

## Отзыв

официального оппонента о диссертации Сергиенко Марии Викторовны «Создание системы генетических связей метеорных потоков и их родительских тел с использованием синтетического метода», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Диссертационная работа посвящена исследованию малых тел Солнечной системы в контексте их связи с астероидами с помощью разработанного синтетического метода. В рамках данной тематики была выполнена следующая работа: разработка синтетического метода, основанного на объединении критериев разного типа в одну систему, разработка алгоритма нахождения пороговых значений критериев синтетического метода, создание метода отбора кандидатов, которые являются возможными родительскими телами метеорных потоков, оценка взаимосвязей в группах, отождествленных с потоками объектов, а также анализ орбитальных и физико-химических параметров групп околоземных астероидов.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Общий объем работы представлен на 218 страницах, включает 55 рисунков и 72 таблицы. Список литературы состоит из 185 наименований.

Актуальность работы не вызывает сомнений, т.к. исследование малых небесных тел очень важно для понимания эволюции Солнечной системы, а также для построения моделей распределения метеороидного вещества в околоземном пространстве, что имеет практическую значимость, связанную с защитой космических аппаратов от космических угроз.

Во введении представлен материал, посвященный актуальности, новизне исследования, описанию целей и задач работы, объясняется научная и практическая значимость, методы и методология исследования, обосновываются основные положения, выносимые на защиту, описывается достоверность, апробация работы, личный вклад автора, приводятся основные публикации по теме диссертации, указывается объем диссертации и описываются основные разделы работы.

В первой главе хорошо изложен материал, показывающий современную ситуацию в области исследования малых небесных тел, и обсуждаются существующие проблемы по поиску генетических связей для метеорных потоков. Автором проанализирован реестр потоков, и сделан вывод, что потоки, имеющие низкую активность – малые метеорные потоки, изучены плохо, для них в основном не определено родительское тело, и недостаточно изучены их возможные родственные связи с околоземными астероидами. Для групп околоземных астероидов проведен анализ их орбитальных, физических и химических характеристик, сделан вывод, что по параметрам поиска родственности с метеорными потоками наиболее подходят астероиды из групп Аполлоны и Амуры.

Во второй главе анализируется построение синтетического метода для поиска родственных связей среди малых небесных тел. Разработанный синтетический метод состоит из совокупности критериев Драммонда, Холшевникова, параметров  $\mu$  и  $v$ , параметра Тиссерана и включает долготу перигелия. Показаны результаты проведенного тестирования имеющихся D критериев. Обосновывается принцип включения в синтетический метод D критерия Драммонда, как менее чувствительного к геометрии орбит и ошибкам наблюдений разными методами. Показаны результаты тестирования на устойчивость квазистационарных параметров и параметра Тиссерана, которые включены в синтетический метод как дополнительные критерии. Также, объяснена имеющаяся проблема отсутствия метода определения верхних значений критериев, по которым можно производить отбор родственных тел.

В третьей главе описывается решение вышеуказанной проблемы и приводится разработанный способ по определению верхних значений по каждому критерию синтетического метода. Обосновывается, что критическое значение, с которым производится сравнение рассчитанного значения между средней орбитой метеорного потока и орбитой астероида, стоит вводить для каждого критерия синтетического метода в отдельности и для каждого метеорного потока индивидуально. Вводится авторская методика отбора отождествленных с метеорным потоком родительских тел, и обосновывается ее применение. Вводится параметр – фактор Р, на основе которого осуществляется конечный отбор вероятных родительских тел метеорного потока. Описывается создание автоматизированного программного комплекса, с помощью которого осуществляется техническая реализация разработанных методов. Приводятся результаты применения синтетического метода, метода введения пороговых значений критериев, метода отбора кандидатов в родительские тела к малым метеорным потокам в исследовании их связи с АСЗ.

