

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий отделением астрономии
Физического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова
академик РАН
Анатолий Михайлович Черепашук



«15» февраля 2017 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кафедры астрофизики и звёздной астрономии Физического факультета ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Диссертация «Транзиентная динамика возмущений в астрофизических дисках» выполнена на кафедре астрофизики и звёздной астрономии Физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

В период подготовки диссертации соискатель Раздобурдин Дмитрий Николаевич учился в аспирантуре Физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» на кафедре астрофизики и звёздной астрономии.

В 2013 году окончил астрономическое отделение Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности «Астрономия».

В 2017 году окончил очную аспирантуру Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности «01.03.02 — астрофизика и звёздная астрономия».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2017 году Физическим факультетом Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научные руководители — д.ф.-м.н., проф. Шакура Николай Иванович, заведующий отделом Релятивистской астрофизики Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова и к.ф.-м.н., Журавлёв Вячеслав Вячеславович научный сотрудник отдела Релятивистской астрофизики Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

По результатам рассмотрения диссертации «Транзиентная динамика возмущений в астрофизических дисках» принято следующее заключение:

Диссертационная работа «Транзиентная динамика возмущений в астрофизических дисках» является законченным научным исследованием, удовлетворяет всем требованиям, предъявленным «Положением о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова» к диссертациям на соискание учёной степени «кандидат наук МГУ», и соответствует специальности «01.03.02 — астрофизика и звёздная астрономия».

Научная новизна данной работы заключается в том, что:

1. Исследована линейная динамика волновых пакетов, состоящих из глобальных звуковых мод в геометрически тонком квазикеplerовском газовом торе. Показано, что максимально возможный фактор роста их амплитуды имеет квазипериодическую форму и достигает значительной величины, которая обратно пропорциональна отношению протяженности диска к его толщине.

2. С использованием вариационного метода оптимизации проанализирована линейная динамика глобальных транзиентных адиабатических возмущений в геометрически тонком кеплеровском диске с внутренней границей. Показано, что и на азимутальном масштабе, значительно превышающем геометрическую толщину диска, максимально возможным фактором роста обладают сдвиговые вихри в форме лидирующих спиралей. Энергия этих крупномасштабных вихрей усиливается в десятки раз за период времени, соответствующий нескольким оборотам вещества на внутренней границе диска.
3. Впервые получено необходимое и достаточное условие существования транзиентно растущих линейных возмущений для двумерного вращательного потока идеальной жидкости.
4. Получена кривая оптимального роста крупномасштабных сдвиговых вихрей с учетом диссипативных эффектов, а также релятивистских эффектов отклонения орбитальной и эпициклической частот от их ньютоновских значений. Показано, что в релятивистских областях газовых дисков рост крупномасштабных вихрей усиливается обратно пропорционально четвертой степени эпициклической частоты и может значительно превосходить рост аналогичных вихрей с азимутальным масштабом, много меньшим толщины диска. Дана интерпретация кривой оптимального роста глобальных сдвиговых вихрей на языке локальной модели транзиентной динамики возмущений во вращательном сдвиговом потоке.

Результаты диссертации, выносимые на защиту, отражены в следующих публикациях:

1. Zhuravlev, V. V., Razdoburdin, D. N., «A study of the transient dynamics of perturbations in Keplerian discs using a variational approach», **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, vol. 442, p. 870--890 (2014)
2. Razdoburdin, D. N., Zhuravlev, V. V. «Transient growth of perturbations on scales beyond the accretion disc thickness», **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, vol. 467, p. 849--872 (2017)
3. Раздобурдин, Д.Н., Журавлев, В.В. «Транзиентная динамика возмущений в астрофизических дисках» **Успехи физических наук**, т. 185, с. 1129--1161 (2015)
4. Раздобурдин Д.Н., Журавлёв В.В. «Оптимальный рост малых возмущений в тонких газовых дисках», **Письма в Астрономический журнал**, т. 38, с. 1--11 (2012)
5. Шакура Н.И., Постнов К.А., Липунова Г.В., Маланчев К.Л., Журавлев В.В., Раздобурдин Д.Н., Кочеткова А.Ю., Ялмарсдоттер Л., Аболмасов П.К., Чашкина А.А. «Аккреционные процессы в астрофизике», **Физматлит**, Москва (2015)
6. Razdoburdin D. N. «Transient dynamics of large scale vortices in Keplerian disk», **Astronomical and Astrophysical Transactions**, vol. 29, p. 353--362 (2016)

Личный вклад соискателя:

Пять работ из шести (номера 1-5) публикаций, перечисленных в списке публикаций по теме диссертации, выполнены в соавторстве. В совместных публикациях автор участвовал на равноправной основе на всех этапах работы. Автором разработаны программные коды для поиска оптимальной линейной комбинации собственных функций, для расчёта эволюции линейных возмущений как в невязком случае, так и с учётом кинематической и объёмной вязкости, получены системы сопряжённых уравнений для вязкой и невязкой задач, доказано необходимое и достаточное условие существования транзиентно растущих линейных возмущений для двумерного вращательного потока идеальной жидкости, проведены вычисления кривых оптимального роста.

Диссертация «Транзиентная динамика возмущений в астрофизических дисках» Раздобурдина Дмитрия Николаевича рекомендуется к защите на соискание учёной степени «кандидат наук МГУ» по специальности «01.03.02 — астрофизика и звёздная астрономия».

Заключение принято на основании заседания кафедры астрофизики и звёздной астрономии 15 февраля 2017 года. На заседании присутствовали сотрудники ГАИШ, в том числе зав. кафедрой академик РАН Черепашук А.М., д.ф.-м.н. проф. Засов А.В., д.ф.-м.н. проф. Липунов В.М., зав. кафедрой д.ф.-м.н. проф. Расторгуев А.С., д.ф.-м.н. проф. Постнов К.А., д.ф.-м.н. проф. Шакура Н.И., д.ф.-м.н. Бычков К.В., к.ф.-м.н. Журавлёв В.В., вед. программист Петроченко Л.Н., асп. Маланчев К.Л., асп. Морченко Е.С.

Заведующий кафедрой астрофизики и звёздной астрономии
Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
академик РАН



А.М. Черепашук

Куратор аспирантов астрономического отделения
Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
вед. программист



Л.Н. Петроченко