задачи хаотической динамики теории гамильтоновых и обратимых систем» удовлетворяет всем, предъявляемым требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук (пп.9-11, 13, 14 постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»), а ее автор, Трифонов Константин Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.2 – Дифференциальные уравнения и математическая физика. Отзыв содержит замечания: 1) В диссертационной работе теоремы и леммы практически никак не выделяются, в результате читателю не всегда понятно, (особенно, если отсутствует слово *доказательство*), где заканчивается утверждение. Интересно, что в автореферате теоремы и леммы выделены курсивом. 2) Диссертационная работа в целом, хорошо проиллюстрирована, однако в пункте 1.11 (о счетном множестве гомоклиник седло-центра) иллюстрация, к сожалению, отсутствует. 3) Аналогичное замечание касается приведенных в работе примеров. Во второй и третьей главе разобраны вполне содержательные примеры, позволяющие лучше понять результаты глав. В первой главе такого примера нет. 4) В работе имеется некоторое (некритическое) количество опечаток и технических неисправностей.

По мнению оппонента, указанные замечания не являются существенными и не снижают общий высокий научный уровень диссертации.

2. Отзыв официального оппонента, доктора физико-математических наук (01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление), профессора **Давыдова Алексея Александровича**, заведующего кафедрой теории динамических систем ФГБОУ ВО «Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова». Отзыв на диссертацию положительный. В отзыве отмечается, диссертационная работа К.Н. Трифонова «Задачи хаотической динамики теории гамильтоновых и обратимых систем» отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор – Трифонов Константин Николаевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2 – Дифференциальные уравнения и математическая физика. Отзыв содержит замечания: 1) Теоремы 16 и 18 сформулированы неаккуратно. В обеих теоремах нужно заменить фразу «для любой окрестности контура...» на «для любой достаточно малой окрестности контура...». 2) В формулировке теоремы 19 следует указать, что рассматривается однопараметрическое семейство обратимых систем, гладко зависящих от параметра.

По мнению оппонента, указанные замечания не влияют на правильное понимание результатов при чтении работы, а свидетельствуют лишь о неаккуратности в формулировках, поэтому в целом не снижают общей положительной оценки работы, значимости ее основных результатов.

На автореферат поступило 2 отзыва.

1. Отзыв доктора физико-математических наук **Красильникова Павла Сергеевича**, профессора кафедры мехатроники и теоретической механики института №8 компьютерных наук и прикладной математики ФГБОУ ВО

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». Отзыв на автореферат положительный. Отзыв содержит замечания:

1. Определение обратимости векторного поля $v(x)$ содержит неточность: присутствует лишний оператор D в формуле $DL(v(x)) = -v(L(x))$ на стр. 5. 2. На той же странице 5 содержится неверная фраза «а траектория, которая пересекает $Fix(L)$ дважды, является периодической траекторией, период которой равен времени перехода от одной точки пересечения к другой». В действительности, период равен удвоенному времени перехода. Вместе с тем, указанные замечания имеют непринципиальный характер и не снижают общей высокой оценки работы

2. Отзыв доктора физико-математических наук, профессора Сидоренко Владислава Викторовича, ведущего научного сотрудника ФГУ «Федерального исследовательского центра Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук». Отзыв на автореферат положительный. Отзыв содержит вопросы и замечания: 1) в тексте автореферата не указано, в каком смысле соискатель понимает термин «хаотическая динамика», присутствующий в названии диссертации; 2) отмечено, что указав на стр. 13 на два типа симметричных гетероклинических контуров, соискатель предлагает назвать их случаем 1 и случаем 2, но в следующем абзаце, формулируя теорему 1, соискатель пишет о контурах типа 1 и типа 2. Следует ли здесь считать термины «случай» и «тип» синонимами? 3) на стр. 20 цитируется статья Гонченко и Тураева (2017), опубликованная в Трудах МИАН. При наличии русскоязычной версии статьи цитата дана на ее перевод, опубликованный в *Proceeding of the Steklov Institute of Mathematics*. По мнению автора отзыва, сделанные замечания не имеют принципиального характера и не снижают ценности диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

доказаны теоремы о существовании счетного семейства трансверсальных гомоклинических траекторий для седловой периодической траектории, счетных семейств эллиптических периодических траекторий в окрестности изучаемого

симметричного гетероклинического контура обратимой гамильтоновой системы с двумя степенями свободы.

доказано для общего однопараметрического семейства обратимых гамильтоновых систем, имеющего при критическом значении параметра симметричный гетероклинический контур, существование счетного множества значений параметра, при которых соответствующая система семейства имеет гомоклиническую траекторию седло-центра.

