НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
ИНСТИТУТ АСТРОФИЗИКИ

УДК 523.682 – 523.683

На правах рукописи

НУРЗОДА Хабибджон Файзали

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕТЕОРНЫХ ПОТОКОВ И АССОЦИАЦИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности: 01.03.00 – Астрономия
(01.03.01 – Астрометрия и небесная механика)

Душанбе-2025

Диссертация выполнена в Отделе межпланетных тел Института астрофизики Национальной академии наук Таджикистана.

Научный руководитель – **Нарзиев Мирхусен,**
кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела межпланетных тел Института астрофизики Национальной академии наук Таджикистана

Официальные оппоненты – **Нуритдинов Салохитдин Насритдинович,**
доктор физико-математических наук, профессор кафедры ядерная физика и астрономия физического факультета Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,

Сафаров Абдулджалол Гафурович,
кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой астрономии физического факультета Таджикский национальный университет.

Ведущая организация: – **Чирчикский государственный педагогический университет**

Защита диссертации состоится “08” января 2026 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-055 при Физико-техническом институте им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана, по адресу: 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Айни, 299/1, факс (+992-372)25- 79-14. Зал заседаний ученого совета ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ. E-mail: shuro.ift@gmail.com.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Физико-технического института им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана и на сайте www.phti.tj.

Автореферат разослан «____» ноября 2025 года

Ученый секретарь диссертационного совета

6D.KOA-055, доктор филасофии (PhD) **Каюмов М.М.**

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Метеорные потоки – это увлекательное явление, которое можно наблюдать в атмосфере Земли. Они возникают, когда Земля на своем пути пересекает орбиты роев метеороидов. Земля обычно проходит через метеорный рой за несколько дней или недель. Толщина метеорного роя может быть определена по времени наблюдения метеорного потока и характеризует расстояние, которое Земля проходит сквозь рой.

Метеороидные потоки и ассоциации являются малоизученной частью метеорного вещества. Считается, что они являются остатками материала, из которого 4.5 миллиарда лет назад образовались планеты Солнечной системы (СС). Исследование физических, кинематических и динамических характеристик потоков и ассоциаций метеороидов имеет значение не только для метеорной астрономии, но и представляет интерес для решения вопросов космонавтики и космогонии тел СС, обеспечения безопасности космических миссий и предотвращения космических угроз на Земле. Данные о физических и кинематических свойствах метеороидных потоков и ассоциаций дают информацию о первоначальном состоянии материи, которая породила кометы или астероиды. Сегодня уже без сомнений можно утверждать, что в метеорных потоках присутствуют крупные тела и группы метеоритообразующих метеороидов [1-7]. Следовательно, метеорные потоки и ассоциации представляют собой возможные источники больших объектов, падение которых на Землю способно привести к катастрофическим последствиям. Одна из возможных причин катастрофического исчезновения крупнейших живых организмов (например, исчезновения динозавров миллионы лет назад), а также нанотехнологии, которые в последнее время часто упоминаются в СМИ, возможно, связаны с космическими катастрофами, вызванными столкновением ядер комет и астероидов с планетой Земля. Возможно, самыми яркими примерами последней эпохи являются падения Тунгусского и Челябинского метеоритов. Следовательно, исследование метеороидов в потоках и ассоциациях представляются неотложной проблемой и в прикладных и фундаментальных исследованиях.

Ранее физико-кинематические свойства метеороидов, относящихся к основным ежегодным метеорным потокам, были исследованы на основе данных оптических наблюдений. Однако из-за статистической недостаточности данных оптических наблюдений, которые частично связаны с нестабильностью погодных условий и временем года, физико-кинематические характеристики метеороидов в малых потоках и ассоциациях (особенно дневных) изучены недостаточно. Единственным способом, который позволяет исследовать метеорные потоки и ассоциации, время действия которых приходится на дневное время суток, является радиолокационный метод.

На основе данных радиолокационных наблюдений кинематические свойства метеороидов в потоках и ассоциациях были ранее исследованы в работах Кащеева и др. [8], Лебединеца и др. [9], Волощука и Горелова [10] и других авторов. Однако для редукции данных наблюдений авторами был использован импульсно-дифракционный метод. Согласно Кащееву и др. [8], импульсно-дифракционный метод измерения радиантов и скоростей метеоров применим для редукции 15–25% зарегистрированных метеоров. Исключение большого количества метеоров из редукции приводит к искажению реальной картины распределения радиантов метеоров на небесной сфере. Пеленгационно-временной радиометод измерения радиантов и скоростей индивидуальных метеоров, был разработан в Институте астрофизики Чеботаревым [11], который превосходит импульсно-

дифракционный метод как по чувствительности (в 3 раза), так и по точности измерений (в 1.7 раза). В диссертации для редукции данных радиолокационных наблюдений метеоров, полученных в ГисАО, использован пеленгационно-временной радиометод [12-14].

Степень изученности научной проблемы, теоретическая и методологическая основы исследований. Изучение метеорных потоков и ассоциаций является актуальной проблемой современной метеорной астрономии, поскольку метеорное вещество формирует околоземную космическую среду и оказывает влияние на безопасность космических аппаратов. В настоящее время накоплен значительный объём данных о характеристиках метеорных потоков, их орбитальных параметрах и динамических особенностях, отражённых в отечественных и международных каталогах. Однако до настоящего времени остаются нерешёнными задачи точной идентификации потоков, выявления новых ассоциаций и систематизации больших массивов радиолокационных данных, особенно для дневных метеоров и слабых потоков.

Исследование физических, кинематических и динамических характеристик потоков и ассоциаций метеороидов имеет важное значение для метеорной астрономии, космогонии тел Солнечной системы и обеспечения безопасности космических миссий. Данные о физических и кинематических свойствах метеороидов позволяют судить о первоначальном состоянии вещества, породившего кометы и астероиды. Установлено, что в метеорных потоках присутствуют крупные тела и группы метеоритообразующих метеороидов [1–7], что указывает на их возможную связь с потенциально опасными объектами, о чём свидетельствуют Тунгусское (1908 г.) и Челябинское (2013 г.) события.

Физико-кинематические характеристики метеороидов основных ежегодных потоков ранее изучались преимущественно по данным оптических наблюдений. Однако ограниченность этих данных вследствие погодных и сезонных факторов не позволяет полноценно исследовать слабые и дневные потоки. В таких случаях радиолокационный метод является наиболее эффективным и не зависящим от погодных условий и времени суток средством наблюдений.

Радиолокационные исследования метеоров проводились в работах Кащеева и др. [8], Лебединеца и др. [9], Волощука и Горелова [10] и др. При редукции данных использовался импульсно-дифракционный метод, пригодный лишь для 15–25% зарегистрированных метеоров [8], что приводило к искажению распределения радиантов. Для повышения точности измерений Чеботаревым [11] в Институте астрофизики был разработан пеленгационно-временной радиометод, превосходящий импульсно-дифракционный по чувствительности (в 3 раза) и точности (в 1,7 раза). В настоящем исследовании этот метод применён для редукции радиолокационных данных, полученных в Гисарской астрономической обсерватории [12–14].

Теоретическая основа работы базируется на законах небесной механики, теории движения малых тел Солнечной системы, методах статистического анализа и критериях динамического сходства орбит – D-критериях Саутворт–Хокинса и Йопека. Методологическая основа включает обработку и анализ радиолокационных наблюдений метеоров 1969–1970 гг., использование усовершенствованных методов кластерного анализа для выявления потоков и ассоциаций, определение физических параметров метеороидов (массы, плотности) и создание каталога метеорных потоков и ассоциаций с возможностью интеграции в международные базы данных. Применение такого подхода обеспечивает достоверность, высокую научную значимость и практическую ценность полученных результатов.

Связь исследования с программами (проектами), научной тематикой.

Тема диссертационного исследования соответствует Приоритетным направлениям научных и (или) научно-фундаменталных исследований, утвержденных в "Стратегии Республики Таджикистан в сферах науки, технологий и инноваций на период до 2030 года" (Решение Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 г., №263), и реализована в рамках проекта МНТЦ «Т-2113» и государственных проектов. Исследование направлено на реализацию Плана мероприятий на 2020-2025 годы по реализации объявления 2020-2040 годов «Двадцатилетием изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере образования и науки», утверждённого Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июля 2020 года, №427.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цели диссертационной работы:

- выявление новых метеорных потоков и ассоциаций по результатам радиолокационных наблюдений в ГисАО и изучение их кинематических свойств;
- исследование физических свойств метеороидов в потоках и ассоциациях.

Задачи исследования:

- использовать пеленгационно-временной радиометод для измерений радиантов, скоростей и орбит индивидуальных метеоров;
- идентифицировать метеорные потоки и ассоциации по результатам радиолокационных наблюдений в ГисАО;
- изучить физико-кинематические характеристики метеорных потоков и ассоциаций;
- создать каталог физико-кинематических характеристик потоков и ассоциаций метеороидов за декабрь, январь и февраль месяцы.

Объектом исследования в настоящей работе является выявление метеорных потоков и ассоциаций за декабрь, январь и февраль месяцы.

Предметом исследования является идентифицирование метеорных потоков и ассоциаций и изучение их физико-кинематических свойств.

Теоретические основы исследования. Теоретические основы диссертации составляют совокупность концепций, теорий и закономерностей небесной механики малых тел Солнечной системы, обеспечивающих методологическую базу работы. Исследование опирается на классические представления о движении метеороидов и их принадлежности к метеорным потокам и ассоциациям, а также на критерии динамического сходства орбит Саутворта–Хокинса и Йопека. В качестве основного метода использованы радиолокационные наблюдения — пеленгационно-временной радиометод, позволяющий выявлять слабые и дневные потоки, недоступные оптическим методом наблюдения. На основе анализа радиолокационных данных и применения методов кластеризации автором проведена идентификация 276 групп метеороидов, включая новые ассоциации и потоки, что подтверждает теоретическую и методологическую состоятельность исследования.

Научная новизна исследования:

- На основании данных радиолокационных наблюдений метеоров, проведённых в ГисАО с четырёх пунктов в декабре 1969 года, январе и феврале 1970 года (в отличие от большинства других станций, где наблюдения велись с трёх пунктов), были измерены радианты, скорости и орбитальные элементы метеоров.
- На основе измерений радиантов, скоростей и орбит 6544 радиометеоров идентифицированы 276 групп, включая метеорные потоки и ассоциации.

• Анализ показал, что среди 276 групп выделено: 86 метеорных потоков, включённых в базу данных ЦМД МАС; 85 ассоциации, изложенные в опубликованных работах; 105 новые группы (ассоциаций), которые не были отождествлены другими источниками.

• Обнаружены 85 подтверждённые ассоциации, предложенные для дальнейшего подтверждения их статуса как новых метеорных потоков.

• Впервые выявлены 105 новые группы метеороидов, продолжается дальнейшее исследование для подтверждения их статуса

• Определены массы и плотности метеороидов для всех 276 групп, включая метеорные потоки и ассоциации.

• Впервые создан новый каталог физико-кинематических характеристик групп метеороидов, включающий метеорные потоки и ассоциации, на основе радиолокационных наблюдений, выполненных в зимний сезон.

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования:

• Создан новый «Каталог физико-кинематических характеристик метеороидов потоков и ассоциаций по результатам радиолокационных наблюдений в ГисАО», который представляет ценную научно-прикладную значимость.

• Данные о распределении метеоров, включая метеорные потоки и ассоциации, в экваториальных, эклиптических и гелиоцентрических координатах, а также по скоростям и элементам орбит в небесной сфере, являются ценнейшим наблюдательным материалом. Эти данные представляют интерес не только в области метеорной астрономии, космонавтики и космогонии Солнечной системы, но также необходимы для решения задач обеспечения безопасности космических полётов, прогнозирования столкновений опасных космических объектов с Землёй и изучения процессов формирования Солнечной системы.

• Информация о массах и плотностях метеороидов в потоках и ассоциациях важна для исследования их структуры, определения параметров распределения метеорных тел по массам, оценки плотности падающего потока метеороидов на Землю и других аспектов, связанных с метеорной активностью.

Положения, выносимые на защиту:

• результаты анализа радиантов, скоростей и элементов орбит 6544 радиометеоров, измеренных пеленгационно-временным методом в ГисАО;

• итоги выявления групп скоплений метеороидов с использованием графического метода на основе двухмерного распределения экваториальных координат радиантов и скоростей;

• идентификация 276 групп метеороидов с применением D-критериев близости орбит Саутворта-Хокинса и Йопека;

• анализ 276 групп метеороидов, включая 86 установленных потоков, 85 подтверждённые ассоциации и 105 новый групп метеороидов;

• результаты вычислений линейной электронной плотности, радиовеличин, массы и плотности метеороидов потоков и ассоциаций;

• составление каталога физико-кинематических характеристик 276 групп метеороидов (потоков и ассоциаций) за декабрь, январь и февраль на основе радиолокационных наблюдений в ГисАО;

• результаты анализа каталога физико-кинематических характеристик 276 групп метеороидов (потоков и ассоциаций) за зимние месяцы.

Степень достоверности результатов.

Выводы и результаты, представленные в диссертации, заслуживают доверия, так как они основаны на современных, проверенных и объективных методах исследований, разработанных ведущими отечественными и зарубежными астрономическими учреждениями. В работе использованы методы импульсно-дифракционного и пеленгационно-временного измерения радиантов, скоростей и орбит метеоров, а также подходы для определения физических характеристик метеороидов с учётом совокупности факторов, влияющих на формирование кривой их свечения и ионизации. Применены критерии близости орбит Саутворта-Хокинса и Йопека для оценки степени схожести орбит. Анализ основан на наблюдательном материале, собранном в Институте астрофизики НАНТ, а также данных по метеорным потокам из признанных международных баз данных ЦМД МАС.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Тема диссертационного исследования соответствует Паспорту номенклатуры специальностей ВАК при Президенте Республики Таджикистан по специальности *01.03.00 – Астрономия* (*01.03.01 – Астрометрия и небесной механика)*, в частности 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, в том числе с применением радиолокации и лазерной локации. Определение массы, формы и гравитационных полей небесных тел на основе анализа наземных наблюдений и данных, полученных с помощью космических аппаратов.

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

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

Личный вклад автора. Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают персональный личный вклад автора. В частности:

• автор принимал участие в выполнении расчётных работ, подготовке первичных данных, и внесении их в компьютерные программы;

• вычисления радиантов, скоростей, орбит и физических параметров метеоров;

• идентификация метеорных потоков и ассоциаций графическим методом (по радиантам и скоростям) и по методу D-критериев близости орбит;

• составление Каталога физико-кинематических характеристик групп метеороидов в потоках и ассоциациях за декабрь, январь и февраль месяцы;

• в совместных публикациях, вычислениях, анализе и интерпретации результатов автору принадлежит равный с соавторами вклад.

Этапы исследования включали редукцию наблюдательных материалов, подготовку первичных данных, ввод их значений в компьютерные программы, а также расчёт орбит каждого метеороида. На следующем этапе осуществлялось выделение метеорных потоков и ассоциаций с использованием графического метода и D-критериев близости орбит. В результате были определены физические и кинематические параметры групп метеороидов, включая потоков и ассоциаций. На основе полученных данных был составлен каталог метеорных потоков и ассоциаций.

Апробация диссертации и информация об использовании её результатов. Основные результаты диссертации докладывались на семинаре «Малые тела СС» Института астрофизики НАНТ, а также на более 15 международных научных

конференциях: Международной научной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий» (Душанбе, Таджикистан, 19-20 мая 2016 г.); Международной научной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий» (Душанбе, Таджикистан, 11-12 мая 2017 г.); Международной научной конференции «CAMMAC-2017» (Vinnitsa (Ukraine), September 26-28, 2017); Международной научной конференции 3rd COSPAR Symposium (ICC) JEJU (South Korea, 18th - 22nd September, 2017); Международной научной конференции «Околоземная астрономия 2017» (п. Агой, Краснодарский край, Россия, 2-6 октября 2017 г.); Международной научной конференции «Современные проблемы физики» (Душанбе, Таджикистан, 29-30 июня 2018 г.); Международной научной конференции «EPSC-2018» (Berlin (Germany), 16-21 September, 2018); Международной научной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий» (Душанбе, Таджикистан, 2018 г.); Международной научной конференции «Электроэнергетика: Проблемы и перспективы развития энергетики региона» (Душанбе, Таджикистан, 21 декабря 2018 г.); Международной научной конференции «Околоземная астрономия 2019» (Казань, Россия, 2-6 октября 2019 г.); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы астрофизики», посвящённой 90-летию академика НАНТ П. Б. Бабаджанова (Душанбе, Институт астрофизики НАНТ, 15 ноября 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Современные проблнмы малых тел солнечной системы, текущее состояние и перспективы» (Душанбе, Таджикистан, 27-28 октября 2022 г.); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы астрофизики», посвященной «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» и 80- летию чл.-корр. НАНТ, д.ф.-м.н., профессора Ибадинова Х.И. (Душанбе, ТНУ, 17 апреля 2024 г.); Международной научно-практической конференции «Загадки происхождения комет и их связь с планетами», посвящённой 80-летию чл.-корр. НАНТ, д.ф.-м.н. Ибадинова Х.И. и «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» (Душанбе, Таджикистан, Институт астрофизики НАНТ, 26-27 апреля 2024 г.); 45th Scientific Assembly COSPAR 2024 (Пусан, Южная Корея, 13-21 июля 2024 г.); The fifteenth Moscow solar system symposium (15MS^3) (Москва, Россия, 21-25 октября 2024 г.); II Международной конференции по фундаментальным и прикладным исследованиям в области физики (Fundamental and Applied Research in Physics), (Национальном университете Узбекистан, г. Ташкент, 16–17 мая 2025 г.); I Республиканской научно-практической конференции «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций, цифровой экономики и национального государственного управления», НАНТ, Душанбе, 26 мая 2025 года; XXIX всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн» (РРВ’2025), Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ), Казань, Россия, 30.06 – 04.07.2025 г.

Опубликованные результаты диссертации. По результатам исследований опубликовано 16 статей и тезисов докладов. Из общего числа статей 2 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus, и 6 статей в рецензируемых журналах ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из 156 напечатанных страниц. Она включает введение, три главы, выводы, список литературы и приложение с каталогом физико-кинематических характеристик метеороидов потоков и

ассоциаций, содержащим 276 наименований. Работа иллюстрирована 38 рисунками и 5 таблицами. Список литературы включает 198 библиографических источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** представлены краткие определения исследуемых объектов, обоснована актуальность темы, определены основные цели диссертации и пути их достижения, сформулированы основные положения, вынесенные на защиту, предмет и методы исследования, список публикаций. Также приводится краткий обзор содержания диссертации, научная новизна и практическая значимость результатов.

В **главе 1** представлен краткий аналитический обзор опубликованных работ, которые связаны с изучением метеоров и физическими обоснованиями метеорного вещества. Рассматриваются методы регистрации метеороидов в земной атмосфере. При изучении метеоров с древних времен в зависимости от уровня развития науки и техники возникли разные способы и методы наблюдения, каждый из которых превосходит другой. Установлены методы наблюдения: визуальный, фотографический, видео- и телевизионный, и радиолокационный. Метеоры также регистрируются с помощью датчиков, установленных на геофизических ракетах, космических зондах и наземных радиостанциях.