Четвертая глава посвящена анализу результатов применения синтетического метода, метода введения пороговых значений критериев, метода отбора кандидатов в родительские тела к метеорным потокам δ-Канкриды, k-Цигниды, h-Виргиниды, р-Геминиды с целью исследования их связи с АСЗ. Отождествленные с помощью синтетического метода с метеорными потоками АСЗ проверены и проанализированы на генетическую связь между собой. Для метеорного потока δ-Канкриды получены структурные параметры. Выполнен анализ профилей численности метеоров и профили по распределению масс в потоке. Для радиантов ветвей потока получена их структура и вычислены их координаты.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы и предложена их практическая реализация, а также указаны перспективы дальнейшей работы.

В приложение помещены графики сравнения значений Д критериев и таблицы по проверке взаимосвязей отождествленных астероидов в дополнение к главам диссертационной работы.

Научная новизна работы определяется результатами, полученными в диссертации. Все результаты оригинальны и опубликованы впервые.

Теоретическая и практическая значимость заключается в том, что созданный синтетический метод позволил получить более достоверные генетические связи околоземных объектов; разработанный алгоритм для верхних значений критериев позволит более точно определять генетические связи между малыми телами; реализованный отбор отождествленных астероидов позволит более достоверно определять родственные связи с метеорными потоками; для δ-Канрид получены структурные параметры, которые помогли более точно определить долготу узла наиболее вероятного родительского тела.

Достоверность полученных результатов подтверждается их согласием с результатами, опубликованными другими авторами.

Результаты работы автором докладывались на 4-х всероссийских и 12 международных конференциях.

Результаты диссертации изложены в 9 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК и 10 публикаций в других изданиях.

Автореферат полностью отражает результаты, изложенные в диссертационной работе.

Некоторые замечания по диссертации:

1. Стр. 8. «...и анализировались наблюдения, полученные на телескопе Мини-МегаТортара» «...включили эти результаты в данную диссертационную работу, как дополнение к используемым базам данных». Не описывается какие именно

- параметры получены из наблюдений и как использование данных с Мини-МегАртторы повлияли на результаты.
2. Стр. 18. «Поэтому актуальной задачей является исследование таких метеорных потоков в контексте их генетических связей с астероидами, сближающимися с Землей (AC3).» Не разъяснено почему связь ищется именно с AC3.
  3. Стр. 18. «Возможно, что ряд AC3 могут быть ядрами потухших комет, которые утратили свою летучую составляющую за счет многократного прохождения перигелия». Надо бы привести ссылку на статью.
  4. Стр. 20. «...расчитываются элементы средней орбиты потока метеоров». Не объясняется, как производится расчет средней орбиты.
  5. Стр. 47, 48, 49, 51. В таблицах приводятся избыточное количество значащих цифр в величинах и их ошибках.
  6. Стр. 46 «На основании всего вышеизложенного мы пришли к выводу: телевизионный метод наиболее подходит для нашего исследования.». Почему данный метод является наиболее подходящим для исследования?
  7. На стр. 48 «В метеороидный поток входят десятки спорадических потоков, происхождение которых и их родительские тела неизвестны, но все они связаны общим происхождением.». Нет ссылки на соответствующую работу.
  8. Стр. 73 формула  $D_j$ , рис. 2.1а на с. 77 и рис. 2 Приложения на с. 216. Указываются различные обозначения критерия Йопека при указании формулы ( $D_j$ ), на рис. 2.1а ( $D_{yop}$ ) и на рис. 2 Приложения ( $D_{YOP}$ ), это вносит некоторую путаницу в обозначениях.
  9. Стр. 77. При подписи к рисунку 2.1а не поясняется какие именно D критерии указаны на рисунке, написано только: «Рис. 2.1 а. Значения верхних пределов D критерии для главных метеорных потоков в зависимости от большой полуоси родительского тела».
  10. Стр. 81. «При условии, если  $T \leq 3.1$ , то орбита считается кометоподобной, если  $T > 3.1$ , то орбита классифицируется как астероидная [14, 137].» Желательно было бы уточнить, что параметр Тиссерана в данном случае рассчитывается относительно Юпитера.
  11. На стр. 93. автор пишет, что был предложен отличный от его метод определения  $DR_c$ . Нет какого-либо описания этого метода.

