

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института  
астрономии Российской академии наук  
проф. РАН, д.ф.-м.н. Сачков М. Е.  
"27" февраля 2025 г.



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ,  
в которой выполнена диссертация**

Выписка из протокола Астрофизического семинара Института астрономии Российской академии наук (ИНАСАН) от 27 февраля 2025 г. Присутствовали 39 научных сотрудников, в том числе:

д.ф.-м.н. Д. В. Бисикало, д.ф.-м.н. Д. З. Вибе, к.ф.-м.н. С.В. Верещагин, д.ф.-м.н. Т. А. Рябчикова, д.ф.-м.н. Н. Н. Самусь, к.ф.-м.н. О.В. Кочина, д.ф.-м.н. А. В. Тутуков, д.ф.-м.н. А.С. Расторгуев, д.ф.-м.н. Б.М. Шустов, д.ф.-м.н. Л. И. Машонкина, д.ф.-м.н. М. В. Барков, д.ф.-м.н. Ю. А. Фадеев, к.ф.-м.н. М. С. Мурга, д.ф.-м.н. О.Ю. Малков, д.ф.-м.н. Н. Н. Чугай, к.ф.-м.н. Длужневская О.Б., к.ф.-м.н. Чупина Н.В., к.ф.-м.н. Соболев А.В., к.ф.-м.н. Романовская А.М., к.ф.-м.н. Чулков Д.А., к.ф.-м.н. Барабанов С.И., к.ф.-м.н. Копылов Е.А., к.ф.-м.н. Максимова Л.А., к.ф.-м.н. Кирсанова М.С., к.ф.-м.н. Акимкин В.В., к.т.н. Наливкин М.А., к.ф.-м.н. Карицкая Е.А., к.ф.-м.н. Биленко И.А., д.ф.-м.н. Павлюченков Я.Н., к.ф.-м.н. Кайгородов П.В., д.ф.-м.н. Расторгуев А.С., д.ф.-м.н. Селезнев А.Ф., к.ф.-м.н. Сурдин В.Г., к.ф.-м.н. Нароенков С.А., к.ф.-м.н. Щербина М.П., к.ф.-м.н. Постникова Е.С., д.ф.-м.н. Саванов И.С.

Слушали: доклад М. Д. Сизовой о диссертации «Сближение Солнечной системы со звездными скоплениями», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – физика космоса, астрономия.

Сизова Мария Дмитриевна, род. 13.12.1992, в 2017 г. окончила Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана и получила степень специалиста по направлению «Системы автоматического управления летательными аппаратами». В период 2017 - 2021 гг. проходила обучение в аспирантуре ИНАСАН. Работает в ИНАСАН в отделе Физики звездных систем с октября 2018 г. младшим научным сотрудником до настоящего времени. Научным руководителем является к.ф.-м.н. Верещагин Сергей Викторович, старший научный сотрудник отдела Физики звездных систем ИНАСАН.

По итогам обсуждения диссертации «Сближение Солнечной системы со звездными скоплениями» принято следующее заключение:

**Актуальность.** Рассеянные звездные скопления (РЗС) важны для изучения как эволюции отдельных звезд, так и дисковой составляющей населения Галактики. В последние годы по данным Gaia удалось значительно увеличить наблюдательный материал для исследования скоплений. Обнаружены тысячи ранее неизвестных РЗС. Это предоставляет широкое поле деятельности для изучения скоплений, понимания их эволюции и строения. Широко использован алгоритм Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (HDBSCAN) для поиска звездных скоплений по данным Gaia DR3. Полученные результаты оказались революционными. Было обнаружено 7167 скоплений, из которых 2385 являются новыми объектами-кандидатами, а 4782 соответствуют объектам, уже описанным в литературе, в том числе 134 шаровых скопления. При более детальном подходе каталог содержит надежные данные для 4105 скоплений, из которых 739 — новые. Авторы также указывают, что многие скопления не удалось обнаружить, включая 1152 скопления из каталога Milky Way Global Survey of star Clusters (MWSC). Многие из них можно детально исследовать и рассчитать вероятности членства звезд в скоплениях, определить возраст, металличность и другие параметры. Процесс обработки данных привел к обнаружению обширных гало и приливных шлейфов (хвостов), образующихся в результате распада скоплений. Согласно численным экспериментам, в течение 150 млн лет приливные шлейфы могут растягиваться на расстояние до 1.2 кпк. В ряде работ найдены доказательства существования приливных шлейфов Гиад, содержащих звезды, потерянные скоплением. С учетом приливных шлейфов пространственные размеры скопления оказываются намного больше, чем считалось ранее (до  $\geq 100$  пк от центра скопления). Структура Гиад постоянно уточняется. Выбор достаточно разнообразных по возрасту, массе, химическому составу и положению в галактическом диске скоплений — таких как NGC 2158, King 11 и Гиады — позволил получить новые знания об их строении, кинематике, а также изучить эффекты влияния РЗС на малые тела при их возможном сближении с Солнечной системой в прошлом. Приливные шлейфы Гиад могут достигать до 800 пк, если они не были разрушены за последние 650 млн лет из-за проходов вблизи гигантских молекулярных облаков, спиральных рукавов, ударных волн и других событий.