Метод радиолокационного наблюдения основан на регистрации радиоволн по следу ионизированного метеора. Если мы знаем время сигнала от метеора и обратно, мы можем рассчитать расстояние до метеора. Радиолокационный метод, как и другие методы, позволяет определять характеристики метеоров, проводить базовые наблюдения (с двух и более точек наблюдения) и вычислять радианты и орбиты метеорных потоков.

Далее подробно описаныы методы регистрации и интерпретации метеороидов.

В **конце первой главы** приведены результаты распределения радиантов, скоростей, элементов орбит и данные атмосферных траекторий 6544 радиометеоров.

Данные наблюдений 6544 радиометеоров, охватывающих период с декабря 1969 года по февраль 1970 года, были внесены в базу данных орбитальной системы ЦМД МАС (IAU MDC). Для всех радиометеоров были рассчитаны параметры орбит, приведённые к эпохе J2000.0.

Наблюдения включают метеоры ярче $+5^{m}$, зарегистрированные в области неба с эклиптическими широтами от +90° до −23°. Эти данные представляют собой важный вклад в изучение динамики и распределения метеорных потоков, обеспечивая ценную информацию для анализа их орбитальных характеристик и классификации.

Радиометеорные данные, полученные ГисАО, содержат:

- геоцентрические параметры (геоцентрические экваториальные координаты радиантов и скоростей),
- гелиоцентрические Кеплеровы окулирующие элементы орбиты,
- некоторые физические величины: внеатмосферная масса, звездная величина радиометеора и линейная плотность электронов, рассчитанные для высоты центральной точки метеорного следа.

Распределение эклиптических долгот Солнца для метеоров неравномерно (рисунок 1), с тремя пиками: декабрьский (Геминиды, #4/GEM), январский (дневные и ночные потоки, спорадические метеоры) и февральский. Это отражает сезонные вариации активности метеорных потоков и влияние динамических факторов на их орбиты.

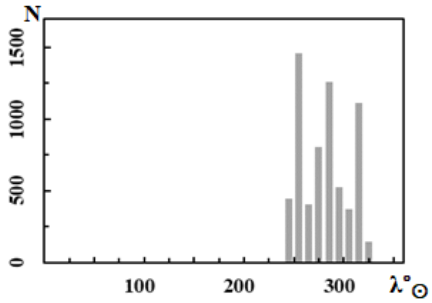


Рисунок 1. – Гистограммы выбранных параметров 6544 радиометеоров, наблюдаемых на ГисАО. Распределение эклиптической долготы Солнца – $\lambda_{\odot}$ (град.) при появлении метеора

Рисунок 1.2 показывает распределение метеоров по двум характеристикам - прямому восхождению и склонению в геоцентрической системе координат.

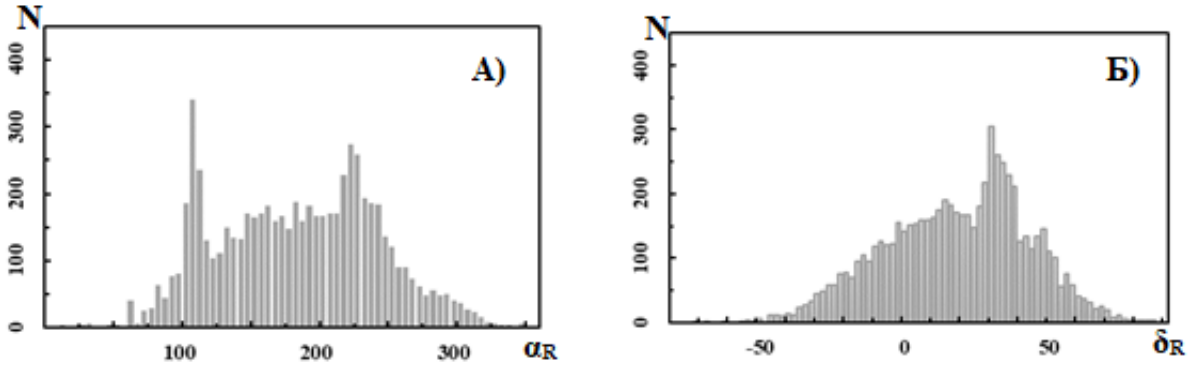


Рисунок 2. – Распределение метеоров по: А) прямому восхождению – α_R (град.) и Б) склонению – δ_R (град.) в геоцентрической системе координат

Используя итерационный метод отделения метеорного потока по аналогичному методу точки излома [15, 16], но с фиксированным порогом орбитального подобия D=0.1 оценивается с помощью D-критерия Саутворта-Хокинса [17]. Мы обнаружили, что в выборке ГисАО относительно хорошо определенный поток Геминид состоит из 223 метеороидов. На рисунке 3А мы проиллюстрировали распределение геоцентрических скоростей наших Геминид. Среднее значение V_g=35.1±2.1 км/с. Для менее ограничительного поиска, используя D=0.20, мы нашли 400 Геминид, для которых V_g=34.6±3.1 км/с. Эти результаты согласуются со скоростью Геминид 35±2.8 км/с, приведенной в [18]. Гистограмма геоцентрической скорости всей выборки ГисАО представлена на рисунке 3А, и ее характерное бимодальное распределение очевидно. Бимодальный характер этого распределения возникает из-за того, что значения геоцентрических скоростей представляют собой суперпозицию двух компонентов - гелиоцентрических орбитальных скоростей метеороидов и скорости Земли.

Рисунок 3А содержит два пика: один из них примерно 35-40 км/с, который связан с метеорными потоками Геминид и Квадрантид, а другой - примерно 50-55 км/с, который принадлежит другим малым потокам. На рисунке 3Б показано распределение гелиоцентрических скоростей метеороидов. В правом хвосте этого распределения мы отметили, что 340 метеороидов двигались по гиперболическим гелиоцентрическим орбитам. Некоторые из них на самом деле не являются гиперболическими. Гиперболическая орбита могла быть следствием неопределенности измерений, особенно из-за неопределенности

геоцентрической скорости. По мнению С. К. Всехсвятского [19], минимальные пределы для уверенных гиперболических орбит могут иметь величину эксцентриситета e=1.35, а меньшие значения эксцентриситета могут быть обусловлены ошибками измерений.

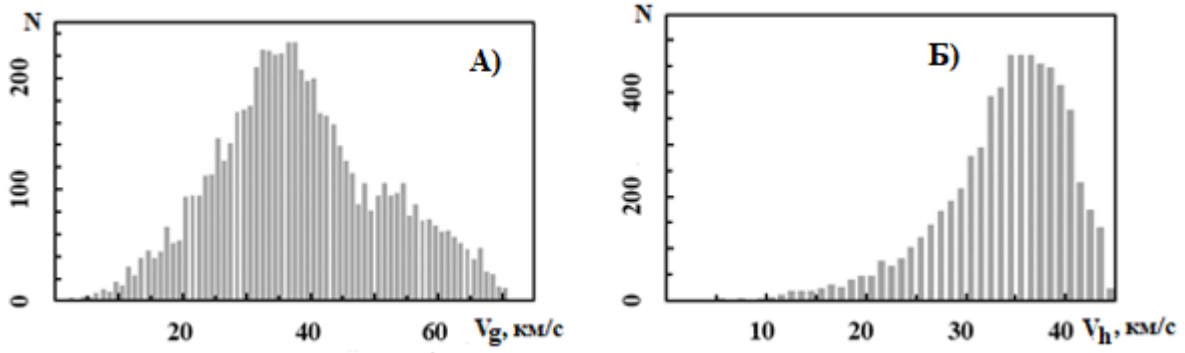


Рисунок 3. – Распределение А) геоцентрических и Б) гелиоцентрических скоростей метеороидов. Распределения имеют различные свойства: первое имеет два максимума, последнее − только один

В течение трёх месяцев (декабрь, январь и февраль) наблюдаются изменения числа метеоров, показанные на рисунке 4, с разделением на дневные и ночные. Максимумы приходятся на 22-24 часа мирового времени (4-6 часов местного), минимумы - на дневное время. Суточная кривая показывает ярко выраженный утренний максимум (5-6 часов местного времени), совпадающий с максимумом ночных спорадических слоев. Ночью вклад метеоров в ионизацию особенно заметен из-за отсутствия солнечной ультрафиолетовой радиации. Число метеоров растёт с вечера до утра из-за орбитального движения Земли (30 км/с), что увеличивает наблюдения на утренней стороне (в апексной точке) и уменьшает их на послеполуденной стороне (антиапексной).

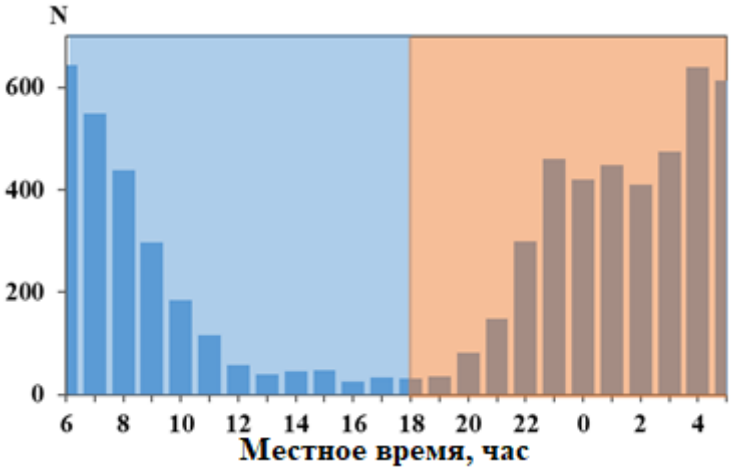


Рисунок 4. – Изменения часовых числа метеоров с декабря по февраль

В **главе 2** рассмотрены состояние и перспективы исследования метеорных потоков на основе оптических и радиолокационных наблюдений, а также проведена идентификация метеорных потоков и ассоциаций. По данным радиолокационных наблюдений изучены кинематические характеристики групп метеороидов, включая метеорные потоки и ассоциации, за декабрь, январь и февраль.

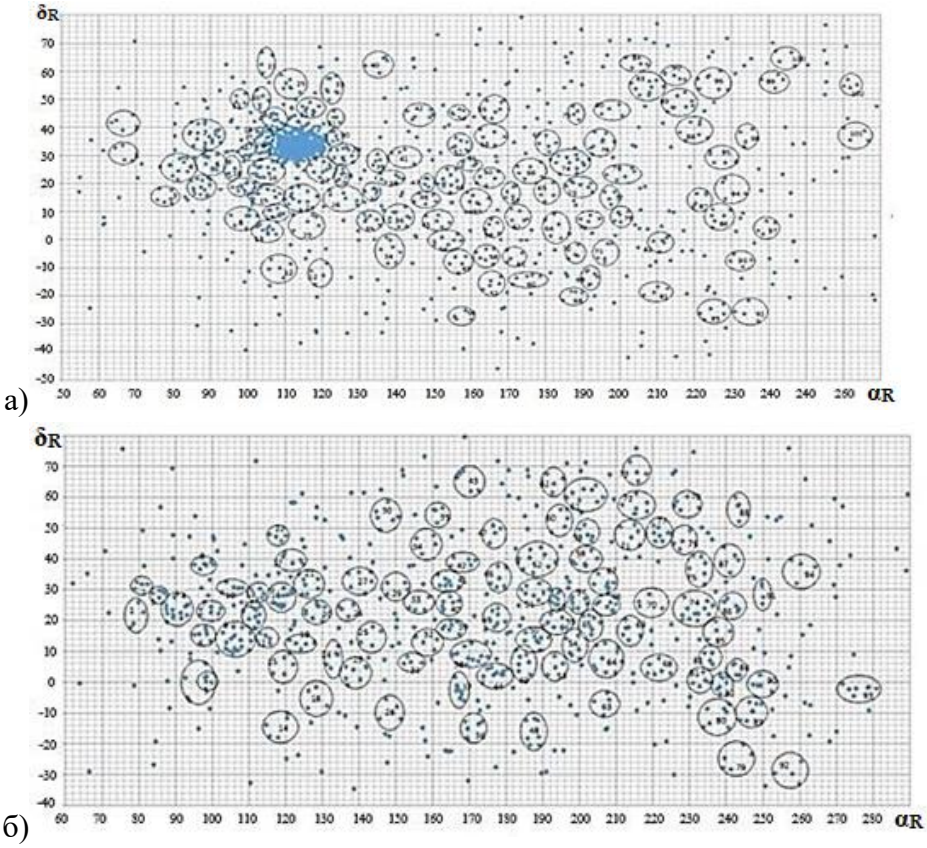
Отметим, что в декабре непрерывное круглосуточное радионаблюдение метеоров проводилось в два этапа. Первый этап охватывал период действия известного ежегодного метеорного потока Геминид с 7 по 15 декабря, а второй этап охватывал период действия спорадического метеорного фона с 19 по 24 декабря. Основные характеристики

наблюдательной аппаратуры МИР-2, методика наблюдений, обработка данных для измерения радиантов, скоростей, расчет элементов орбит и данные атмосферной траектории метеоров в виде каталога опубликованы в [20, 21].

Напомним, что в январе непрерывное круглосуточное радионаблюдение метеоров проводилось в два этапа. Первый этап охватывал с 1 по 16 января (включая период действия известного ежегодного метеорного потока Квадрантид). Второй этап охватывал период действия спорадического метеорного фона с 18 по 31 января.

В феврале месяце были начаты ежедневные круглосуточные радионаблюдения за метеорами. Для выявления групп метеороидов использовались данные о радиантах, скоростях и орбитах 1484 метеоров, измеренные с 1 по 28 февраля.

Идентификация метеороидов с потоками и ассоциациями проводилась в два этапа: а) графическим по двухмерному распределению по координатам радиантов и скоростей, и б) с применением критерия Саутворта-Хокинса [17] и критерия Йопека [22]. Результаты двухмерного распределения радиантов метеоров по прямому восхождению α_R и склонению δ_R приведены на рисунках 5-7.

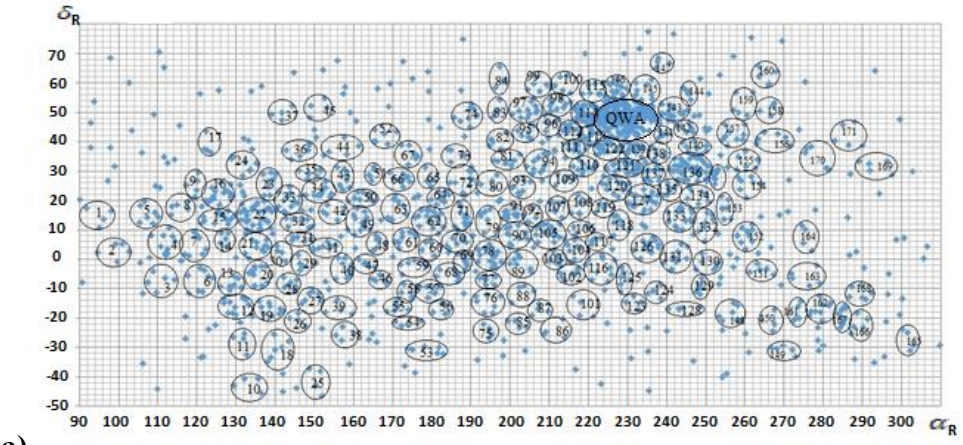


а)

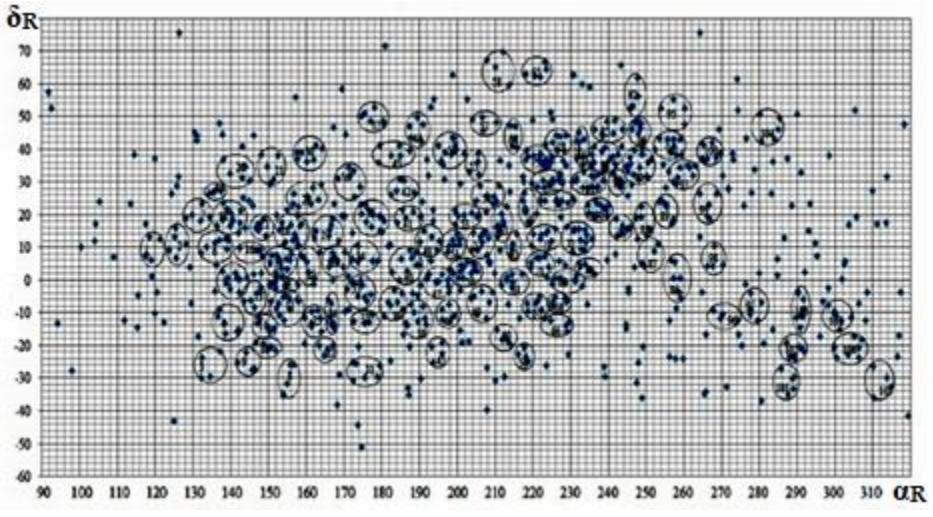
б)

Рисунок 5. - Двухмерное распределение радиантов метеоров по прямому восхождению – α_R (град.) и склонению – δ_R (град.) для периода наблюдений с 7 по 15 декабря и с 19 по 24 декабря

В гистограмме (рисунок 5а) четко выделяется концентрация радиантов метеороидов, принадлежащих метеорному потоку Геминид. Общая картина распределения метеороидов по координатам радиантов для потока Геминид похожа на эллипсоид. Это, по-видимому, связано с суточным смещением радианта. Смещение радианта определяют для того, чтобы более точно обозначить положение радианта внутри созвездия. Суточное смещение радианта возникает из-за движения Земли внутри метеорного потока.



а)



б)

Рисунок 6. – Двухмерное распределение метеоров по прямому восхождению – α_R (град.) и склонению – δ_R (град.) для периода наблюдений с 1 по 16 января и с 18 по 31 января

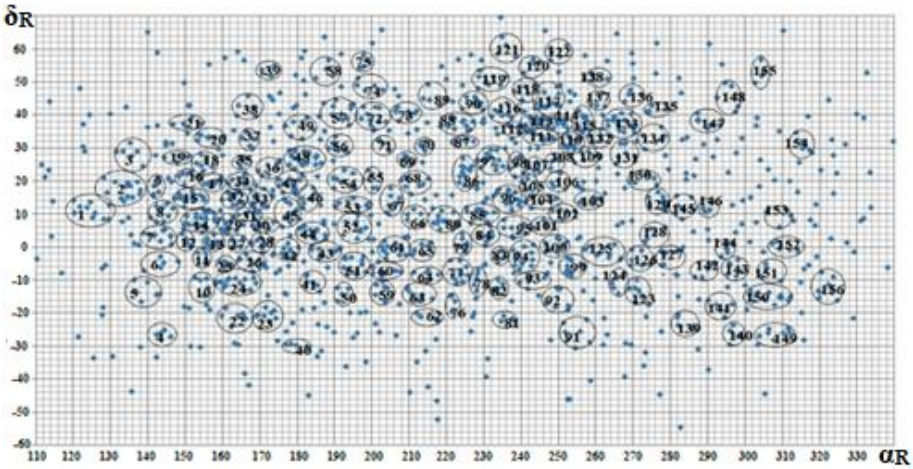


Рисунок 7. – Двухмерное распределение метеоров по прямому восхаждению – α_R (град.) и склонению – δ_R (град.) за февраль

На рисунках 5-7, наряду с областью радиантов метеороидов потоков Геминид и Квадрантид, наблюдается еще большое количество скоплений радиантов, то есть область превышения концентрации радиантов метеоров относительно спорадического фона. При этом каждой группе скопления радиантов метеороидов, выделяемой относительно спорадического фона, присвоен номер. Нумерация скопления радиантов произведена по мере увеличения прямого восхождения α_R и склонения δ_R. Формы большинства скоплений радиантов метеоров похожи на эллипс, что связано с суточным движением радианта

метеоров потоков и ассоциаций. Общее количество скоплений радиантов, определённое графическим методом, составляет 631 группу.