Некоторые редакционные замечания:

1. В тексте диссертации присутствуют на мой взгляд не очень нужные сокращения (их список приведен на стр. 198): СС - Солнечная система, МНТ- малые небесные тела, РТ- родительское тело, П-Р – эффект Пойтинга-Робертсона
2. Стр. 53, табл. 1.9 Параметр  $q$  написан большой буквой  $Q$ .
3. Стр. 57. «...наблюдений выполняются рабочие оценки и определяется достоверность различия или равенства параметров на основе соответствующих выборок.». Не хватает запятой после слова «оценки».
4. Стр. 68. «На рис. 1.7 а, б показано статистическое распределение числа астероидов по инвариантам Тиссерана...». Опечатка в слове «распределение».
5. Стр. 91. «Для последующего отбора орбиты астероидов моделировались на 5000 лет назад и было отобрано 9 связанных с потоком астероидов [145].» Нужна запятая после слова «назад».
6. Стр. 99. «...так и при последующей динамики их орбит в следствии эволюции». Предлог «вследствие» написан неправильно, а также нужно написать «при ... динамике»

10. Стр. 103. «Потом целесообразно проверить выделенные РТ для метеорного потока на предмет не являются ли отобранные тела одним ранее распавшимся телом». Не хватает запятой после слова «предмет».
11. Стр. 183. «Оценить возраст потока на основе эффекта П-Р потока, можно за счет корреляции орбит по графику». Опечатка в слове «корреляции».
12. Стр. 195. «...и проанализированы зависимости большой полуоси от массы и эксцентриситета от массы». Опечатка в слове «полуоси».

Приведенные выше замечания не имеют критического значения и не влияют на научную суть диссертации, а и имеют рекомендательный характер для дальнейшей работы М.В.Сергиенко.

М.В.Сергиенко выполнена большая фундаментальная работа на высоком научном уровне. Результаты работы опубликованы в 9 статьях, рекомендованных ВАК.

Личный вклад автора заключается: в проведении анализа физико-химических параметров околоземных астероидов для выявления группы астероидов, в которой нужно производить поиск родительских тел для метеорных потоков; произведении тестирования имеющихся критериев подобия орбит на устойчивость; обосновании объединения критериев генетической общности в единую систему; разработке и создании синтетического метода генетических связей малых небесных тел; разработке и применения на практике алгоритма определения пороговых значений для всех критериев и независимый способ отбора кандидатов в родительские тела для метеорных потоков; произведении анализа параметров в группах родительских тел для исследуемых метеорных потоков и изучения структуры потока δ-Канкриды.

Все положения, выносимые на защиту, обоснованы и достоверны. Работа имеет большую научную и прикладную ценность, а ее результаты могут быть использованы в астрономических учреждениях нашей страны (ГАО РАН, ИНАСАН, ГАИШ МГУ, КФУ, ИКИ РАН, УрФУ и др.).

Считаю, что диссертация Сергиенко Марии Викторовны «Создание системы генетических связей метеорных потоков и их родительских тел с использованием синтетического метода» полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «1.3.1. Физика космоса, астрономия»

Доктор физико-математических наук,  
главный научный сотрудник, заведующий Лабораторией наблюдательной астрометрии  
Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН

«05» октября 2023 г.

Девяткин Александр Вячеславович

196140, Россия, г. Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, д. 65, корп. 1  
Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН  
Тел.: +7(812)363-7245, e-mail: a9kin@mail.ru

Подпись А.В. Девяткина удостоверяю,  
Зав. отделом кадров ГАО РАН  
05.10.2023



Е.А.Смирнова