**Научная новизна.** Следующие результаты получены впервые:

1. Уточнены физические и кинематические параметры скоплений NGC 2158 и King 11 по данным Gaia DR2 и Gaia EDR3.
2. Впервые рассчитаны моменты минимальных сближений рассеянных звездных скоплений с Солнечной системой. Составлен и опубликован каталог сближений РЗС и Солнечной системы.
3. Выполнено оригинальное исследование, в рамках которого впервые показано, что РЗС Гиады проходили около Солнечной системы (на расстоянии  $\sim 25$  пк

приблизительно один миллион лет назад. Сделана оценка гравитационного эффекта влияния скопления на кометы внешних частей Солнечной системы. Обнаруженный эффект необходимо учитывать наряду с другими эффектами, например, с влиянием приливных сил Галактики и газопылевых облаков.

**Научная и практическая значимость.** Представленные в диссертации результаты вносят вклад в понимание кинематики рассеянных звездных скоплений и их взаимодействия с Солнечной системой, уточняя влияние сближений на облако Оорта. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования влияния сближений скоплений на малые тела Солнечной системы, что важно для изучения процессов формирования и эволюции облака Оорта и появления новых комет.

**Степень достоверности полученных результатов.** Достоверность представленных в диссертационной работе результатов обусловлена обсуждением результатов диссертации на научных конференциях и семинарах, а также публикацией их в рецензируемых журналах.

**Личный вклад соискателя.** Автор принимал активное участие в постановке задачи, подборе и обработке наблюдательных данных, проведении численных расчетов, моделировании, а также в обсуждении полученных материалов, их подготовке к публикации. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором в результате совместных исследований, опубликованных с соавторами в научных статьях.

В частности, автором:

1. Составлен каталог скоплений, сближавшихся с Солнечной системой.
2. Установлено, что скопление Гиады сближалось с Солнечной системой.
3. Рассчитаны параметры движения скоплений NGC 2158 и King 11.

Основные результаты по теме диссертации опубликованы в 4 статьях в журналах, рекомендованных ВАК. Также автор принимал участие в работе над 9 статьями и 2 тезисами докладов.

По представленному докладу на семинаре ИНАСАН были заданы следующие вопросы:

Н. Н. Чугай. О входных параметрах интегрирования и получаемых данных о скоплениях.

А. Ф. Селезнев. Об использовании различных потенциалов при расчетах движения скоплений.

Д. З. Вибе. О величине ошибки при расчетах движения скоплений.

Д. В. Бисикало: В расчетах взаимодействие скопление-Солнечная система рассмотрено как мгновенное или на интервале времени?

Докладчик ответил на все поставленные вопросы.

Диссертация Сизовой Марии Дмитриевны «Сближение Солнечной системы со звездными скоплениями» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – физика космоса, астрономия.

Секретарь Астрофизического семинара ИНАСАН  
к.ф.-м.н. В. В. Акимкин

Ученый секретарь ИНАСАН  
к.ф.-м.н. М. С. Мурга



Bkenn-

27.02.2025