Положения геоцентрических радиантов Геминид показаны на рисунке 8а, а распределение координат радиантов α_R и δ_R в зависимости от долготы Солнца $\lambda_\odot$ - на рисунках 8б,в. Координаты радиантов и их суточные вариации определялись как по отдельным радиантам, так и по усреднённым координатам с шагом в 1° солнечной долготы. На основе этих данных вычислены средние геоцентрические радианты и суточное смещение радианта. Результаты представлены в таблице 1, включая данные из других исследований.

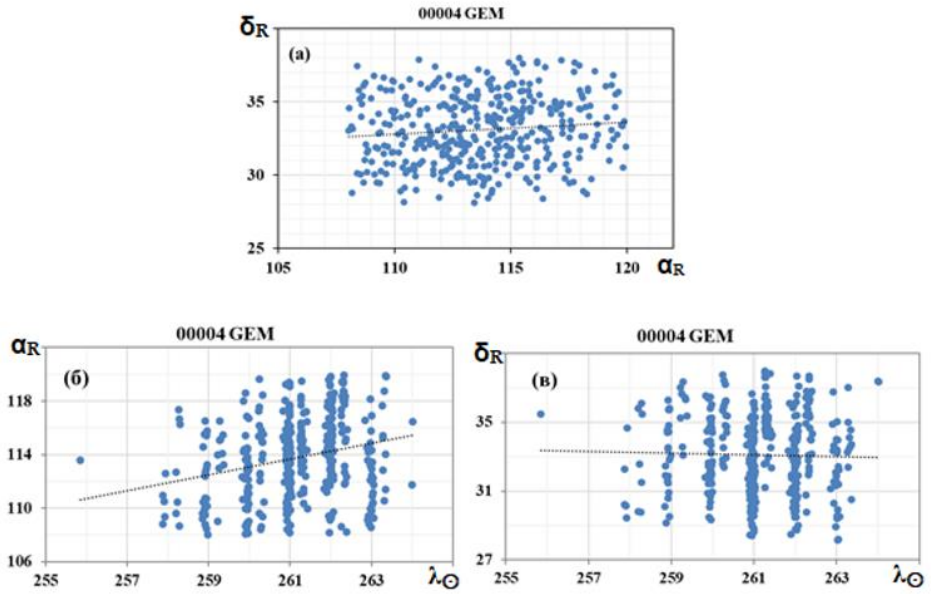


Рисунок 8. - Площадь радиантов Геминид (а), координаты радиантов α_R (град.) (б) и δ_R (град.) (в) Геминид в зависимости от долготы Солнца – $\lambda_\odot$ (град.)

Согласно наблюдениям, суточное смещение радианта составляет $\Delta\alpha_R$=1.°08 и $\Delta\delta_R$ =−0.°15, а максимальная активность Геминид достигается при $\lambda_\odot$=261.1. Координаты радиантов на этой солнечной долготе скорректированы с учётом суточного смещения по формулам:

$$\alpha_{261.1} = \alpha_i - (\lambda_i - 261.1)\ 1.°08, \qquad \delta_{261.1} = \delta_i + (\lambda_i - 261.1)\ 0.°15,$$

где α_i и δ_i – индивидуальные координаты радиантов метеоров, λ_i – эклиптическая долгота Солнца на моменты регистрации метеоров, параметры геоцентрических радиантов $\alpha_{261.1}$ и $\delta_{261.1}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Средние величины радиантов и суточных смещений для метеорного потока Геминид с использованием данных различных наблюдений

Наблюдения	α_R, [град]	δ_R , [град]	$\lambda_\odot$, [град]	Δα, [град]	Δδ, [град]	Источник
РЛ наблюдения	111.6	32.6	260.0	0.83	-0.28	Кащеев и др. 1961
ТВ наблюдения	112.8	32.3	261.4	0.90	-0.19	SonotaCo, 2009
РЛ наблюдения	112.5	32.1	261.0	1.12	-0.17	Brown et al., 2010
ТВ наблюдения	113.5	32.3	262.0	1.15	-0.16	Jenniskens et al., 2016
РЛ наблюдения	**113.7**	**33.1**	**261.1**	**1.08**	**-0.15**	**Настоящая работа**

Второй этап фильтрации отобранных поточных метеоров и ассоциаций проводился по скоростям. При этом метеороиды, скорость которых значительно отличалась от средней скорости метеороидов в группе, были исключены из дальнейшей обработки. Далее для каждого потока и ассоциации вычислялись средние значения координат радиантов, скоростей и элементов орбит. Окончательный отбор метеороидов, принадлежащих к заданному потоку или ассоциации, осуществлялся с применением критерия близости орбит Саутворта-Хокинса (D_{SH}) [17], вычисляемого по уравнению (1) и критерия близости орбит Йопека (D_H) [22] по уравнению (2):

$$D_{SH}^2 = (e_1 - e_2)^2 + (q_1 - q_2)^2 + \left(2\sin\frac{I_{21}}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_1 + e_2}{2}\right)^2 \left(2\sin\frac{\Pi_{21}}{2}\right)^2 \quad (1)$$

$$D_H^2 = (e_1 - e_2)^2 + \left(\frac{q_1 - q_2}{q_1 + q_2}\right)^2 + \left(2\sin\frac{I_{21}}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_1 + e_2}{2}\right)^2 \left(2\sin\frac{\Pi_{21}}{2}\right)^2 \quad (2)$$

Результаты расчета критериев близости орбит по D_{SH} и по D_H для всех скоплений радиантов потоков и ассоциаций представлены на рисунках 9-11. Очевидно, что численное значение D-критерия, рассчитанного для потоков и ассоциаций по критерию Саутворта-Хокинса, находится в диапазоне от 0.025 до 0.2, а по критерию Йопека в интервале от 0.05 до 0.27. Результаты расчетов, проводимых по обоим критериям, подтверждают достоверность этих потоков и ассоциаций.

Для окончательного подтверждения принадлежности метеоров к той или иной группе, нами по метеорам, входящим в заданную группу, производился расчет по критериям Саутворта-Хокинса [17] и Йопека [22]. В результате фильтрации по критериям Саутворта-Хокинса и Йопека (рисунки 9-11) из 631 скоплений, выделяемых из спорадического фона, только 276 групп удовлетворяли указанным критериям и внесены в каталог малых потоков и ассоциаций.

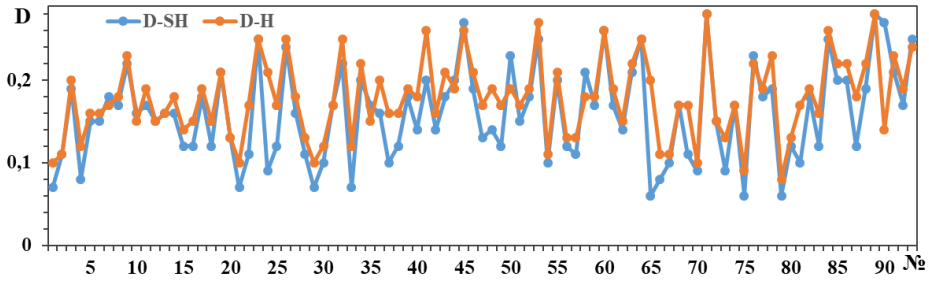


Рисунок 9. - Результаты вычислений D-критериев по Саутворту-Хокинсу (D_{SH}) и Йопеку (D_H) для групп метеороидов за декабрь

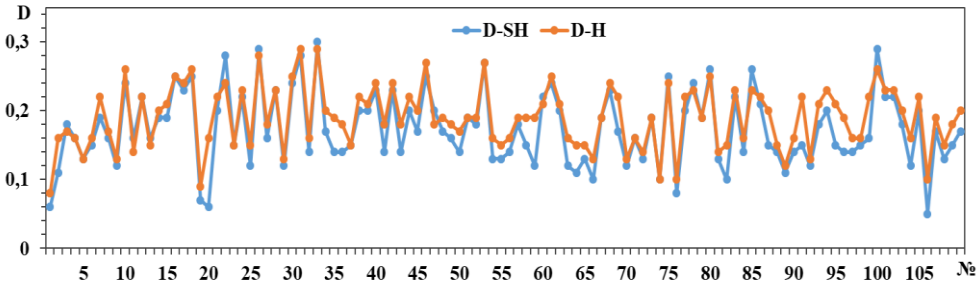


Рисунок 10. - Результаты вычислений D-критериев по Саутворту-Хокинсу (D_{SH}) и Йопеку (D_H) для групп метеороидов за январь

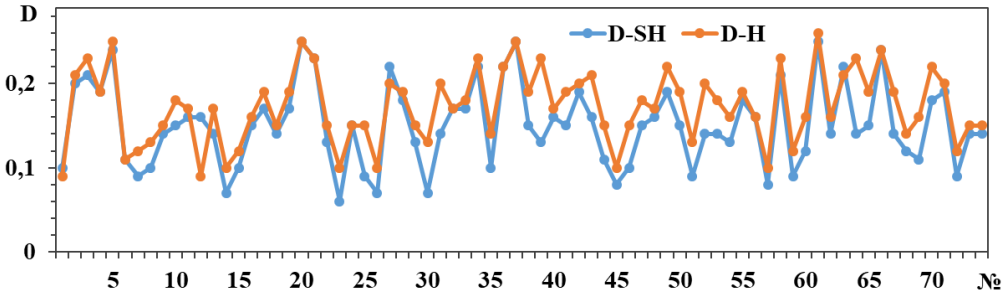


Рисунок 11. – Результаты расчета D-критериев Саутворта-Хокинса (D_{SH}) и Йопека (D_H) для групп метеороидов за февраль

Результаты окончательной обработки данных потоков и ассоциаций метеороидов за декабрь 1969 г., январь и февраль 1970 г. приведены в таблице (Приложение дисс.). Здесь в первом столбике дан № - порядковый номер потока или ассоциации, во втором - наименование потока или ассоциации А, в третьем даны средние значения долготы Солнца, в четвертом даны α_R - прямого восхождения, в пятом - склонения δ_R, в шестом, седьмом и восьмом столбиках даны внеатмосферные V_∞, геоцентрические V_g и гелиоцентрические значения скорости V_h, в девятом - значения параметра D_{SH}, вычисленные по критерию Саутворта-Хокинса, в десятом - значения параметра D_H по критерию Йопека, в одиннадцатом - значения эксцентриситета e, в двенадцатом - перигелийное расстояние q в a.e, в тринадцатом i - наклон орбиты к эклиптике [в град.], в четырнадцатом Ω – долгота восходящего узла [в град.], в пятнадцатом ω – аргумент перигелия [в град.], в шестнадцатом – N число метеоров, в семнадцатом логарифм масс lg M [грамм], восемнадцатом δ – плотность метеорных тел в потоках и ассоциациях [г/см^3] и девятнацатом сопоставление с др. источниками - опубликованными данными из других работ, которые согласуются с нашими результатами для указанных потоков.

В конце **главы 2** рассматриваются результаты распределения элементов орбит для 276 групп метеороидов.

Распределение групп метеороидов по небесной сфере показывает (рисунок 12), что большая их часть находится в северном полушарии. Однако также был обнаружен ряд южных метеорных потоков и ассоциаций. Причем 190 группы метеороидов по склонениям расположены в диапазоне от 75 градусов до 5 градусов, у 44 групп склонения расположены в диапазоне от 5 градусов до -5 градусов, а оставшиеся 42 групп имеют склонение от -5 до -35 градусов.

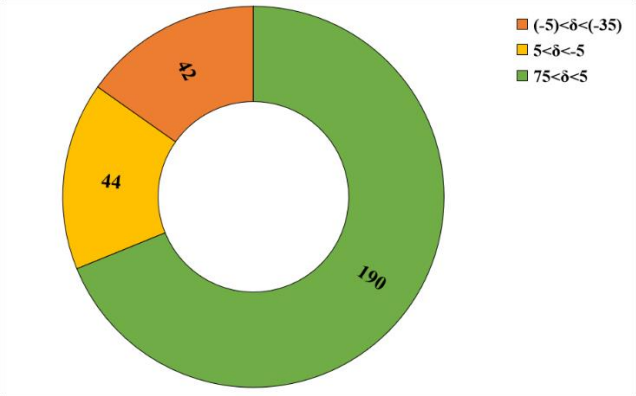


Рисунок 12. – Распределение метеорных потоков и ассоциаций по двум небесным полушариям

Вероятность столкновения с Землей метеорных тел, движущихся по разным орбитам, особенно сильно сказывается на измеренных распределениях орбит по эксцентриситетам (рисунок 13а), перигелийным расстояниям (рисунок 13б) и наклонам орбит (рисунок 14).

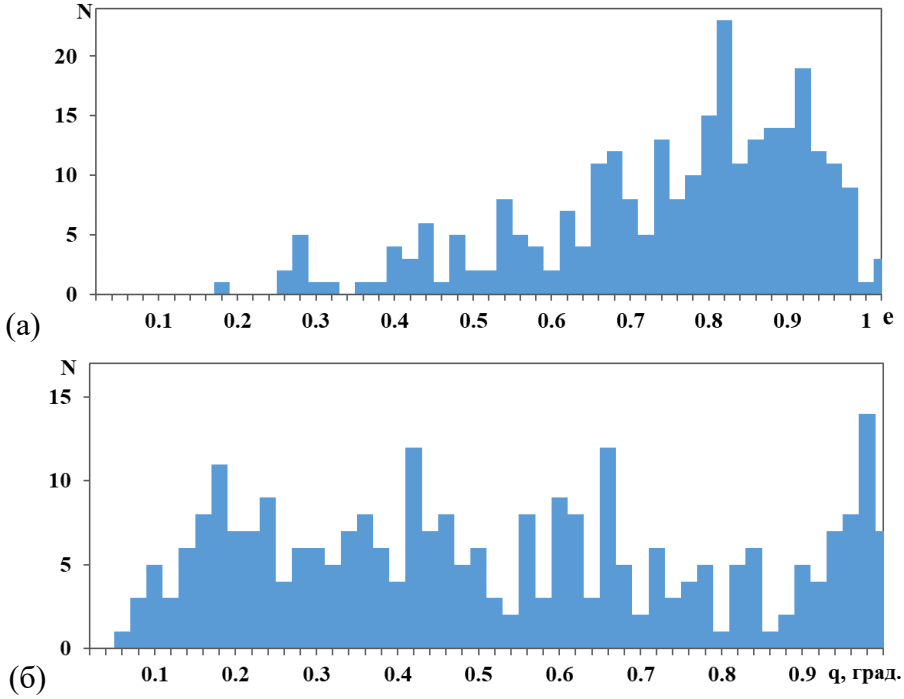


Рисунок 13. – Распределение эксцентриситетов *e* орбит (а) и перигелийного расстояния q (а.е.) орбит (б) для групп метеороидов

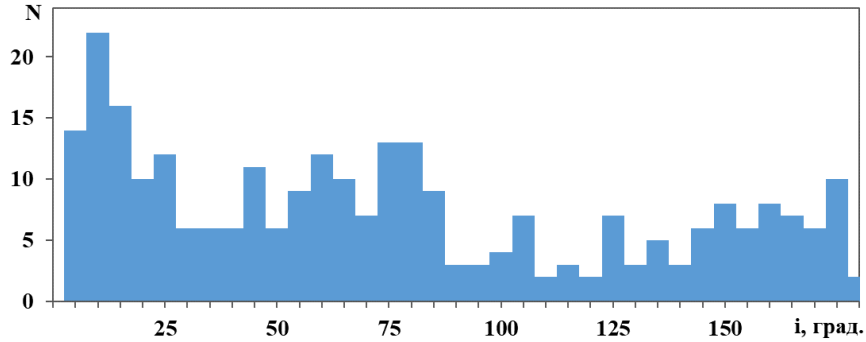


Рисунок 14. – Распределение наклонов орбит i (град.) для групп метеороидов

Таким образом, было получено 6.5 тысяч орбит метеорных тел меньшего размера, создающих метеоры яркостью более $+5^m$ и было обнаружено значительное разнообразие орбит. Были выявлены орбиты с a <1 а.е., почти круговые орбиты, а также некоторое количество орбит с низкими эксцентриситетами и большими наклонами. Тем не менее, большинство орбит все еще относились к двум упомянутым типам кометных орбит.

В **главе 3** исследование физических параметров метеороидов, включая величину, линейную электронную плотность, радиовеличину, массу, плотность и структуру, играет важную роль в понимании их свойств, происхождения и эволюции. Радиолокационные наблюдения являются одним из наиболее информативных методов получения данных о физических характеристиках метеороидов.

Массы и плотности индивидуальных метеороидов вычислены на основе измеренных длительностей радиоэхо по формулам, приведённым в работе [23]. Результаты вычислений

средних значений масс метеороидов в потоках и ассоциациях за декабрь, январь и февраль приведены на рисунке 15.

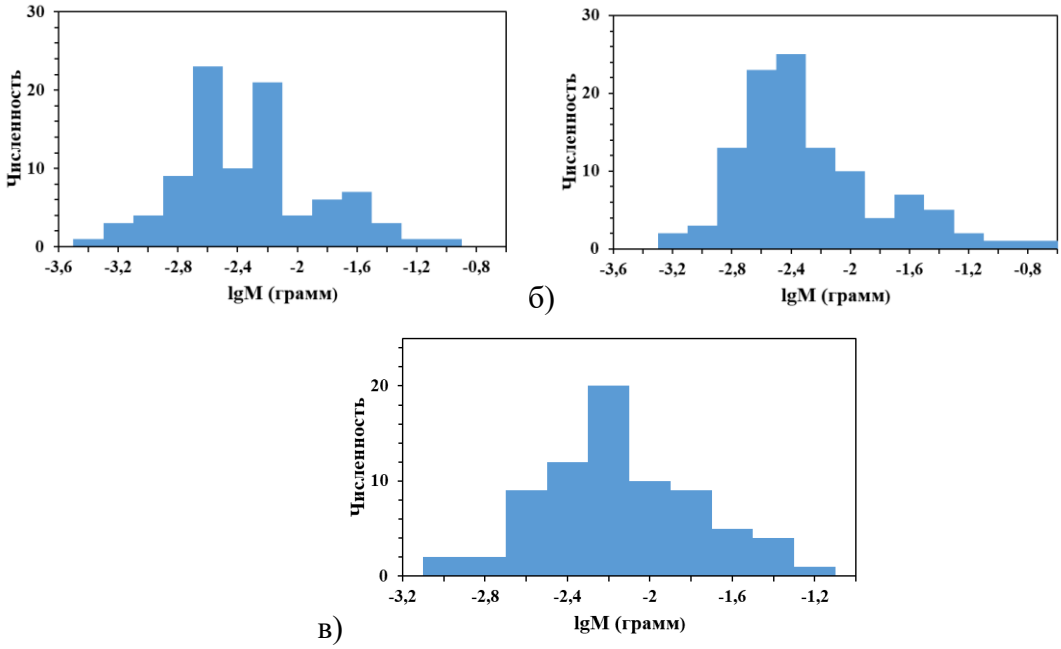


Рисунок 15. – Распределение средних значений логарифма массы (грамм) для метеороидов в группах за: а) декабрь, б) январь и в) февраль месяцы

Результаты вычисления средних значений плотности метеороидов в группах за декабрь, январь и февраль приведены на рисунке 16.

