

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационное исследование Нарзиева Мирхусена на тему «**Исследование физико-кинематических свойств метеороидов по результатам комбинированных радиолокационных и оптических наблюдений**», представленное на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.42. Астрометрия и небесная механика.

Диссертационная работа Нарзиева Мирхусена посвящена решению актуальной научной проблемы современной метеорной астрономии — исследованию комплексных физико-кинематических характеристик метеороидов на основе комбинированных радиолокационных и оптических наблюдений. Исследование базируется на многолетнем наблюдательном материале, полученном в Гиссарской астрономической обсерватории Института астрофизики Национальной академии наук Таджикистана, и представляет собой фундаментальный вклад в развитие метеорной астрономии, небесной механики и физики малых тел Солнечной системы.

### 1. Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности.

Тема диссертационного исследования полностью соответствует Паспорту номенклатуры специальностей ВАК при Президенте Республики Таджикистан по специальности 1.3.42. Астрометрия и небесная механика, в частности по следующим пунктам:

*п.2. Разработка методов определения положения в пространстве и движения небесных тел. Сюда относятся все методы, основанные на наземных и внеатмосферных астрономических наблюдениях, включая радиолокацию и лазерную локацию, а также определение массы, формы и гравитационных полей небесных тел на основе анализа наблюдений с Земли и данных космических аппаратов.*

*п.4. Исследование динамической эволюции систем небесных тел на различных временных масштабах.*

*п.7. Интерпретация результатов изучения движения небесных тел с целью построения геометрической, кинематической и физической картины мира.*

Основные результаты исследования относятся к разработке и совершенствованию методов определения координат, скоростей, орбитальных и физических характеристик малых тел Солнечной системы, исследованию динамической эволюции метеороидных потоков и интерпретации наблюдательных данных с целью построения физической картины распределения метеороидного вещества в околоземном пространстве.

## **2. Актуальность темы исследования**

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений. Исследование метеороидов и их взаимодействия с атмосферой Земли имеет важное фундаментальное и прикладное значение. Современные задачи изучения метеороидной среды связаны не только с проблемами космогонии и эволюции Солнечной системы, но и с вопросами астероидно-кометной опасности, обеспечения безопасности космических полётов, прогнозирования и предотвращения столкновений крупных космических объектов с Землёй, а также исследованиями верхней атмосферы и ионосферы Земли.

Особую актуальность работе придаёт использование комбинированных радиолокационных и оптических методов наблюдений, позволяющих одновременно исследовать физические и кинематические характеристики метеороидов. Подобный подход даёт возможность проводить калибровку результатов радиолокационных наблюдений по данным оптических измерений, получать кривые свечения и ионизации одних и тех же метеоров, а также извлекать комплексную информацию об их физико-химических, динамических и кинематических свойствах.

## **3. Степень научной новизны результатов диссертации и положения, выносимые на защиту.**

Научная новизна диссертации является значительной и заключается в следующем:

- впервые исследованы вариации интенсивности свечения и ионизации вдоль следов одних и тех же метеоров с различными скоростями;
- изучены зависимости отношения интенсивностей свечения и ионизации от скорости движения и химического состава метеороидов;
- получены экспериментальные ионизационные кривые более 1100 метеоров и выполнена их классификация;
- разработана методика определения физических характеристик радиометеоров, наблюдаемых с одного пункта наблюдений;
- впервые скорости метеоров определены тремя независимыми методами, включая новый пеленгационно-временной радиометод;
- создан новый каталог радиантов, скоростей, орбит и атмосферных траекторий 8916 радиометеоров, зарегистрированный в Центре метеорных данных Международного астрономического союза;
- идентифицирован 431 метеорный поток и ассоциация, значительная часть которых выявлена впервые;
- определены параметры распределения метеорных тел по массам для ряда дневных и ночных метеорных потоков.

Научные положения, выносимые на защиту, логически вытекают из содержания диссертации, являются обоснованными, хорошо аргументированными и подтверждаются большим объёмом наблюдательного материала.

#### **4. Степень изученности научной темы.**

Автором выполнен обстоятельный анализ отечественных и зарубежных исследований в области метеорной астрономии, а также радиолокационных и оптических наблюдений метеоров. В диссертации рассмотрены классические и современные работы, посвящённые процессам абляции метеороидов, исследованию вариаций интенсивности свечения и

ионизации вдоль следов одних и тех же симультанно зарегистрированных метеоров, изучению зависимости отношения интенсивности свечения к ионизации от скорости и химического состава метеороидов, измерению скоростей совместно зарегистрированных метеоров комбинированным радиооптическим и новым пеленгационно-временным радиометодами, а также определению их масс, плотностей, скоростей и орбитальных характеристик.

Следует отметить хорошее владение автором современным состоянием исследуемой проблемы, глубокое понимание рассматриваемых вопросов и умение критически анализировать результаты предшествующих исследований.

#### **5. Объём и структура диссертации.**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций, списка цитированной литературы и публикаций автора по теме исследования. Она содержит 306 страниц машинописного текста, включает 39 рисунка и 40 таблиц список литературы включает 307 наименований зарубежных и отечественных авторов.

**Во введении** обоснованы актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, степень их достоверности и личный вклад автора.