получены для гетероклинического контура первого типа в обратимых системах, состоящего из двух несимметричных седло-фокусов и двух симметричных невырожденных гетероклинических траекторий, доказательства теорем о существовании однопараметрического семейства симметричных периодических траекторий, накапливающихся к контуру, о существовании счетных семейств 2-обходных контуров и конечного числа 3-обходных гетероклинических контуров первого типа и доказательство теоремы о существовании счетных семейств n -обходных гомоклинических траекторий к каждому симметричному седло-фокусу для контура второго типа, состоящего из двух симметричных седло-фокусов и двух несимметричных гетероклинических траекторий.

доказаны для контуров первого типа в общем однопараметрическом семействе обратимых систем теоремы о существовании счетных семейств несимметричных гомоклинических траекторий для каждого седло-фокуса, для контуров второго типа – теоремы о существовании счетного множества значений параметра, накапливающихся к критическому, при которых соответствующая система имеет 2-обходный контур второго типа.

получена классификация частично гиперболических симплектических автоморфизмов 6-мерного тора как с одномерным неустойчивым слоением, так и с двумерным неустойчивым слоением в транзитивном и разложимом случаях.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Значимость результатов исследования состоит в том, что они вносят вклад в развитие теории многомерных гамильтоновых и обратимых динамических систем, а методы исследования могут быть применены для характеристики хаотического поведения таких систем при изучении структуры траекторий и ее бифуркаций при

вариации уровня гамильтониана и/или параметров в окрестностях гетероклинических контуров различного типа.

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

Полученные результаты могут найти практическое применение при решении конкретных задач, связанных с исследованием пространственной структуры стационарных и бегущих локализованных волн для уравнений с частными производными и интегро-дифференциальных уравнений, в задачах неголономной механики, которые могут быть представлены в виде обратимых систем дифференциальных уравнений.

Результаты диссертации могут быть использованы при проведении научных исследований в академических НИИ (Математический институт им. В.А. Стеклова, ИПФ РАН, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, и др.), при исследовании задач из приложений и при преподавании спецкурсов по качественной теории и теории бифуркаций на физико-математических факультетах в вузах (Московский и Санкт Петербургский университеты, Нижегородский госуниверситет, Высшая школа экономики, Саратовский госуниверситет и др.)

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

результаты являются новыми, строго доказанными, обоснованными и прошедшими многостороннюю апробацию;

при доказательстве теорем использовались методы теории гладких динамических систем (векторных полей и диффеоморфизмов на гладких многообразиях), методы теории бифуркаций, методы теории нормальной формы и методы симплектической геометрии и топологии.

Личный вклад соискателя состоит в:

- решении задачи описания динамики вещественно-аналитической обратимой гамильтоновой системы с двумя степенями свободы в окрестности ее гетероклинического контура, состоящего из симметричного седло-центра, симметричной седловой периодической траектории в том же уровне гамильтониана и пары несимметричных гетероклинических

- траекторий, переставляемых инволюцией;
- **решении** задачи описания динамики гладкого четырехмерного обратимого векторного поля в окрестности гетероклинического контура, состоящего из двух несимметричных седло-фокусов, переставляемых инволюцией, и двух симметричных невырожденных гетероклинических траекторий, связывающих седло-фокусы;
 - **решении** задачи описания динамики гладкого четырехмерного обратимого векторного поля в окрестности гетероклинического контура, состоящего из двух симметричных седло-фокусов и двух несимметричных гетероклинических траекторий, переставляемых инволюцией, связывающих оба седло-фокуса;
 - **описании** топологической классификации возможных типов поведения траекторий симплектических автоморфизмов на 6-мерном торе как с одномерным неустойчивым слоением, так и с двумерным неустойчивым слоением.
 - **построении** примеров симплектических автоморфизмов на 6-мерном торе во всех изучаемых случаях, как транзитивных, так и разложимых
 - а также в подготовке публикаций и участии в международных конференциях с докладами по теме диссертационного исследования.

В ходе защиты диссертации критические замечания высказаны не были. Соискатель Трифонов К.Н. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и замечания.

Диссертация Трифопова К.Н. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для развития теории многомерных гамильтоновых систем и теории многомерных обратимых динамических систем. Она соответствует всем требованиям, предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, обозначенным в пунктах 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. (с изменениями на 20.03.2021 г.).

На заседании 25 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение

присудить Трифонову Константину Николаевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2 – Дифференциальные уравнения и математическая физика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного
совета 24.2.340.16



Золотых Николай Юрьевич

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.340.16

Бирюков Руслан Сергеевич

Дата оформления заключения: 25 декабря 2024 года