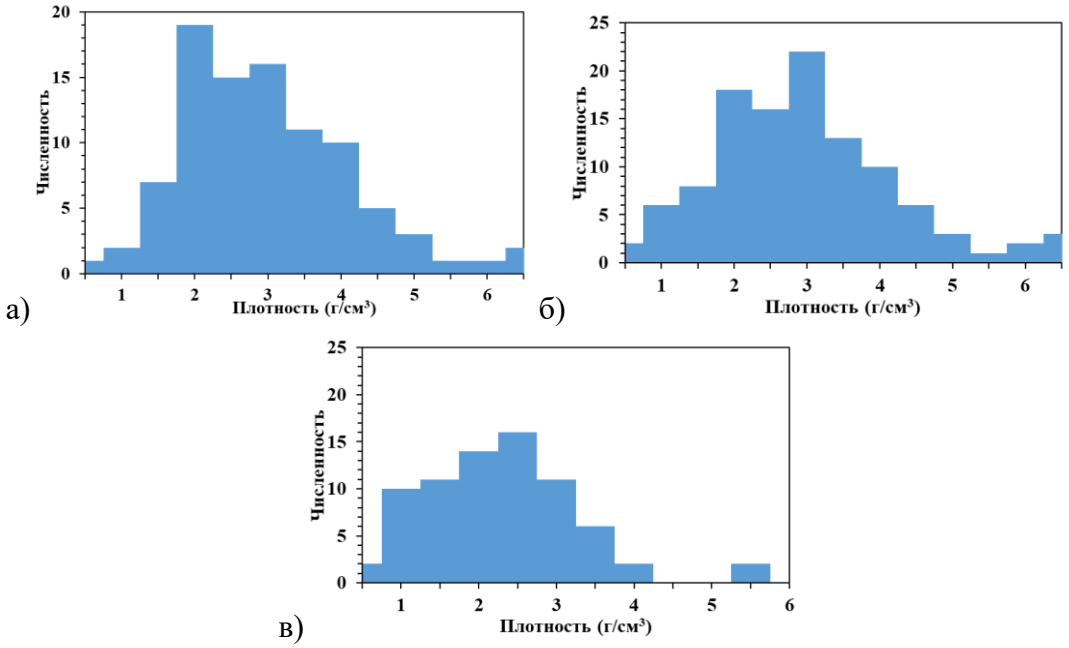


Рисунок 16. - Распределения средней плотности метеороидов в группах за: а) декабрь, б) январь и в) февраль месяцы

Изучение структуры метеорных потоков, особенно распределения метеорных тел по массам (параметр S), является одной из важнейших пространственно-временных характеристик как метеорных потоков, так и спорадического фона. Данные о распределении метеорных тел по массам имеют большое научное и практическое значение, включая определение притока метеорного вещества и оценку метеорной обстановки в околоземном пространстве.

Интегральные распределения метеоров по длительностям радиоэхо, как зависимость lg N от lg τ для каждого линейного участка, можно представить в виде:

$$\lg N = a - b\lg \tau,$$

здесь a=const, b − показатель интегрального распределения по длительности. Значения a и b преимущественно вычисляются для каждого потока метеоров на основании метода наименьших квадратов.

Параметр S, определяемый по интегральным распределениям, основанным на измеренных длительностях радиоэхо, имеет важное значение. Нарзиев [24] на основе радиолокационных наблюдений метеоров в 1968–1980 гг. в ГисАО изучил параметр распределения метеорных тел по массам (параметр S) для нескольких метеорных потоков, включая Геминиды и Квадрантиды. Было установлено, что численные значения параметра S для поточных метеороидов находятся в интервале 1.4-1.9. Автором по результатам измерений длительности определён параметр S для метеорного потока Геминид (4#GEM), который составляет 1.64-1.66 и для Квадрантид (10#QUA) составляет 1.74-1.76. Результаты определения параметра S для метеорных потоков Геминид и Квадрантид по различным источникам приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Параметр S для потоков Геминид и Квадрантид (ночных метеорных потоков) по различным источникам

Источник	Метеорные потоки	
	Геминиды	Квадрантиды
Настоящая работа	**1.64-1.66**	**1.74-1.76**
Нарзиев, 2013	1.8	1.6
Исамутдинов, 1971	1.7	1.7
Белькович, 1975	1.6-1.9	-
Андреев и др., 1982	1.69	1.94
Schult et al., 2018	1.64	1.56
Blaauw, 2017	1.68	1.55
Reddy et al., 2008	1.64÷1.65	-

В **заключении** сформулированы основные результаты и выводы, полученные в ходе выполнения диссертации, а также некоторые рекомендации для дальнейших исследований по теме диссертации.

Список литературы содержит все опубликованные источники, используемые в работе.

В **приложении** представлен каталог физико-кинематических характеристик групп метеороидов, включая метеорные потоки и ассоциации, составленный на основе радиолокационных наблюдений, проведённых в Таджикистане. Каталог оформлен в табличной форме.

Диссертация выполнена в Отделе межпланетных тел Института астрофизики Национальной академии наук Таджикистана.

Основные выводы и результаты диссертационной работы:

Проведены исследования по выявлению и идентификации метеорных потоков и ассоциаций по результатам радиолокационных наблюдений. Основные результаты, полученные в диссертации, нами сформулированы в виде следующих **выводов:**

- Проведено измерение радиантов, скоростей и элементов орбит для 6544 метеоров ярче +5 звездной величины, с использованием пеленгационно-временного радиометода. Для

этих радиометеоров проведено определение атмосферных траекторий, которые фиксировались с 4-х пунктов в ГисАО [1-А, 6-А, 13-А, 14-А].

- Проанализированы результаты по двухмерному распределению радиантов, скоростей и элементов орбит метеоров, а также данных атмосферных траекторий радиометеоров ярче +5 звездной величины [1-А, 6-А, 13-А, 14-А].
- Обнаружено, что в распределении геоцентрических скоростей 6544 радиометеоров наблюдаются два максимума. Первый максимум приходится на интервал 35–40 км/с, а второй - на диапазон 55–60 км/с [1-А, 6-А, 13-А, 14-А].
- На основе анализа измеренных радиантов, скоростей и орбит 6544 метеоров, зарегистрированных пеленгационно-временным радиометодом в декабре 1969 г., январе и феврале 1970 г., осуществлена трехступенчатая идентификация метеороидов с метеорными потоками и ассоциациями: а) графическим методом, б) по скоростям, в) по D-критериям Саутворда-Хокинса и Йопека [3-А, 4-А, 5-А, 10-А, 11-А, 12-А].
- Выявлено 631 групповое скопление радиантов по результатам двухмерного распределения радиантов и скоростей 6544 индивидуальных метеоров графическим методом [3-А, 4-А, 5-А, 10-А, 11-А, 12-А].
- Осуществлён окончательный отбор потоков и ассоциаций метеороидов с применением D-критериев (близости орбит) Саутворда–Хокинса и Йопека, в результате которого идентифицировано 276 групп. Среди них обнаружено 86 установленных метеорных потоков, 85 ассоциации и 105 новые группы метеороидов [3-А, 4-А, 5-А, 10-А, 11-А, 12-А].
- Среди 86 установленных метеорных потоков: 22 входят в список подтверждённых потоков базы данных МАС, 60 — в рабочий список базы данных МАС, 1 поток включён в список кандидатов на подтверждение, а 3 потока включены в список удалённых в базе данных МАС [3-А, 4-А, 5-А, 10-А, 11-А, 12-А].
- Установленные 85 метеорные ассоциации были ранее обнаружены в опубликованных работах и представлены для дальнейшего подтверждения в качестве кандидатов на новые потоки в базе данных ЦМД МАС [3-А, 4-А, 5-А, 10-А, 11-А, 12-А].
- Произведён анализ данных экваториальных координат 276 групп метеорных потоков и ассоциаций. При этом 190 группы метеороидов расположены в северной части небесной полусферы, где их склонение находится в диапазоне от 75° до 5°, 44 групп - в районе экватора (от 5° до -5°), а 42 групп расположены в южном полушарии (от -5° до -35°) [3-А, 4-А, 5-А].
- Вычислены следующие физические характеристики метеороидов: величины линейной электронной плотности, радиовеличины, массы и плотности для массива данных радиометеоров, зарегистрированных за январь и февраль. Средние значения масс находятся в диапазоне от 2.54×10^{-4} до 1.675×10^{-1} г. [2-А, 3-А, 4-А, 5-А, 7-А, 8-А, 9-А, 11-А, 15-А, 16-А].
- Определены параметры распределения метеорных тел по массам (S) для массивов данных метеоров потоков Геминид и Квадрантид, отделяемых от спорадического фона по координатам радиантов и скоростям, которые имеют величины (1.64-1.66) и (1.74–1.76) соответственно [16-А].
- Вычислены плотности метеороидов в потоках и ассоциациях, значения которых сосредоточены в диапазоне от 0.33 до 6.47 г/см³ [3-А, 4-А, 5-А, 10-А, 11-А, 12-А, 16-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

Проблема космических угроз, включая астероиды, кометы, метеороиды и космический мусор, признана мировым сообществом актуальной, и для её предотвращения предпринимаются меры, включая привлечение новых ранее неиспользованных наблюдательных материалов, их редукцию и т.д. Исследования околоземных объектов и наблюдения малых тел Солнечной системы, включая метеорные потоки и ассоциации, играют важную роль в обеспечении защиты Земли. Полученные результаты основаны на наблюдениях и современных методах исследований, доказавших свою надёжность. Новый каталог физико-кинематических свойств групп метеороидов, составленный на основе наблюдательных материалов, полученных в ГисАО, представляет собой важный прикладной и теоретический аспект исследований космического пространства и в ряде отраслей науки. Результаты диссертационного исследования имеют фундаментальное значение, внедрены в практическую деятельность и используются в области метеорной астрономии, космонавтики и космогонии для решения задач, связанных с обеспечением безопасности космических миссий и предотвращением космических угроз для Земли.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением и углублением анализа радиолокационных наблюдений метеоров. Рекомендуется продолжить аналогичные исследования, направленные на выявление новых групп метеороидов, включая метеорные потоки и ассоциации. Это позволит определить их родительские тела, уточнить динамические характеристики и подтвердить полученные результаты с использованием базы данных ЦМД МАС, что будет способствовать дальнейшему совершенствованию классификации метеорных потоков и пониманию распределения метеорного вещества в околоземном пространстве.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

I. Статьи в журналах, индексируемые в международной базе данных Web of Science и Scopus

[1-А]. **Khujanazarov, H. F.** IAU MDC meteor orbits database - A sample of radio-meteor data from the Hissar observatory / M. Narziev, R. P. Chebotarev, T. J. Jopek, L. Neslušan, V. Porubčan, J. Svoreň, H. F. Khujanazarov, R. Sh. Bibarsov, Sh. N. Irkaeva, Sh. O. Isomutdinov, V. N. Kolmakov, G. A. Polushkin, V. N. Sidorin // Planetary and Space Science. – 2020. – Vol. 192. – P. 105008. https://doi.org/10.1016/j.pss.2020.105008

[2-А]. **Khujanazarov, H. F.** The physical properties of the superbolide of Tajikistan on the results of combined satellite and ground-based observations / M. Narziev, H. F. Khujanazarov // Advances in Astronomy and Space Physics. – 2022. – Vol. 12. – Issue 1-2. –P. 8-12. doi: 10.17721/2227-1481.12.8-12.

II. Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и ВАК Российской Федерации

[3-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Идентификация потоков и ассоциаций радиометеоров за вторую половину января 1970 г / Х. Ф. Худжаназаров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2025. – № 1(69). – С. 16-23.

[4-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Январские метеорные потоки и ассоциации по результатам радиолокационных наблюдений в ГисАО / М. Нарзиев, Х. Ф. Худжаназаров, Т. Й. Йопек // Доклады НАН Таджикистана. – 2023. – Т. 66. – № 9-10. – С.550-560.

[5-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Потоки и ассоциации метеороидов, идентифицированные по результатам радионаблюдений в ГисАО за декабрь 1969 г. / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Вестник ТНУ, Серия естественных наук. – 2022. – № 1. – С. 140-154.

[6-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Радиометеорные данные Гиссарской обсерватории в базе данных ЦМД МАС / М. Нарзиев, Р. П. Чеботарев, Т. Й. Йопек, Л. Неслушан, В. Порубчан, Й. Сворень, Х. Ф. Худжаназаров // Политехнический Вестник, Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. –2020. - № 3 (51). – С. 18-20.

[7-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** О массе параллельных радиооптических слабых метеоров по величине интенсивности свечения и ионизации на высоте зеркальной точки / М. Нарзиев, Х. Ф. Худжаназаров // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2017. – № 4. – Вып. 3. – С. 109-114.

[8-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Физические свойства 8916 радиометеоров, наблюденных в ГисАО / М. Нарзиев, Х. Ф. Худжаназаров // Политехнический Вестник, Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. – № 3 (63). – С. 28-32.

III. Список работ, опубликованных в материалах республиканских и международных конференций

[9-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Массы радиооптических метеоров по величине интенсивности свечения и линейной электронной плотности / М. Нарзиев, Х. Ф. Худжаназаров // II Международная научная конференция «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий». - Душанбе, 2017. – С. 146-150.

[10-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Потоки и ассоциации метеороидов, выявленные по результатам радионаблюдений в ГисАО за декабрь 1969 г. / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // XI Международная научная конференция «Околоземная астрономия и космическое наследие» (РФ, г. Казань, 30 сентября-4 октября 2019 г.). – С.41.

[11-А]. **Хуҷаназаров, Ҳ. Ф.** Ошкор намудани селҳо ва ассотсиатсияҳои метеории моҳи феврал / Ҳ. Ф. Хуҷаназаров, М. Нарзиев // Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы астрофизики», посвященная «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)». – Душанбе, 2024. – С. 73-84. ISBN 978-99985-46-49-3.

[12-А]. **Khujanazarov, H. F.** Streams and associations of meteoroids according to the results of radar observations in HisAO for January 1970 / M. Narziev, H. F. Khujanazarov // The Fifteenth Moscow Solar System Symposium (15MS^3-SB-PS-12), 2024, – P.307.

[13-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Орбиты и атмосферные траектории 6544 радиометеоров, зарегистрированных в Гиссарской астрономической обсерватории / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Uzbek Journal of Modern Physics. – 2025. – Т. 2. – № 1. – С. 24-33.

[14-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Орбиты и атмосферные траектории 6544 радиометеоров, зарегистрированных в ГисАО / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Материалы II International Conference Fundamental and Applied Research in Physics, NUUz, May 16-17, 2025, – С.159.

[15-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Линейная электронная плотность и радиовеличины 6544 радиометеоров, наблюденных в ГисАО / Х. Ф. Худжаназаров // Илм аз дидгоҳи олимони ҷавон. (Маводи конференсияи I-уми ҷумҳуриявии илмӣ-Амалии «Нақши олимони ҷавон дар рушди илм, инноватсия, иқтисоди рақамӣ ва давлатдории миллӣ») - Душанбе: Дониш, 2025, – С. 260-263.

[16-А]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Физические параметры метеорных потоков и ассоциаций за декабрь / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Распространение радиоволн: труды XXIX Всероссийской открытой научной конференции (Казань, 30 июня – 4 июля 2025 г.), 2025. – С. 370-373.

Список использованных источников

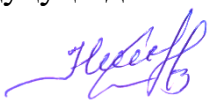
1. Brown, P. Meteorites from meteor showers: A case study of the Taurids / P. Brown, V. Marchenko, D. E. Moser, R. Weryk, W. Cooke // Meteoritics and Planetary Science. – 2013. – Т. 48. - № 2. – С. 270–288.
2. Klumov, B. A. Collision of comet Shoemaker–Levi 9 with Jupiter: what shall we see? / B. A. Klumov, V. I. Kondaurov, A. V. Konyukhov [et al.] // Physics-Uspekhi. – 1994. – Т. 37. – С. 577–589.
3. Neslusan, L. The prediction of meteor showers from all potential parent comets / L. Neslusan, M. Hajdukova, D. Tomko [et al.] // Proceedings of the IMC. – Giron, 2014. – С. 1–7.
4. Багров, А. В. Программа наблюдений крупных тел в метеорных и болидных потоках / А. В. Багров, Г. Т. Болгова, А. М. Микиша, М. А. Смирнов // Программы наблюдений высокоорбитальных спутников Земли и небесных тел Солнечной системы. – СПб.: ИТА РАН, 1994. – С. 17–18.
5. Smirnov, M. The optical observations of meteoroids in near-Earth space / M. Smirnov, S. I. Barabanov // In Proceedings of the Second European Conference on Space Debris. – Darmstadt, 1997. – Vol. ESA-SP 393. – С. 155.
6. Барабанов, С. И. Анализ содержания крупных тел в метеорных и болидных роях / С. И. Барабанов, М. А. Смирнов // Астрономический вестник. – 2005. – Т. 39. - № 3. – С. 263–275.
7. Gorbanev, Yu. M. Groups of Meteorite-Dropping Fireballs in Near-Earth Asteroidal Orbits / Yu. M. Gorbanev, N. A. Konovalova, N. Kh. Davrukov // LPI Contributions. – 2022. – Т. 2695. – С. 6074.
8. Кащеев, Б. Л. Метеорные явления в атмосфере Земли / Б. Л. Кащеев, В. Н. Лебединец, М. Ф. Лагутин. – М.: Наука, 1967. – 260 с.
9. Лебединец, В. Н. Потоки радиометеоров / В. Н. Лебединец, В. Н. Корпусов, А. К. Соснова // Физика верхней атмосферы. – Труды ИЭМ. – 1972. – Т. 34. - № 1. – С. 88-171.
10. Волощук, Ю. И. Метеорные потоки и ассоциации, выявленные по результатам многолетних радиолокационных наблюдений метеоров в Харькове / Ю. И. Волощук, Д. Ю. Горелов. - Харьков: НТМТ, 2011. – 383 с.
11. Чеботарев, Р. П. Пеленгационно-временной радиометод определения радиантов и скоростей отдельных метеоров / Чеботарев Р. П. // Радиотехника. – 1963. – Т. 6. - № 5. – С. 533-536.
12. Narziev, M. Catalog of radiant’s, velocities, orbits and atmospheric trajectories of radio meteors observed in Tajikistan / M. Narziev, R. P. Chebotaryov. -Душанбе: Дониш, 2019. – 1318 с.
13. Худжаназаров, Х. Ф. Идентификации метеорных потоков и ассоциаций за декабрь 1969 г. / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Вестник ТНУ. – 2022. – № 1. – С. 154-162.
14. Нарзиев, М. Орбиты метеорных потоков и ассоциаций по результатам радиолокационных наблюдений в Таджикистане / М. Нарзиев // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2013. – Т. 2. - № 4. – С. 107-115.
15. Neslusan, L. A procedure of selection of meteors from major streams for determination of mean orbits / L. Neslusan, J. Svoren, V. Porubcan // Earth Moon Planets. – 1995. – Т. 68. – С. 427-433.
16. Neslusan, L. The method of selection of major-shower meteors revisited / L. Neslusan, J. Svoren, V. Porubcan // Earth Moon Planets. – 2013. – Т. 110. – С. 41-66.