**В первой главе** рассмотрены физические основы абляции метеороидов в атмосфере Земли, процессы формирования и распада метеорных следов. Разработан полуэмпирический метод определения масс и плотностей метеороидов по данным радиолокационных наблюдений с одного пункта, а также предложена математическая модель кривых ионизации с учётом различных механизмов разрушения метеороидов.

**Во второй главе** представлены результаты комбинированных оптико-радиолокационных исследований метеоров. Разработаны методики поиска,

регистрации и обработки совместных наблюдений, исследованы вариации интенсивности свечения и ионизации вдоль следов одних и тех же метеоров, а также предложены методы определения физических характеристик метеороидов по данным радиолокационных наблюдений.

**В третьей главе** исследованы физические свойства метеороидов на основе совместных оптических и радиолокационных наблюдений. Определены зависимости коэффициента ионизации от скорости, изучены механизмы разрушения метеороидов и впервые получены параметры распределения метеорных тел по массам для ряда метеорных потоков.

**Четвёртая глава** посвящена определению радиантов, скоростей, орбит и атмосферных траекторий метеоров. Автором внедрён пеленгационно-временной радиометод измерения радиантов и скоростей метеоров, создан каталог, содержащий данные о 8916 радиометеорах, а также выполнен анализ распределения их радиантов.

**В пятой главе** рассмотрены вопросы идентификации метеорных потоков и ассоциаций по результатам радиолокационных наблюдений. На основе анализа более 10 тысяч индивидуальных метеоров выявлены сотни потоков и ассоциаций, определены их физические характеристики и исследованы особенности распределения метеороидного вещества.

**Выводы и рекомендации** содержат основные результаты диссертационного исследования и логически завершают работу.

## **6. Научная, практическая и социальная значимость диссертации.**

Научная значимость работы заключается в расширении современных представлений о физических и кинематических свойствах метеороидов, их распределении в Солнечной системе и процессах взаимодействия с атмосферой Земли.

Практическая значимость исследования определяется созданием нового каталога радиометеоров, разработкой и внедрением новых методов обработки радиолокационных наблюдений, а также возможностью

использования полученных результатов при решении задач мониторинга метеороидной среды, оценки метеороидной опасности и обеспечения космической безопасности.

Полученные результаты представляют значительный научный и практический интерес для метеорной астрономии, небесной механики, геофизики и космических исследований.

#### **7. Публикации**

Основные результаты диссертации отражены в 52 научных публикациях, включая 1 монографию, 29 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, а также 22 публикации в материалах международных и республиканских научных конференций. Полученные результаты прошли достаточную апробацию и получили положительную оценку научного сообщества на международных и республиканских научных мероприятиях.

#### **8. Соответствие диссертации требованиям Комиссии**

Диссертационная работа Нарзиева Мирхусена соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, содержит новые научно обоснованные результаты, имеющие важное значение для развития метеорной астрономии, небесной механики и исследований малых тел Солнечной системы.

Автор диссертации Нарзиев Мирхусен заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.42. Астрометрия и небесная механика.

#### **9. Автореферат диссертации**

Автореферат диссертации полно и объективно отражает содержание, основные положения, научные результаты и выводы диссертационной работы и соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней,

утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года № 267.

#### **10.Замечания по диссертации**

Несмотря на высокий научный уровень диссертации, по работе имеются отдельные замечания:

1. В тексте диссертации встречаются отдельные стилистические, орфографические и технические неточности, а также повторения некоторых формулировок.

2. Часть рисунков и графиков целесообразно представить в более крупном масштабе, что способствовало бы улучшению восприятия и наглядности полученных результатов.

3. В отдельных разделах диссертации наблюдается определённая перегруженность описательным материалом, что несколько затрудняет восприятие наиболее важных результатов исследования.

4. Представляет интерес более детальное сопоставление полученных результатов с современными зарубежными каталогами радиометеоров и данными высокочувствительных радиолокационных систем нового поколения.

Однако отмеченные замечания носят частный характер, не затрагивают основных научных положений диссертации и не снижают её научной и практической ценности.

В целом диссертация Нарзиева Мирхусена на тему «Исследование физико-кинематических свойств метеороидов по результатам комбинированных радиолокационных и оптических наблюдений», представленная на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.42 – Астрометрия и небесная механика, является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-методическом уровне. Диссертация соответствует требованиям пунктов 31, 33, 34 и 35 Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого

постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года № 267, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.42. Астрометрия и небесная механика.

**Официальный оппонент,**

Доктор физико-математических наук,  
профессор, главный научный сотрудник  
Института фундаментальных и прикладных  
исследований при Национальном  
исследовательском университете

«ТИИИМСХ»



Абдужаббаров Ахмаджон

Адилжанович

Адрес: 100000, Ташкент, Мирзо-Улугбекский район, ул. Кары Ниязи, 39/А

Телефон: +998974801787

Е-mail: [ahmadjon@astrin.uz](mailto:ahmadjon@astrin.uz).

Подпись д.ф.-м.н.,

Абдужаббаров А.А. заверяю:

Начальник ОК Института  
фундаментальных и прикладных  
исследований при Национальном  
исследовательском университете

«ТИИИМСХ»

Специалист отдел кадров:



Гуломова Манзура Гуломовна

(печать организации)

Дата: 3 « ИЮНЬ » 2026 г.