17. Southworth, R. B. Statistics of meteor streams / R. B. Southworth, G. S. Hawkins // Smithsonian Contributions to Astrophysics. – 1963. – Т. 7. – С. 261-285.
18. Brown, P. A meteoroid stream survey using the Canadian Meteor Orbit Radar. I. Methodology and radiant catalogue / P. Brown, R. J. Weryk, D. K. Wong, J. Jones // Icarus. – 2008. – Т. 195. – С. 317-339.
19. Всехсвятский, С. К. Эруптивные процессы в Галактике и гиперболические метеоры / С. К. Всехсвятский // Проблемы космической физики. – 1978. – № 13. – С. 141-146.
20. Чеботарев, Р. П. Комплекс аппаратуры для радиолокационных исследований метеоров в Душанбе / Р. П. Чеботарев, В. Н. Сидорин, Г. А. Полушкин [и др.] // Бюллетень Института астрофизики АН ТаджССР. – 1970. – № 55. – С. 25-28.
21. Narziev, M. IAU MDC meteor orbits database-A sample of radio-meteor data from the Hissar Observatory / M. Narziev, R. P. Chebotarev, T. J. Jopek [et al.] // Planetary and Space Science. – 2020. – Т. 192. – С. 105008.
22. Jopek, T. J. Remarks on the Meteor Orbital Similarity D-Criterion / T. J. Jopek // Icarus. – 1993. – Т. 106. - № 2. – С. 603-607.
23. Бибарсов, Р. Ш. Определение масс и плотностей метеорных тел по радиолокационным наблюдениям с одного пункта / Р. Ш. Бибарсов, М. Нарзиев, Р. П. Чеботарев // Астрономический вестник. – 1990. – Т. 24. - № 4. – С. 326-332.
24. Нарзиев, М. Распределение метеорных тел по массам в некоторых метеорных потоках / М. Нарзиев // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2013. – Т. 3. - № 4. – С. 106-111.

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
ИНСТИТУТИ АСТРОФИЗИКА

ВБД (УДК) 523.682 – 523.683

Ба ҳуқуқи дастнавис



НУРЗОДА Ҳабибҷон Файзали

ОШКОР НАМУДАН (ИДЕНТИФИКАТСИЯ)-И СЕЛҲО ВА АССОТСИАТСИЯҲОИ МЕТЕОРӢ ДАР АСОСИ МУШОҲИДАҲОИ РАДИОЛОКАТСИОНӢ

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии
номзади илмҳои физика ва математика
аз рӯйи ихтисоси: 01.03.00 – Астрономия
(01.03.01 – Астрометрия ва механикаи осмон)

Душанбе-2025

Рисола дар Шуъбаи ҷирмҳои байнисайёравии Институти астрофизикаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро шудааст.

Роҳбари илмӣ: – **Нарзиев Мирҳусен,**
номзади илмҳои физика ва математика, ходими пешбари илмии шуъбаи ҷирмҳои байнисайёравии Институти астрофизикаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Муқарризони расмӣ: – **Нуритдинов Салохитдин Насритдинович,**
доктори илмҳои физика ва математика, профессори кафедраи физикаи ҳаста ва астрономияи факултети физикаи Донишгоҳи милли Узбекистон ба номи Мирзо Улуғбек,

Сафаров Абдулҷалол Ғафурович,
номзади илмҳои физика ва математика, дотсент, мудири кафедраи астрономияи факултети физикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Муассиси пешбар: – **Донишгоҳи давлатии омӯзгории Чирчик**

Ҳимояи рисола санаи «08» январи соли 2026 соати 14:00 дар маҷлиси Шурои диссертатсионии 6D.KOA-055 назди Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон баргузор мегардад. Суроға: 734063, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Айнӣ, 299/1, факс (+992-372) 25-79-14. Толори Шӯрои олимони ИФТ ба номи С.У.Умарови АМИТ. E-mail: shuro.ift@gmail.com.

Бо матни пурраи рисола дар китобхонаи Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ва дар сомонаи www.phti.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат санаи «_____» ноябри соли 2025 ирсол гардидааст.

Котиби илмии шурои
диссертатсионии 6D.KOA-055,

доктор фадсафа (PhD) **Каюмов М.М.**

САРСУХАН

Мубрамияти мавзӯъ. Сели метеорӣ як падидаи ҷолибест, ки дар атмосфераи Замин мушоҳида мешаванд. Онҳо вақте ба вуҷуд меоянд, ки Замин дар роҳи худ мадорҳои тӯдаи метеороидҳоро мебурранд. Одатан, Замин дар муддати чанд рӯз ё ҳафта аз байни тӯдаи метеороидҳо мегузарад. Паҳноии тӯдаи метеороидҳоро метавон аз рӯи вақти мушоҳидаи сели метеорӣ муайян кард ва он масофае, ки Замин аз байни тӯда мегузарад, тавсиф мекунад.

Селҳо ва ассотсиатсияҳои метеороидӣ қисми камомӯхташудаи моддаҳои метеорӣ мебошанд. Гуфта мешавад, ки онҳо боқимондаҳои моддаҳое мебошанд, ки 4.5 миллиард сол пеш барои ташаккули сайёраҳои Системаи офтобӣ (СО) истифода шудаанд. Омӯзиши хусусиятҳои физикӣ, кинематики ва динамикии селҳо ва ассотсиатсияҳои метеороидӣ на танҳо барои астрономияи метеорӣ муҳим аст, балки барои ҳалли масъалаҳои кайҳоннавардӣ, космогонияи ҷирмҳои СО, таъмини бехатарии миссияҳои кайҳонӣ ва пешгирии таҳдидҳои кайҳонӣ ба Замин низ аҳамияти калон дорад.

Маълумот дар бораи хусусиятҳои физикӣ ва кинематикии метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо маълумотро дар бораи нахутмоддаҳое медиҳад, ки кометаҳо ё астероидҳоро ба вуҷуд овардаанд. Имрӯз бо эътимод метавон гуфт, ки дар селҳои метеорӣ ҷирмҳои андозаашон бузург ва метеороидҳои метеориттавлидкунанда мавҷуданд [1–7]. Аз ин рӯ, селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ метавонанд манбаи эҳтимолии ҷирмҳои бузурге бошанд, ки бархурди онҳо ба Замин метавонад ба оқибатҳои фалокатовар оварда расонад.

Яке аз сабабҳои эҳтимолии нобудшавии фалокатбори бузургтарин мавҷудотҳои зинда (масалан, нобудшавии динозаврҳо миллионҳо сол пеш), ки ахиран дар расонаҳо зиёд ёдовар мешаванд, метавонад бо фалокатҳои кайҳонӣ вобаста бошад, ки бар асари бархӯрди Замин бо ядрои кометаҳо ё астероидҳо ба амал омадаанд. Аз мисолҳои равшани даврони нав метавон бархурди метеоритҳои Тунгус ва Челябинскиро ном бурд.

Аз ин рӯ, омӯзиши метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо як масъалаи фаврӣ барои тадқиқоти амалӣ ва бунёдӣ мебошад.

Қаблан хусусиятҳои физикӣ-кинематикии метеороидҳое, ки ба селҳои асосии ҳарсолаи метеорӣ тааллуқ доранд, дар асоси маълумоти мушоҳидаҳои оптикӣ омӯхта шудаанд. Аммо бинобар нокифоягии оморӣ дар маълумоти мушоҳидаҳои оптикӣ, ки қисман бо ноустувории шароити обу ҳаво ва фасли сол алоқаманд аст, хусусиятҳои физикӣ-кинематикии метеороидҳо дар селҳои хурд ва ассотсиатсияҳо (хусусан рӯзона) камомӯхта боқӣ мондаанд. Ягона роҳе, ки имконияти таҳқиқи селҳо ва ассотсиатсияҳои метеории вақти фаъолияташон рӯзонаро медиҳад, усули радиолокатсионӣ мебошад.

Дар асоси маълумоти мушоҳидаҳои радиолокатсионӣ, хусусиятҳои кинематикии метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо қаблан дар корҳои Кашеев ва дигарон [8], Лебединетс ва дигарон [9], Волошук ва Горелов [10] ва дигар муаллифон таҳқиқ карда шудаанд. Аммо барои таҳлили маълумоти мушоҳидаҳо муаллифон усули импулсӣ-дифраксиониро истифода бурдаанд.

Дар мувофиқаи Кашеев ва дигарон [8], бо усули импулсӣ-дифраксионӣ чен кардани радиантҳо ва суръати метеорҳо барои таҳлили 15–25% метеорҳои сабтшуда татбиқ мешавад. Истисно шудани шумораи зиёди метеорҳо аз таҳлил боиси таҳриф (вайроншавӣ)-и тасвири воқеии тақсимоти радиантҳои метеорҳо дар кураи осмон мегардад.

Усули радиогии пеленгатсионӣ-вактӣ чен кардани радиантҳо ва суръати метеорҳои фардӣ, ки дар Институти астрофизика аз ҷониби Чеботарев [11] таҳия шудааст, аз усули

импулсӣ-дифраксионӣ ҳам аз рӯи ҳассосият (3 маротиба) ва ҳам аз рӯи дақиқии ченакҳо (1,7 маротиба) бартарӣ дорад.

Дар ин рисола барои таҳлили маълумоти мушоҳидаҳои радиолокатсионии метеорҳо, ки дар Расадхонаи астрономии Ҳисор (РАҲ) ба даст омадаанд, усули радиогии пеленгатсионӣ-вактӣ истифода шудааст [12-14].

Дараҷаи азхуднамоии масъалаи илмӣ ва заминаҳои назариявию методологии таҳқиқот. Омӯзиши селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ яке аз масъалаҳои муҳим ва саривақтии астрономияи муосири метеорӣ ба шумор меравад, зеро моддаи метеорӣ муҳити кайҳонии атрофи Заминро иҳота намуда, ба амнияти дастгоҳҳои кайҳонӣ таъсир мерасонад. Айни замон миқдори зиёди маълумот оид ба хусусиятҳои селҳои метеорӣ, параметрҳои мадорӣ ва хусусиятҳои динамикии онҳо ҷамъоварӣ шудааст, ки дар каталогҳои миллӣ ва байналмилалӣ инъикос ёфтаанд. Бо вуҷуди ин, то имрӯз масъалаҳои муайянкунии дақиқи селҳо, ошкор намудани ассотсиатсияҳои нав ва систематизатсияи маҷмӯаи бузурги маълумотҳои радиолокационӣ, махсусан барои метеорҳои рӯзона ва селҳои заиф, пурра ҳал нашудаанд.

Таҳқиқи хусусиятҳои физикӣ, кинематикӣ ва динамикии селҳо ва ассотсиатсияҳои метеороидҳо барои астрономияи метеорӣ, космогонияи ҷирмҳои Низоми офтобӣ ва таъмини амнияти миссияҳои кайҳонӣ аҳамияти бузург дорад. Маълумот дар бораи хусусиятҳои физикӣ ва кинематикӣ имконият медиҳад, ки ҳолати ибтидоии моддае, ки кометаҳо ва астероидҳоро ба вуҷуд овардааст, муайян карда шавад. Тасдиқ шудааст, ки дар селҳои метеорӣ ҷирмҳои калон ва гурӯҳи метеороидҳои метеориттавлидкунанда мавҷуданд [1–7], ки ба эҳтимоли зиёд бо объектҳои эҳтимолан хатарнок алоқаманд мебошанд, ки ба ин ҳодисаҳои Тунгус (1908) ва Челябинск (2013) далолат медиҳанд.

Хусусиятҳои физикӣ ва кинематикии метеороидҳои селҳои асосии ҳарсола, қаблан асосан аз рӯи маълумоти мушоҳидаҳои оптикӣ омӯхта мешуданд. Аммо маҳдудияти ин маълумот аз сабаби омилҳои боду ҳаво ва мавсимӣ имкон намедиҳад, ки селҳои заиф ва рӯзона пурра таҳқиқ шаванд. Дар чунин ҳолатҳо усули радиолокационӣ аз ҳама самараноктар буда, аз шароити обуҳаво ва вақти шабонарӯз вобаста набуда, воситаи боэътимоди мушоҳида ба ҳисоб меравад.

Тадқиқоти радиолокатсионии метеорҳо дар корҳои Кашеев ва дигарон [8], Лебединес ва дигарон [9], Волошук ва Горелов [10] ва дигарон анҷом дода шудаанд. Ҳангоми таҳлил намудан усули импулсӣ-дифраксионӣ истифода мешуд, ки танҳо барои 15–25% метеорҳои ба қайд гирифташуда мувофиқ буд [8], ки ин боиси таҳриф ёфтани (вайрон шудани) тақсимоти радиантҳо мегардид. Барои баланд бардоштани дақиқии ченкуниҳо дар Институти астрофизика аз ҷониби Чеботарев [11] усули радиолокатсионии пеленгатсионӣ-вактӣ таҳия карда шуд, ки аз рӯи ҳассосият (дар 3 маротиба) ва дақиқӣ (дар 1,7 маротиба) аз усули импулсӣ-дифраксионӣ бартари дорад. Дар ин таҳқиқот маҳз ҳамин усул барои таҳлили маълумотҳои радиолокатсионӣ, ки дар Расадхонаи астрономии Ҳисор ба даст оварда шудаанд [12–14], истифода гардид.

Асоси назариявии тадқиқот ба қонунҳои механикаи осмонӣ, назарияи ҳаракати ҷирмҳои хурди Низоми офтобӣ, усулҳои таҳлили оморӣ ва критерияҳои шабоҳати динамикии мадорҳо, D — критерияҳои Саутворт–Хокинс ва Йопек такя мекунад. Асоси методологӣ иборат аст аз коркарду таҳлили мушоҳидаҳои радиолокатсионии метеорҳои солҳои 1969–1970, истифодаи усулҳои такмилёфтаи таҳлили кластерӣ барои муайян кардани селҳо ва ассотсиатсияҳо, муайян намудани параметрҳои физикии метеороидҳо (масса, зичӣ) ва каталоги селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ бо имкони ҳамгироӣ ба пойгоҳи

маълумотии байналмилалӣ мураттаб гардидааст. Истифодаи чунин равиш эътимоднокӣ, аҳамияти баланди илмӣ ва арзиши амалии натиҷаҳои бадастомадаро таъмин менамояд.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо), мавзуҳои илмӣ. Мавзуи тадқиқоти рисола бо самтҳои афзалиятноки таҳқиқоти илмӣ ва (ё) илмӣ-Мосӣ, ки дар «Стратегияи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаҳои илм, технологияҳо ва инноватсияҳо барои давраи то соли 2030» тасдиқ шудааст (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 июни соли 2021, №263), мувофиқ аст ва дар доираи лоиҳаи МБИТ «Т-2113» ва лоиҳаҳои давлатӣ амалӣ гардида аст. Таҳқиқот барои амалӣ кардани Нақшаи чорабиниҳо барои солҳои 2020-2025 барои амалӣ кардани эълони солҳои 2020-2040 «Бистсола дар бораи омӯзиш ва рушди фанҳои табиӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи таълим ва илм» тасдиқшуда бо Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 июли соли 2020, №427, равона шудааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади кори рисола:

- Ошкор намудани селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ дар асоси натиҷаҳои мушоҳидаҳои радиолокатсионӣ дар РАҲ ба даст омада ва омӯхтани хусусиятҳои кинематикии онҳо.
- Таҳқиқи хосиятҳои физикии метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо.

Вазифаҳои таҳқиқот:

- Истфодаи усули радиогии пеленгатсионӣ-вактӣ барои чен кардани радиантҳо, суръатҳо ва мадорҳои метеорҳои фардӣ.
- Ошкор намудан (идентификатсия)-и селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ дар асоси натиҷаҳои мушоҳидаҳои радиолокатсионии РАҲ.
- Омӯзиши хусусиятҳои физико-кинематикии селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ.
- Таҳияи Зиҷ (Каталог)-и хусусиятҳои физико-кинематикии селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ барои моҳҳои декабр, январ ва феврал.

Объекти таҳқиқоти кори мазкур ошкор намудани селҳо ва ассотсиатсияи метеорӣ барои моҳҳои декабр, январ ва феврал мебошад.

Мавзуи (предмет) таҳқиқот идентификатсияи селҳо ва ассотсиатсияи метеорӣ ва омӯзиши хусусиятҳои физико-кинематикии онҳо мебошад.

Асосҳои назариявии тадқиқот. Асосҳои назариявии рисола маҷмӯи консепсияҳо, назарияҳо ва қонуниятҳои механикаи осмонии ҷисмҳои хурди Низоми офтобӣ дар бар мегиранд, ки заминаи методологии корро таъмин менамоянд. Таҳқиқот ба тасаввуроти классикӣ оид ба ҳаракати метеороидҳо ва мансубияти онҳо ба селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ, инчунин ба критерияҳои динамикии монандии мадорҳои Саутворт–Хокинс ва Йопек такя мекунад. Ҳамчун усули асосӣ мушоҳидаҳои радиолокатсионӣ — усули радиогии пеленгатсионӣ - вақтӣ истифода шудааст ва он имконият медиҳад селҳои суст ва рӯзонаро, ки бо усули оптикӣ мушоҳида намешаванд, ошкор созанд. Дар асоси таҳлили маълумоти радиолокатсионӣ ва истифодаи усулҳои гурӯҳбандӣ муаллиф 276 гурӯҳи метеороидҳоро, аз ҷумла ассотсиатсияҳо ва селҳои навро муайян намудааст, ки дурустии назариявию методологии тадқиқотро тасдиқ мекунад.

Навгонии илмии таҳқиқот:

- Бар асоси маълумоти мушоҳидаҳои радиолокатсионӣ дар бораи метеорҳо, ки дар РАҲ аз чор мавзеъ барои моҳҳои декабри соли 1969, январ ва феврали соли 1970 гузаронида шуд (фарқ аз дигар дигар пойгоҳо (стансияҳо), ки мушоҳидаҳо аз се нуқта гузаронида мешуданд), радиантҳо, суръатҳо ва элементҳои мадори метеорҳо чен карда шуданд.

- Дар асоси чен кардани радиантҳо, суръатҳо ва мадорҳои 6544 радиометеорҳои 276 гурӯҳ ошкор гардид, ки номзадҳо ба селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ мебошанд.
- Таҳлил нишон дод, ки байни 276 гурӯҳи ошкор шуда: 86 сели метеорӣ, ки дар пойгоҳи маълумотии МММ ИБА дохил шудааст; 85 ассотсиатсия, ки дар корҳои нашршудаи дигарон баён шудаанд; 105 гурӯҳи нав, ки номзад ба рӯйхати селҳо ё ассотсиатсияҳои нав мебошанд.
- 85 ассотсиатсияи тасдиқшудаи ошкор гардида, барои тасдиқи минбаъдаи ҳолати онҳо ҳамчун селҳои нави метеорӣ пешниҳод гардиданд.
- Бори аввал 105 гурӯҳи нави метеороидҳо ошкор шуданд, ки барои тасдиқи мавқеи онҳо ҳамчун номзадҳои нави ассоотсиатсияҳо ё селҳои метеорӣ дар пойгоҳи маълумотии МММ ИБА пешниҳод мегарданд.
- Масса ва зичии метеороидҳо барои ҳамаи 276 гурӯҳҳо, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ муайян карда шуданд.
- Аввалин маротиба Зиҷи наве бо хусусиятҳои физико-кинематикии гурӯҳҳои метеороидҳо, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеориро дар бар мегиранд, дар асоси мушоҳидаҳои радиолокатсионии дар фасли зимистон гузаронида шуданд, таҳия шуд.

Аҳамияти назариявӣ ва амалии таҳқиқот:

- Таҳияи Зиҷи нав «Зиҷи хусусиятҳои физико-кинематикии метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо дар асоси натиҷаҳои мушоҳидаҳои радиолокатсионии РАҲ», ки аҳмияти илмӣ ва амалӣ дорад;
- Маълумот дар бораи тақсимоти метеорҳо, ки селҳо ва ассотсиатсияҳои метеориро дар бар мегиранд, дар координатҳои экватриалӣ, эклиптикӣ ва гелиомарказӣ, инчунин дар бораи суръатҳо ва элементҳои мадор дар кураи осмон, ҳамчун маводҳои мушоҳидавии қиматбаҳо маҳсуб мешаванд. Ин маълумот на танҳо дар соҳаи астрономияи метеорӣ, кайҳонавардӣ ва космогонии Системаи офтобӣ муҳим аст, балки барои ҳал кардани масъалаҳои таъмини амнияти парвози кайҳонӣ, пешгӯии дучоршавии обйектҳои хатарнок бо Замин ва омӯзиши раванди ташаккули Системаи офтобӣ низ зарур мебошанд.
- Маълумот дар бораи масса ва зичии метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо барои таҳқиқи сохтори онҳо, муайян кардани параметрҳои тақсимоти метеорҳо аз рӯи масса, баҳодиҳии зичии селҳои метеороидии ба Замин бархуранда ва дигар ҷанбаҳо, ки бо фаъолияти метеорӣ алоқаманданд, муҳим аст.

Нуқтаҳои ҳимояшавандаи рисола:

- Натиҷаҳои таҳлили радиантҳо, суръатҳо ва элементҳои мадорӣ 6544 радиометеорҳое, ки бо усули пеленгационно-вактӣ дар РАҲ чен карда шуданд.
- Натиҷаҳои гурӯҳҳои тарокуми метеороидҳои ошкоршуда бо истифода аз усули графикӣ дар асоси тақсимоти дученакаи координатҳои экватриалӣ ва суръатҳо амали шудаанд.
- Ошкор намудани 276 гурӯҳи метеороидҳо бо истифодаи D-критерияҳои наздикии мадори Саутворт-Хокинс ва Йопек.
- Таҳлили 276 гурӯҳи метеороидҳо, ки 86 сели тасдиқёфта, 85 ассотсиатсияи тасдиқшуда ва 105 гурӯҳи метеороидҳое, ки барои тасдиқи минбаъдаи мавқеи онҳо ҳамчун ассотсиатсияҳо ё селҳои нав пешниҳод шудаанд, дар бар мегирад.
- Натиҷаҳои ҳисобӣ зичии хатии электронӣ, бузургии радиоситорагӣ, масса ва зичии метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо оварда шудааст.

- Зичӣ хусусиятҳои физико-кинематикии 276 гурӯҳи метеороидҳо (селҳо ва ассотсиатсияҳо) барои моҳҳои декабр, январ ва феврал дар асоси мушоҳидаҳои радиолокатсионии РАҲ таҳия шуд.
- Натиҷаҳои таҳлили Зичӣ хусусиятҳои физико-кинематикии 276 гурӯҳ метеороидҳо (селҳо ва ассотсиатсияҳо) барои моҳҳои зимистона оварда шудааст.

Эътимоднокии натиҷаҳои рисолаӣ.

Хулосаҳо ва натиҷаҳое, ки дар рисола пешниҳод шудаанд, боэътимод мебошанд, зеро онҳо дар асоси усулҳои замонавӣ, санҷидашуда ва обйективии тадқиқотӣ, ки аз ҷониби муассисаҳои пешбари астрономии дохилӣ ва хориҷӣ таҳия шудаанд, асос ёфтаанд. Дар кори мазкур усулҳои ченкунии импулсӣ-дифраксионӣ ва пеленгатсионӣ-вактӣ барои муайян кардани радиантҳо, суръатҳо ва мадорҳои метеорҳо, инчунин роҳҳо барои муайян кардани хусусиятҳои физикии метеороидҳо бо дарназардошти маҷмӯи омилҳое, ки ба ташаккули каҷи шуоъгӣ ва ионизатсияи онҳо таъсир мерасонанд, истифода шудаанд. Критерияҳои наздикии мадорҳои Саутворт – Хокинс ва Йопек барои баҳодиҳии дараҷаи монандии мадорҳо татбиқ шудаанд. Таҳлил дар асоси маводи мушоҳидавӣ, ки дар Институти астрофизикаи АМИТ ҷамъоварӣ шудааст, инчунин маълумот дар бораи селҳои метеорӣ аз пойгоҳҳои маълумотии байналмилалии эътирофшудаи ММИ ИБА асос ёфтааст.

Мувофиқатии рисола бо шиносномаи ихтисосҳои илмӣ.

Мавзӯи тадқиқоти рисола ба Шиносномаи номгузории ихтисосҳои КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯи ихтисоси 01.03.00 – Астрономия (01.03.01 – Астрометрия ва механикаи осмон) мутобиқ буда, аз ҷумла чунин бандҳои зеринро дарбар мегирад:

п.2. Коркарда баромадани усулҳои муайян кардани мавқеъ дар фазо ва ҳаракати ҷирмҳои осмонӣ. Ба ин ҳамаи усулҳое, ки ба мушоҳидаҳои астрономӣ дар рӯи Замин ва ғайриатмосферӣ асос ёфтаанд, аз он ҷумла истифодаи радиолокатсионӣ ва лазерӣ. Муайян кардани масса, шакл ва майдонҳои ҷозибавии ҷирмҳои осмонӣ дар асоси таҳлили мушоҳидаҳои рӯи Замин ва маълумотҳое, ки бо ёрии дастгоҳҳои кайҳонӣ ба даст оварда шудаанд.

п.4. Таҳқиқи таҳаввули динамикии системаҳои ҷирмҳои осмонӣ дар миқёси гуногуни вақт.

п.7. Шарҳи натиҷаҳои омӯзиши ҳаракати ҷирмҳои осмонӣ бо мақсади сохтани расми геометрӣ, кинематикӣ ва физикии ҷаҳон мебошад.

Саҳми шахсии муаллиф. Мундариҷаи рисола ва нуқтаҳои асосие, ки барои ҳимоя пешниҳод шудаанд, саҳми шахсии муаллифро инъикос мекунанд. Аз ҷумла:

- Муаллиф дар иҷрои корҳои ҳисобӣ, таҳияи маълумоти ибтидоӣ ва ворид намудани онҳо ба компютер иштирок кардааст.
- Ҳисоб намудани радиантҳо, суръатҳо, мадорҳо ва параметрҳои физикии метеорҳо.
- Ошкор намудани селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ бо усули графикӣ (аз рӯи радиантҳо ва суръатҳо) ва бо усули D-критерияҳои монандии мадорҳо.
- Таҳияи Зичӣ хусусиятҳои физико-кинематикии гурӯҳҳои метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо барои моҳҳои декабр, январ ва феврал.
- Дар мақолаҳои муштарак, ҳисоббарориҳо, таҳлил ва тафсири натиҷаҳо саҳми муаллиф бо саҳми ҳаммуаллифон баробар аст.

Марҳилаҳои таҳқиқот коркарди маводи мушоҳидавӣ, омодасозии маълумоти ибтидоӣ, ворид намудани маълумоти онҳо ба компютер, инчунин ҳисоб кардани мадорҳои

ҳар як метеороидро дарбар мегиранд. Дар марҳилаи навбатӣ ҷудокунии селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ бо истифодаи усули графикӣ ва D-критерияҳои наздикии мадорҳо анҷом дода шуд. Дар натиҷа параметрҳои физикӣ ва кинематикии гурӯҳҳои метеороидҳо, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳо муайян карда шуданд. Дар асоси маълумоти бадастомада Зиҷи селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ таҳия гардид.

Таъйиди рисола ва иттилоот доир ба истифодаи натиҷаҳои он. Натиҷаҳои асосии рисола дар семинари «Ҷирмҳои хурди Системаи офтобӣ» дар Институти астрофизикаи АМИТ, инчунин дар зиёда аз 15 конфронси байналмилалии илмӣ пешниҳод карда шудаанд:

Международной научной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий» (Душанбе, Таджикистан, 19-20 мая 2016 г.); Международной научной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий» (Душанбе, Таджикистан, 11-12 мая 2017 г.); Международной научной конференции «CAMMAC-2017» (Vinnitsa (Ukraine), September 26-28, 2017); Международной научной конференции 3rd COSPAR Symposium (ICC) JEJU (South Korea, 18th - 22nd September, 2017); Международной научной конференции «Околоземная астрономия 2017» (п. Агой, Краснодарский край, Россия, 2-6 октября 2017 г.); Международной научной конференции «Современные проблемы физики» (Душанбе, Таджикистан, 29-30 июня 2018 г.); Международной научной конференции «EPSC-2018» (Berlin (Germany), 16-21 September, 2018); Международной научной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий» (Душанбе, Таджикистан, 2018 г.); Международной научной конференции «Электроэнергетика: Проблемы и перспективы развития энергетики региона» (Душанбе, Таджикистан, 21 декабря 2018 г.); Международной научной конференции «Околоземная астрономия 2019» (Казань, Россия, 2-6 октября 2019 г.); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы астрофизики», посвящённой 90-летию академика НАНТ П. Б. Бабаджанова (Душанбе, Институт астрофизики НАНТ, 15 ноября 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Современные проблнмы малых тел солнечной системы, текущее состояние и перспективы» (Душанбе, Таджикистан, 27-28 октября 2022 г.); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы астрофизики», посвященной «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» и 80- летию чл.-корр. НАНТ, д.ф.-м.н., профессора Ибадинова Х.И. (Душанбе, ТНУ, 17 апреля 2024 г.); Международной научно-практической конференции «Загадки происхождения комет и их связь с планетами», посвящённой 80-летию чл.-корр. НАНТ, д.ф.-м.н. Ибадинова Х.И. и «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» (Душанбе, Таджикистан, Институт астрофизики НАНТ, 26-27 апреля 2024 г.); 45th Scientific Assembly COSPAR 2024 (Пусан, Южная Корея, 13-21 июля 2024 г.); The fifteenth Moscow solar system symposium (15MS^3) (Москва, Россия, 21-25 октября 2024 г.); II Международной конференции по фундаментальным и прикладным исследованиям в области физики (Fundamental and Applied Research in Physics), (Национальном университете Узбекистан, г. Ташкент, 16–17 мая 2025 г.); I Республиканской научно-практической конференции «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций, цифровой экономики и национального государственного управления», НАНТ, Душанбе, 26 мая 2025 года; XXIX всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн» (РРВ’2025), Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ), Казань, Россия, 30.06 – 04.07.2025 г.

Натиҷаҳои нашршудаи рисола. Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқот 16 мақола ва тезисҳои маърӯзаҳо нашр шудаанд. Аз шумораи умумии мақолаҳо 2 мақола дар нашрияҳои илмии тақризшавандаи дар пойгоҳҳои Web of Science ва Scopus ва 6 мақола дар маҷаллаҳои тақризшавандаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба нашр расидаанд.

Сохтор ва ҳаҷми рисола. Рисола аз 156 саҳифаи чопӣ иборат аст. Он аз сарсухан, се боб, хулосаҳо, рӯйхати адабиёт ва замимаро, ки Зиҷи хусусиятҳои физикӣ-кинематикии метеороидҳои селҳоҳо ва ассотсиатсияҳо аз 276 номгӯй иборат аст, дар бар мегирад. Кор бо 38 расм ва 5 ҷадвал тасвир ёфтааст. Рӯйхати адабиёт 198 манбаи библиографиро дар бар мегирад.

МАЗМУНИ АСОСИИ РИСОЛА

Дар **сарсухан** маълумоти мухтасари объектҳои таҳқиқшаванда пешниҳод гардида, аҳаммияти мавзӯъ асоснок карда шудааст. Ҳадафҳои асосии рисола ва роҳҳои ба даст овардани онҳо муайян карда шудаанд. Ҳамчунин, нуқтаҳои асосии пешниҳодшаванда ба ҳимоя, предмет, усулҳои таҳқиқот ва рӯйхати нашрияҳо баён шудаанд. Ғайр аз ин, тасвири мухтасари мазмуни рисола, навгонии илмӣ ва аҳаммияти амалӣ натиҷаҳо оварда шудааст.

Дар **боби 1** тасвири мухтасари таҳлилии корҳои нашргардида, ки бо омӯзиши метеорҳо ва назарияҳои физикии моддаҳои метеорӣ алоқаманд мебошанд, пешниҳод шудааст. Усулҳои бақайдгирии метеороидҳо дар атмосфераи Замин баррасӣ мегарданд. Дар раванди омӯзиши метеорҳо аз замонҳои қадим вобаста ба сатҳи рушди илм ва техника, роҳҳо ва усулҳои гуногуни мушоҳида ба вуҷуд омадаанд, ки ҳар яке нисбат ба дигаре бартари доранд. Усулҳои мушоҳида, аз ҷумла визуалӣ (бе таҷҳизот), фотографӣ, видео-телевизионӣ ва радиолокатсионӣ, муайян карда шудаанд. Метеорҳо инчунин бо истифода аз дачикҳо, ки дар ракетаҳои геофизикӣ, зондҳои кайҳонӣ ва пойгоҳҳои радиогии заминӣ насб шудаанд, сабт карда мешаванд.

Усули мушоҳидаи радиолокатсионӣ дар асоси бақайдгирии мавҷҳои радиогӣ аз изи метеори ионизатсияшуда асос меёбад. Агар мо вақти сигнали ирсолшуда аз метеор ва баргаштро донем, метавонем масофа то метеорро ҳисоб кунем. Усули радиолокатсионӣ, мисли дигар усулҳо, имкон медиҳад, ки хусусиятҳои метеорҳоро муайян карда, мушоҳидаҳои базавӣ (аз ду ва зиёда нуқтаҳои мушоҳида) гузаронида, радиант ва мадорҳои селҳои метеориро ҳисоб карда шавад.

Минбаъд дар кор, усули бақайдгирӣ ва шарҳи метеороидҳо ба таври муфассал тавсиф дода шудааст.

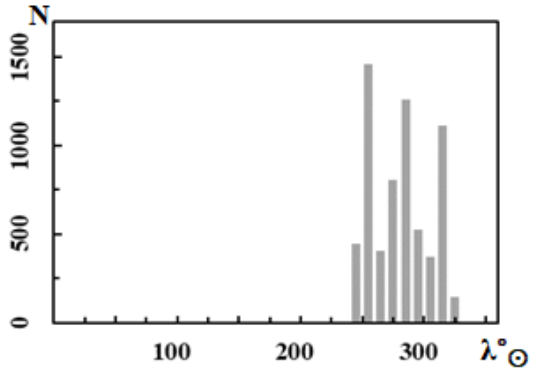
Дар охири **боби аввал** натиҷаҳои тақсимоти радиантҳо, суръатҳо, элементҳои мадор ва маълумоти траекторияҳои атмосферии 6544 радиометеор оварда шудаанд.

Маълумоти мушоҳидавӣ барои 6544 радиометеор, ки аз моҳи декабри соли 1969 то феврали соли 1970-ро фаро гирифта, инчунин маълумотҳои моҳи декабри соли 1969 ба базаи маълумотии системаи мадории МММ ИБА (IAU MDC) дохил карда шуданд. Барои ҳамаи радиометеорҳо параметрҳои мадор, ки барои эпоха (давра)-и J2000.0 мутобиқ карда шудаанд, ҳисоб карда шуданд.

Мушоҳидаҳои метеорҳои дурахшониашон аз $+5^{m}$ равшантар дар кураи осмон бо арзи эклиптикӣ аз +90° то −23° сабт гардида, дар бар мегиранд. Ин маълумот саҳми муҳим дар омӯзиши динамика ва тақсимоти селҳои метеорӣ буда, барои таҳлили тавсиф ва таснифи мадории онҳо маълумоти пуразриш медиҳад.

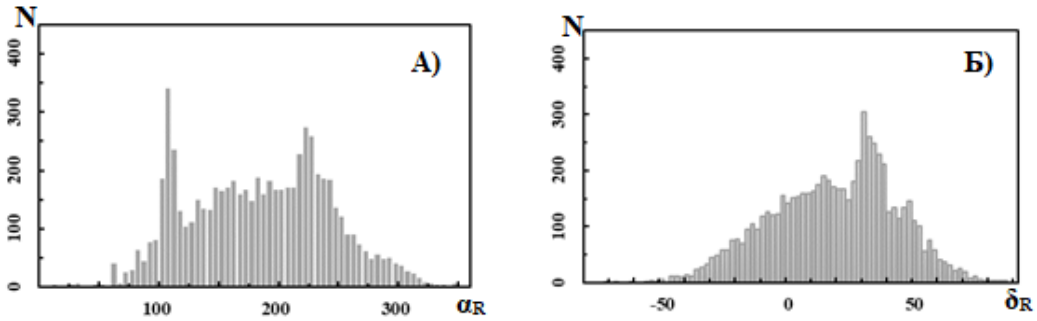
Маълумоти радиометеорӣ, ки дар РАҲ ба даст оварда шудааст, чунин параметрҳоро дар бар мегирад:

- параметрҳои геомарказӣ (координатаҳои экватриалии геомарказии радиант ва суръат);
- элементҳои мадори Кеплерии гелиомарказӣ;
- баъзе бузургиҳои физикӣ: массаи берун аз атмосфера, бузургии ситоравии радиометеор ва зичии хаттии электронҳо барои баландии нуқтаи марказии изи метеорӣ.



Расми 1. – Гистограммаи параметрҳои интихобшудаи 6544 радиометеор, ки дар РАҲ мушоҳида шудаанд. Тақсимоти тӯли эклиптикии Офтоб – $\lambda_\odot$ (дараҷа) дар вақти пайдошавии метеор

Тақсимоти тӯли эклиптикии Офтоб барои метеорҳо якхела набуда (ба расми 1 ниг.), се қулла дорад: декабрӣ (Геминидҳо, #4/GEM), январӣ (селҳои рӯзона, шабона ва метеорҳои спорадӣ) ва февралӣ. Ин ба тағйиротҳои мавсимии фаъолиятҳои селҳои метеорӣ ва таъсири омилҳои динамикӣ ба мадорҳои онҳо ишора мекунад.

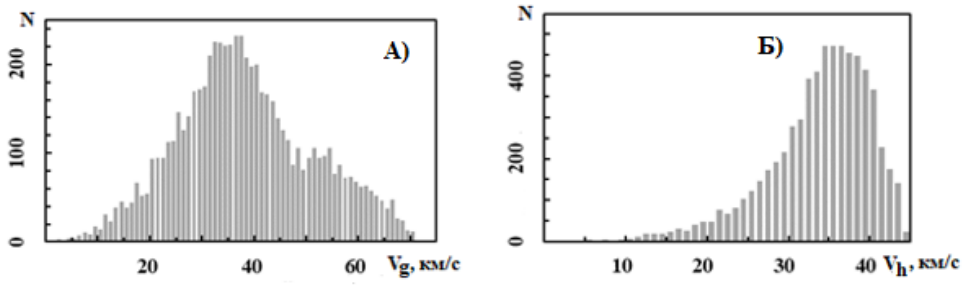


Расми 2. – Тақсимоти метеорҳо бо А) фарози мустақим – α_R (дараҷа) ва Б) майл – δ_R (дараҷа) дар системаи координатаи геомарказӣ

Бо истифода аз усули итератсионии ҷудо кардани селҳои метеорӣ тибқи усули шабеҳи нуқтаи шикаст [15, 16], вале ҳадди собитшудаи монандии мадорӣ D=0.1 (монандии мадор) бо истифода аз D-критерияи Саутворт-Хокинс [17] баҳо дода мешавад. Муайян карда шуд, ки дар маълумоти гирифташудаи РАҲ сели Геминид нисбатан хуб муайяншуда, аз 223 метеороид иборат аст. Дар расми 3А тақсимоти суръати геосентрии Геминиди тасвир шудааст. Қимати миёнаи Vg=35.1±2.1 км/с мебошад. Барои ҷустуҷӯи камтар маҳдудшуда бо истифода аз D=0.20, 400 метеороиди Геминид ошкор карда шуданд, ки барои онҳо Vg=34.6±3.1 км/с мебошад. Ин натиҷаҳо бо суръати Геминид 35±2.8 км/с, ки дар [18] оварда шудааст, мувофиқ мебошанд. Гистограммаи суръати геомарказии ҳамаи маълумотҳои интихобшудаи РАҲ дар расми 3А нишон дода шудааст ва тақсимоти бимодалии хосаш равшан аст. Хусусияти бимодалии ин тақсимот аз он бармеояд, ки қиматҳои суръати геомаркази суперпозисияи ду ҷузъро ташкил медиҳанд: суръатҳои мадории гелиомарказии метеороид ва суръати Замин.

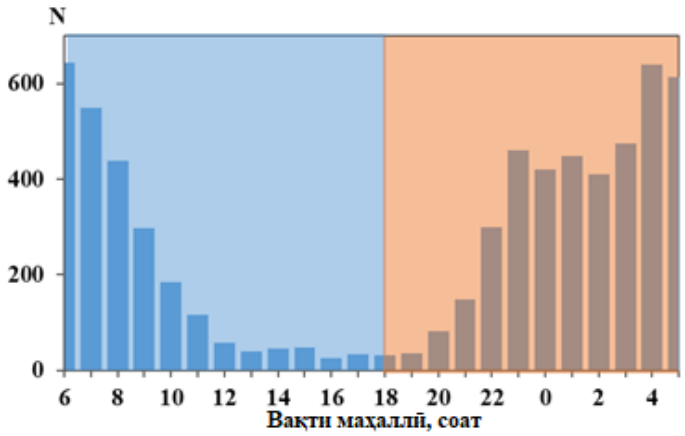
Расми 3А дорои ду қуллп буда, якеаш тақрибан 35-40 км/с буда, ба селҳои метеории Геминидҳо ва Квадрантидҳо тааллуқ дорад ва дигараш тақрибан 50-55 км/с мебошад, ки ба

дигар селҳои худ мутааллиқ аст. Дар расми 3Б тақсимоти суръати гелиомарказии метеороидҳо нишон дода шудааст. Дар қисми канори рости ин тақсимот қайд шудааст, ки 340 метеороид дар мадорҳои гиперболикии гелиомарказӣ ҳаракат мекарданд. Баъзе аз онҳо воқеан гиперболикӣ нестанд. Мадорҳои гиперболикӣ метавонанд натиҷаи носаҳеҳи андозагирӣ, махсусан носаҳеҳи суръати геомарказӣ бошад. Ба ақидаи С.К. Всехсвятский [19], ҳадди аққали эътимоднок барои мадорҳои гиперболикӣ метавонад андозаи эксентриситет e=1.35 бошад, дар ҳоле ки қиматҳои хурдтари эксентриситет метавонанд аз хатогиҳои андозагирӣ сарчашма гиранд.



Расми 3. – Тақсимоти суръатҳои А) геомарказӣ ва Б) гелиомарказии метеороидҳо. Тақсимот дорои хосияти гуногун аст: якум дорои ду максимум, дуюм танҳо якто

Дар давоми се моҳ (декабр, январ ва феврал) тағйирёбии шумораи метеорҳо, ки дар расми 4 нишон дода шудааст, бо тақсимоти онҳо ба метеорҳои рӯзона ва шабона мушоҳида мешавад. Максимумҳо ба соатҳои 22-24 вақти ҷаҳонӣ (4-6 субҳи вақти маҳаллӣ) ва минимумҳо ба вақти рӯз рост меоянд. Хати каҷи шабонарӯзӣ ҳадди максималиро дар вақти субҳ (5-6 субҳи вақти маҳаллӣ) нишон медиҳад, ки ба ҳадди максималии қабатҳои спорадикии шабона мувофиқат мекунад. Дар шаб, ҳиссаи метеорҳо дар ионизатсия махсусан аён аст, зеро радиатсияи ултрабунафши офтобӣ вуҷуд надорад. Шумораи метеорҳо аз шом то субҳ меафзояд, ки ин натиҷаи ҳаракати мадории Замин бо суръати 30 км/с мебошад. Ин ҳаракат мушоҳидаҳоро дар тарафи субҳгоҳӣ (дар нуқтаи апекс) зиёд мекунад ва дар тарафи пас аз нисфирӯзӣ (дар нуқтаи антиапекс) онҳоро коҳиш медиҳад.



Расми 4. – Тағйирёбии адади соатии метеорҳо дар шабонарӯз (аз декабр то феврал)

Дар **боби 2** ҳолат ва дурнамои тадқиқоти селҳои метеорӣ дар асоси мушоҳидаҳои оптикӣ ва радиолокатсионӣ баррасӣ гардида, инчунин селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ муайян карда шудаанд. Дар асоси мушоҳидаҳои радиолокатсионӣ, хусусиятҳои кинематикии гурӯҳҳои метеороидҳо, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ барои моҳҳои декабр, январ ва феврал омӯхта шудаанд.

Қайд кардан зарур аст, ки дар моҳи декабр мушоҳидаҳои шабонарӯзии метеорҳо дар ду марҳила гузаронида шуданд. Марҳилаи аввал давраи фаъолияти сели метеории машҳури

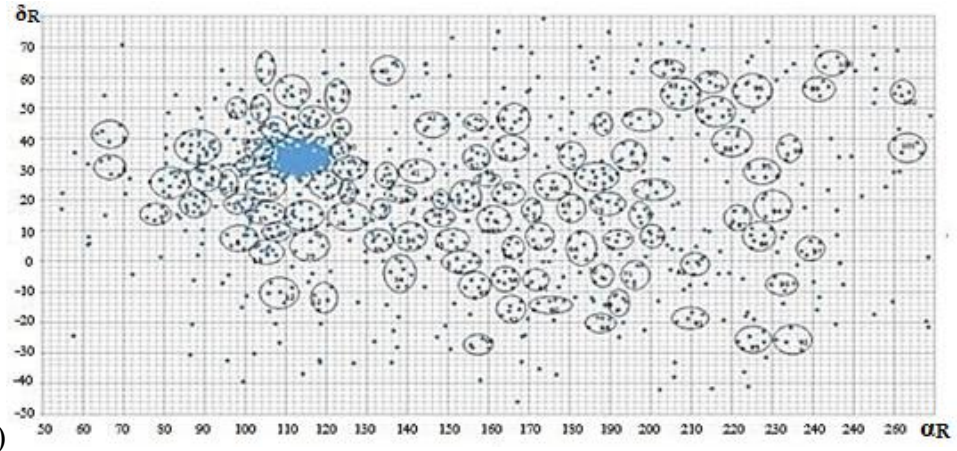
ҳарсолаи Геминид аз 7 то 15 декабрро дар бар мегирад, аммо марҳилаи дуюм давраи фони спорадикии метеори аз 19 то 24 декабрро фаро гирифтааст. Хусусиятҳои асосии таҷҳизоти мушоҳидавии Мир-2, методикаи мушоҳида, коркарди маълумотҳо барои чен кардани радиантҳо, суръатҳо, ҳисоб кардани элементҳои мадор ва маълумотҳои траекторияи атмосфераи метеорҳо дар шакли зиҷ дар [20, 21] нашр шудаанд.

Дар моҳи январ низ мушоҳидаҳои шабонарӯзӣ дар ду марҳила анҷом дода шуданд. Марҳилаи аввал аз 1 то 16 январ (аз ҷумла давраи сели маълуми ҳарсолаи Квадрантид) ва марҳилаи дуюм давраи фонҳои спорадикии метеорӣ аз 18 то 31 январро фаро мегирад.

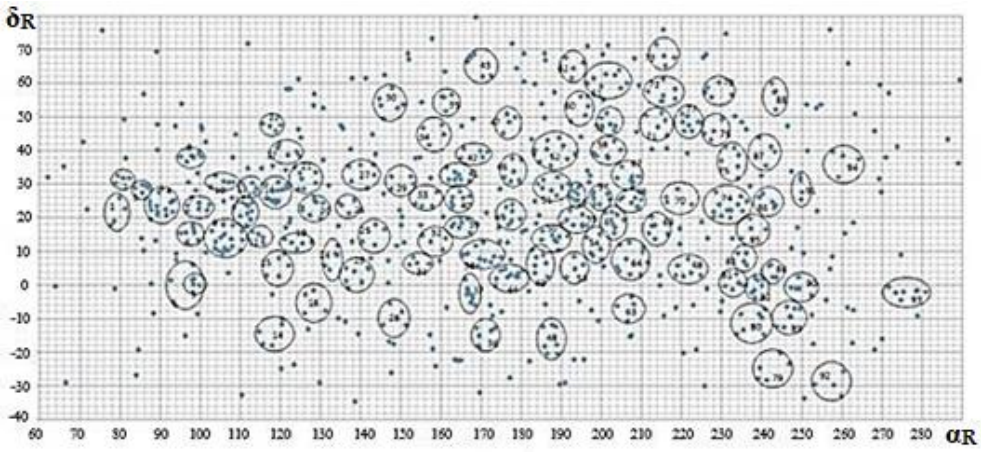
Дар моҳи феврал мушоҳидаҳои шабонарӯзии метеорҳо гузаронида шудаанд. Барои муайян кардани гурӯҳҳои метеороидҳо, маълумот дар бораи радиантҳо, суръатҳо ва мадорҳои 1484 метеор, ки аз 1 то 28 феврал чен карда шудаанд, истифода гардидааст.

Идентификатсияи метеороидҳо ба селҳо ва ассотсиатсияҳо дар ду марҳила гузаронида шуд: а) тарзи графикӣ бо тақсимоти дученакаи координатҳои радиантҳо ва суръатҳо; б) бо истифода аз критерияҳои Саутворт-Хокинс [17] ва Йопек [22]. Натиҷаҳои тақсимоти дученакаи радиантҳои метеорҳо аз рӯйи фарози мустақим α_R ва майл δ_R дар расмҳои 5-7 оварда шудаанд.

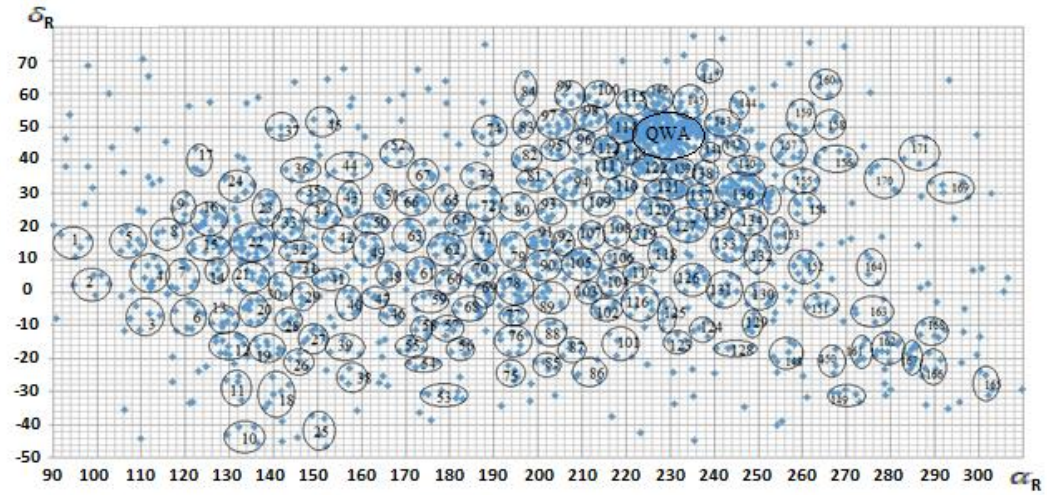
а)



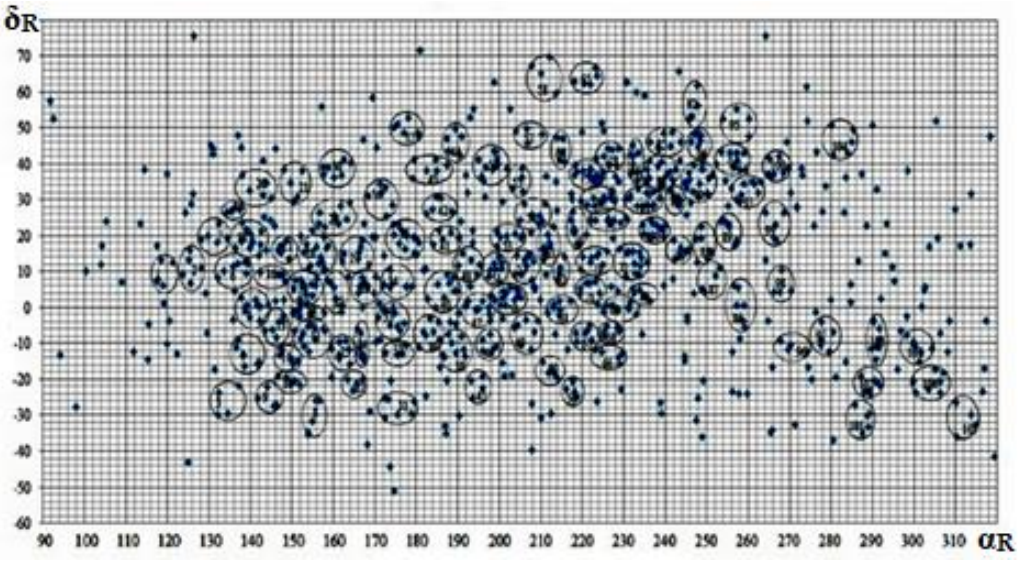
б)



Расми 5. – Тақсимоти дученакаи радианти метеорҳо бо фарози мустақим – α_R (дараҷа) ва майл – δ_R (дараҷа) барои давраҳои мушоҳидаи аз 7 то 15 декабр ва аз 19 то 24 декабр

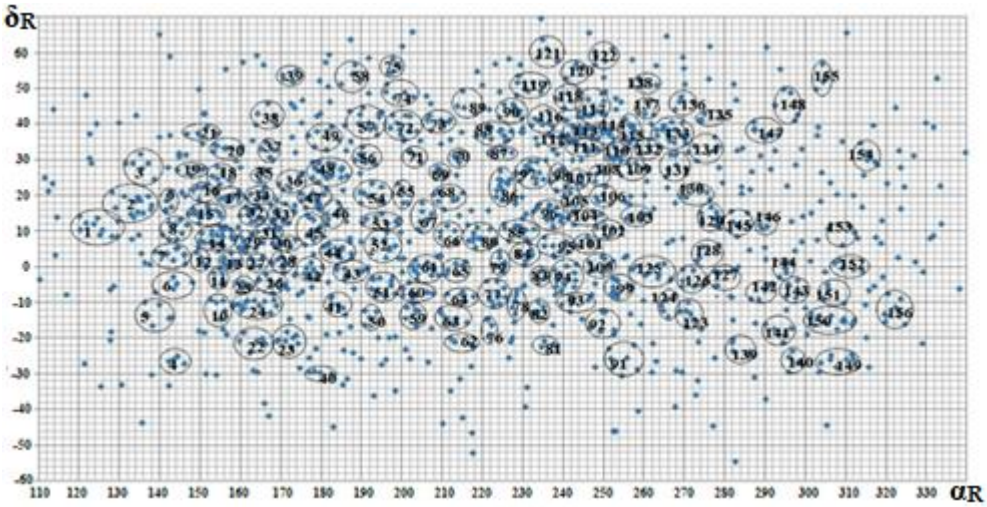


а)



б)

Расми 6. – Тақсимоти дученакаи радианти метеорҳо бо фарози мустақим – α_R (дараҷа) ва майл – δ_R (дараҷа) барои давраҳои мушоҳидаи аз 1 то 16 январ ва аз 18 то 31 январ

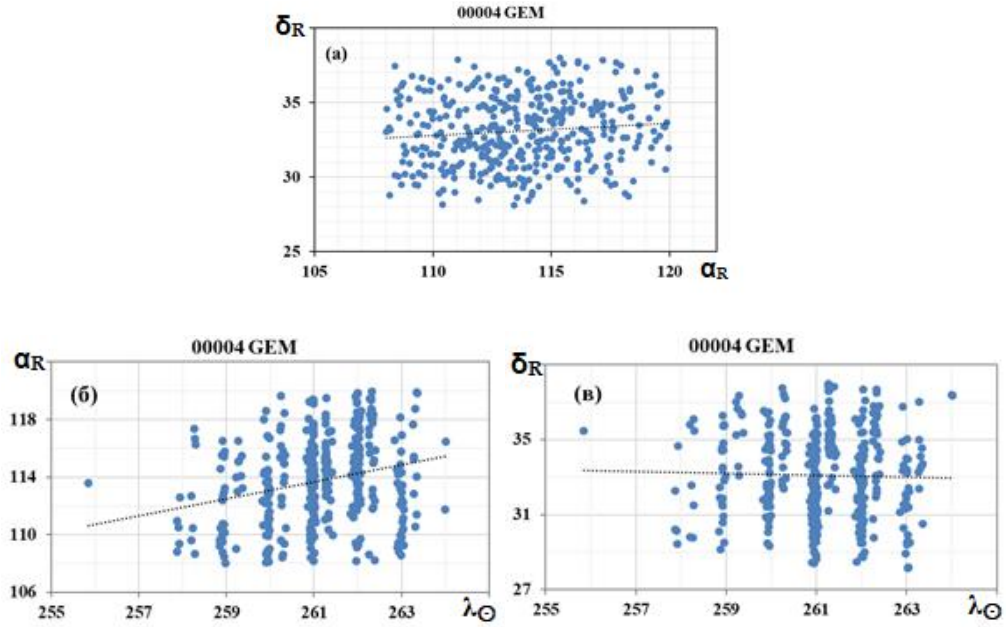


Расми 7. – Тақсимоти дученакаи радианти метеорҳо бо фарози мустақим – α_R (дараҷа) ва майл – δ_R (дараҷа) барои давраи мушоҳидаи аз 1 то 28 феврал

Дар гистограмма (Расми 5а) консентратсия (таҷзия)-и радиантҳои метеороидҳое, ки ба сели метеории Геминидҳо мансубанд, равшан намоён аст. Тасвири умумии тақсимоти метеороидҳо аз рӯйи координатҳои радиант барои сели Геминид ба эллипсоид монанд аст.

Ин, эҳтимолан, бо тағйирёби (ғеҷиши)-и шабонарӯзии радиант алоқаманд мебошад. Тағйирёбии шабонарӯзии радиант муайян карда мешавад, то ки мавқеи радиант дар дохили бурҷ дақиқтар муайян гардад. Тағйирёбии шабонарӯзии радиант дар натиҷаи ҳаракати Замин дар дохили сели метеорӣ ба вуҷуд меояд.

Ҳолати геомарказии радиантҳои Геминид дар расми 8(а) нишон дода шудаанд ва тақсимоти координатаҳои радиантҳо α_R ва δ_R вобаста аз тӯли офтобӣ $\lambda_\odot$ дар расми 8 (б,в) тасвир ёфтаанд. Координатаҳои радиантҳо ва тағйирёбии ҳаррӯзаи онҳо ҳам барои радиантҳои алоҳида ва ҳам барои координатаҳои миёна бо андозаи 1°-и тӯли офтобӣ муайян карда шудаанд. Дар асоси ин маълумот радиантҳои миёнаи геомарказӣ ва ҷойивазкунии ҳаррӯзаи радиант ҳисоб карда шудаанд. Натиҷаҳо дар ҷадвали 1 пешниҳод шудааст, ки маълумотҳо аз тадқиқотҳои дигарон низ оварда шудааст.



Расми 8. – Сатҳи радиантҳои Геминид (а) ва координатаҳои радиантҳои Геминид α_R (дараҷа) (б) ва δ_R (дараҷа) (в) вобаста аз тӯли Офтоб – $\lambda_\odot$ (дараҷа)

Мувофиқи мушоҳидаҳо, ҷойивазкунии ҳаррӯзаи радиант ба $\Delta\alpha_R$=1.°08 ва $\Delta\delta_R$=−0.°15 баробар мебошад, дар ин ҳол ҳадди максималии фаъолияти Геминидҳо дар $\lambda\odot$ = 261°.1 мушоҳида мешавад. Координатаҳои радиантҳо дар ин тӯли офтобӣ бо назардошти ҷойивазкунии ҳаррӯза тибқи формулаҳои зерин ислоҳ карда мешавад:

$$\alpha_{261.1} = \alpha_i - (\lambda_i - 261.1)\ 1.°08, \qquad \delta_{261.1} = \delta_i + (\lambda_i - 261.1)\ 0.°15$$

дар ҷо ки α_i ва δ_i – координатаҳои алоҳидаи радиантҳои метеорҳо, λ_i – тӯли эклиптикии Офтоб дар лаҳзаи сабти метеорҳо мебошанд. Параметрҳои радиантҳои геомарказӣ $\alpha_{261.1}$ ва $\delta_{261.1}$ дар ҷадвали 1 оварда шудаанд.

Дар расмҳои 5-7, дар баробари радианти метеороидҳои селҳои Геминид ва Квадрантид, инчунин шумораи зиёди тарокуми радиантҳо мушоҳида мешавад, яъне нисбат ба фони спорадикӣ минтақаи консентратсияи радиантҳои метеорҳо афзоиш ёфтааст. Ҳар як гурӯҳи тарокуми радианти метеороидҳо, ки нисбат ба фони спорадикӣ ҷудо карда шудаанд, рақамгузори шудааст. Рақамгузории тарокуми радиантҳо бо афзудани фарози мустақим α_R ва майл δ_R баанҷом расидааст. Шакли аксари тарокуми радиантҳои метеорҳо ба эллипс монанд аст, ки ин бо ҳаракати шабонарӯзии радианти селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ

алоқаманд аст. Шумораи умумии тарокуми радиантҳо бо усули графикӣ муайян гардида, 631 гурӯҳро дар бар мегирад.

Ҷадвали 1. – Қимати миёнаи радиант ва ғеҷиши ҳаррӯза барои сели метеории Геминид бо истифода аз маълумотҳои мушоҳидавии гуногун

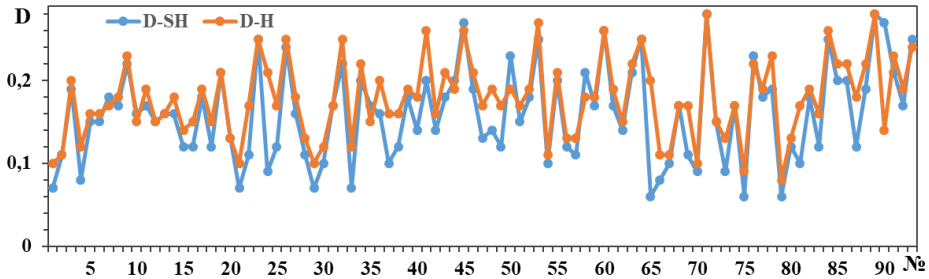
Мушоҳида	α_R, [дараҷа]	δ_R , [дараҷа]	$\lambda_\odot$, [дараҷа]	$\Delta\alpha_R$, [дараҷа]	$\Delta\delta_R$, [дараҷа]	Манбаъ
Мушоҳидаи РЛ	111.6	32.6	260.0	0.83	-0.28	Кащеев и др. 1961
Мушоҳидаи ТВ	112.8	32.3	261.4	0.90	-0.19	SonotaCo, 2009
Мушоҳидаи РЛ	112.5	32.1	261.0	1.12	-0.17	Brown et al., 2010
Мушоҳидаи ТВ	113.5	32.3	262.0	1.15	-0.16	Jenniskens et al., 2016
Мушоҳидаи РЛ	**113.7**	**33.1**	**261.1**	**1.08**	**-0.15**	**Кори мазкур**

Марҳилаи дуюми ҷудокунии селҳо ва ассотсиатсияҳои метеории интихобшуда аз рӯи суръатҳо гузаронида шуд. Дар ин ҳолат, метеороидҳое, ки суръаташон аз суръати миёнаи метеороидҳо дар гурӯҳ буда ба таври назаррас фарқ мекард, аз коркарди минбаъда хориҷ карда шуданд. Пас аз он, барои ҳар як сел ва ассотсиатсия қиматҳои миёнаи координатаҳои радиантҳо, суръатҳо ва элементҳои мадор ҳисоб карда шудаанд. Интихоби ниҳоии метеороидҳо, ки ба сел ё ассотсиатсияи муайян тааллуқ доранд, бо истифодаи критерияи наздикии мадорҳои Саутворт-Хокинс (D_{SH}) [17], ки тибқи муодилаи (1) ҳисоб карда мешавад ва критерияи наздикии мадорҳои Йопек (D_H) [22], ки тибқи муодилаи (2) муайян мешавад, иҷро гардид.

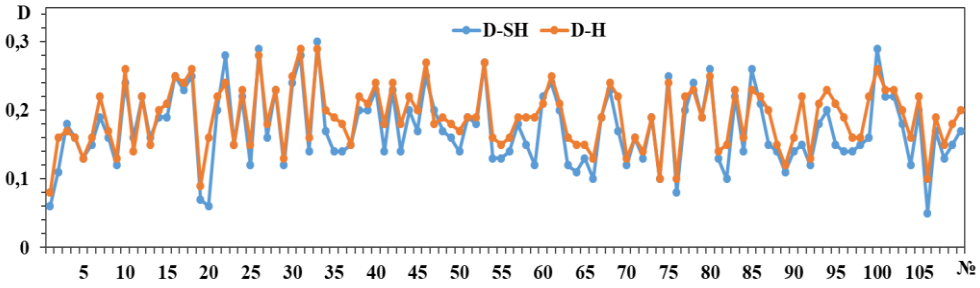
$$D_{SH}^2 = (e_1 - e_2)^2 + (q_1 - q_2)^2 + \left(2\sin\frac{I_{21}}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_1 + e_2}{2}\right)^2 \left(2\sin\frac{\Pi_{21}}{2}\right)^2 \quad (1)$$

$$D_H^2 = (e_1 - e_2)^2 + \left(\frac{q_1 - q_2}{q_1 + q_2}\right)^2 + \left(2\sin\frac{I_{21}}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_1 + e_2}{2}\right)^2 \left(2\sin\frac{\Pi_{21}}{2}\right)^2 \quad (2)$$

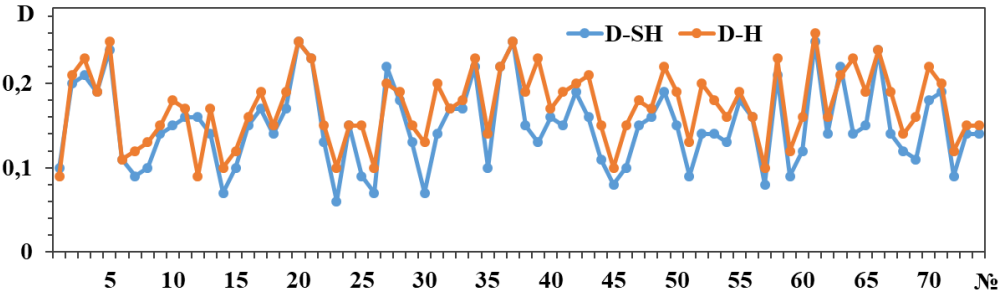
Натиҷаҳои ҳисобкунии критерияи наздикии мадорҳо тибқи D_{SH} ва D_H барои ҳамаи тарокуми радиантҳои селҳо ва ассотсиатсияҳо дар расмҳои 9-11 оварда шудаанд. Маълум аст, ки қимати ададии D-критерия, ки барои селҳо ва ассотсиатсияҳо тибқи критерияи Саутворт-Хокинс ва критерияи Йопек ҳисоб карда шудааст, бо ҳам мутобиқ аст. Натиҷаҳои ҳисобҳое, ки тибқи ҳар ду критерия анҷом дода шудаанд, боэътимодии ин селҳо ва ассотсиатсияҳоро тасдиқ мекунанд.



Расми 9. – Натиҷаҳои ҳисобкунии D-критерияҳои Саутворт-Хокинс (D_{SH}) ва Йопек (D_H) барои гурӯҳҳои метеороидҳои моҳи декабр



Расми 10. – Натиҷаҳои ҳисобкунии D-критерияҳои Саутворт-Хокинс (D_{SH}) ва Йопек (D_H) барои гурӯҳҳои метеороидҳои моҳи январ

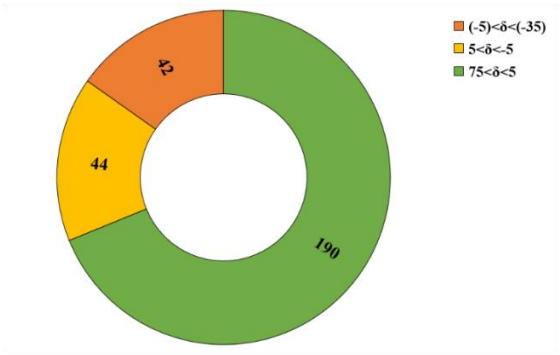


Расми 11. – Натиҷаҳои ҳисобкунии D-критерияҳои Саутворт-Хокинс (D_{SH}) ва Йопек (D_H) барои гурӯҳҳои метеороидҳои моҳи феврал

Барои тасдиқи ниҳоии мансубияти метеорҳо ба гурӯҳи муайян, мо барои метеорҳое, ки ба гурӯҳи муайян дохил мешаванд, ҳисобкунии бо истифода аз критерияҳои Саутворт–Хокинс [17] ва Йопек [22] анҷом додем. Натиҷаи ҷудокуни бо истифода аз критерияҳои Саутворт–Хокинс ва Йопек (Расми 9-11) аз 631 тарокуме, ки аз фони спорадикӣ ҷудо карда шудаанд, танҳо 276 гурӯҳ мувофиқи критерияҳои нишондодашуда ва дар феҳристи селҳои хурд ва ассотсиатсияҳо ворид карда шуданд.

Натиҷаҳои коркардкунии ниҳоии маълумот барои селҳо ва ассотсиатсияҳои метеороидҳо барои декабри 1969, январ ва феврал 1970 дар шакли ҷадвал (Замима 1) оварда шудаанд. Дар инҷо дар сутуне аввал № - рақами тартибӣ барои сел ё ассотсиатсия, дар сутуни дуюм - номи сел ё ассотсиатсия А, дар сеюм ва баъдӣ қимати миёнаи тӯли Офтоб, дар чаҳорум - α_R фарози мустақим, дар панҷум - майл δ_R, дар шашум, ҳафтум ва ҳаштум сутунҳо қиматҳои суръатҳо, ба монанди берун аз атмосферӣ V_∞, геомарказӣ V_g ва гелиомарказӣ V_h оварда шудаанд. Дар нӯҳум - қиматҳои параметри D_{SH}, ки бо критерияи Саутворт–Хокинс ҳисоб карда шудаанд, дар даҳум - қиматҳои параметри D_H бо критерияи Йопек, дар ёздаҳум - қиматҳои эксентриситет e, дар дувоздаҳум - масофаи перигелий q дар в.а., дар сенздаҳум i - моилӣ ба эклиптика [дараҷа], дар чордаҳум Ω – тӯли нуқтаи дохилшавӣ [дараҷа], дар панҷдаҳум ω – аргументи перигелий [дараҷа], дар шонздаҳум – N шумораи метеорҳо, дар ҳабдаҳум логарифми масса lg M [грамм], дар ҳаждаҳум δ – зичии метеорҳои дар селҳо ва ассотсиатсияҳо [г/см³] ва дар нуздаҳум муқоиса бо дигар манбаъҳо – маълумоти нашршуда аз дигар корҳои илмӣ, ки ба натиҷаҳои мо барои селҳои зикршуда мувофиқат мекунанд.

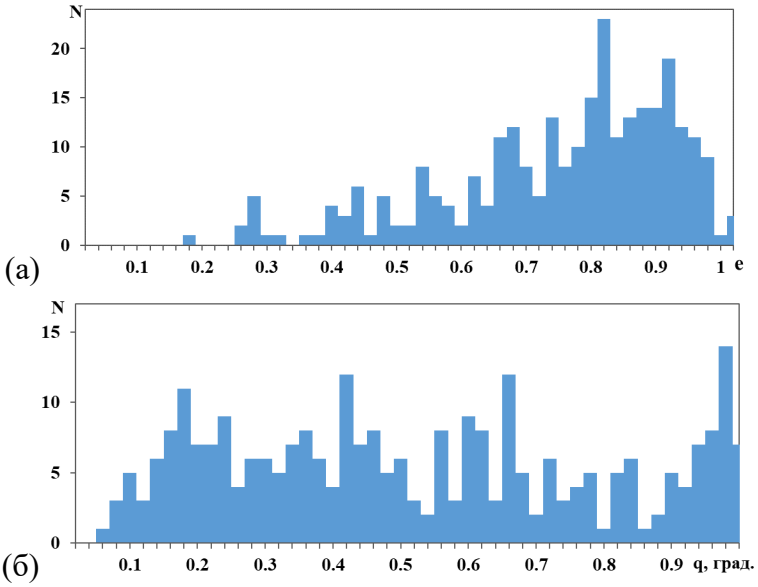
Дар охири **боби 2** натиҷаҳои тақсимоти элементҳои мадор барои 276 гурӯҳҳои метеороидӣ муҳокима карда мешавад.



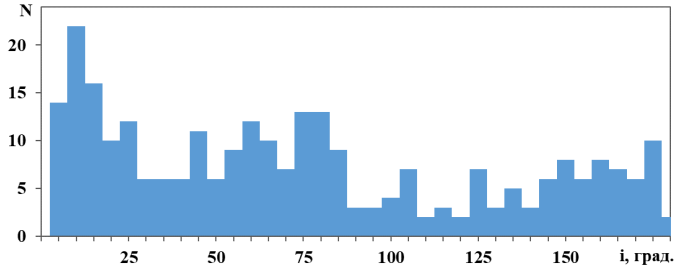
Расми 12. – Тақсимоти гурӯҳҳои метеороидҳо барои ду нимкураи осмон

Тақсимоти гурӯҳҳои метеороидҳо дар кураи осмон нишон медиҳад, ки қисми зиёди онҳо дар нимкураи шимолӣ қарор доранд. Бо вуҷуди ин, як қатор селҳо ва ассотсиатсияҳои метеории ҷанубӣ низ ошкор карда шуданд. Хусусан, 190 гурӯҳи метеороидҳо дар доираи майлҳо аз 75 дараҷа то 5 дараҷа ҷойгир шудаанд, дар 44 гурӯҳ майл аз 5 дараҷа то -5 дараҷа, ва 42 гурӯҳи боқимонда майлашон аз -5 то -35 дараҷа мебошад.

Имконияти бархӯрди метеорҳои дар мадорҳои гуногун ҳаракаткунанда бо Замин, хусусан таъсиргузор буда, ба тақсимоти ҳосилшудаи мадорҳо бо эксентриситет, масофаи перигелий ва моили алоқаманд аст.



Расми 13. – Тақсимоти эксентриситети e мадорҳо (а) ва масофаи перигелий q (в.а.) мадорҳо (б) барои гурӯҳҳои метеороидҳо



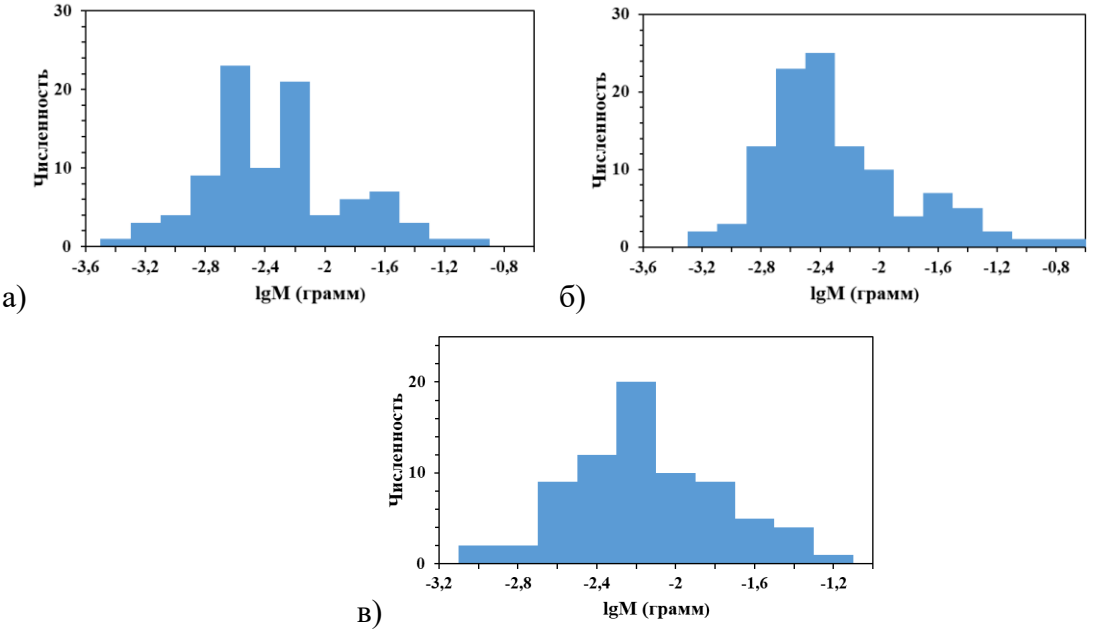
Расми 14. – Тақсимоти моилии i (дараҷа) мадорҳо барои гурӯҳҳои метеороидҳо

Вақте ки 6.5 ҳазор мадори метеорҳои андозаи хурддошта, ки метеорҳои дурахшониашон аз $+5^m$ равшантар бавуҷуд овардаанд, гуногуншаклии зиёди мадорҳо ошкор карда шуд. Мадорҳо бо a <1 в.а., мадорҳои қариб доиравианд, инчунин як миқдор

мадорҳои бо эксентриситети хурд ва моилии калон муайян шуданд. Бо вуҷуди ин, аксари мадорҳо ҳанӯз ба ду навъи мадорҳои кометие, ки зикр шуда буданд, мансубанд.

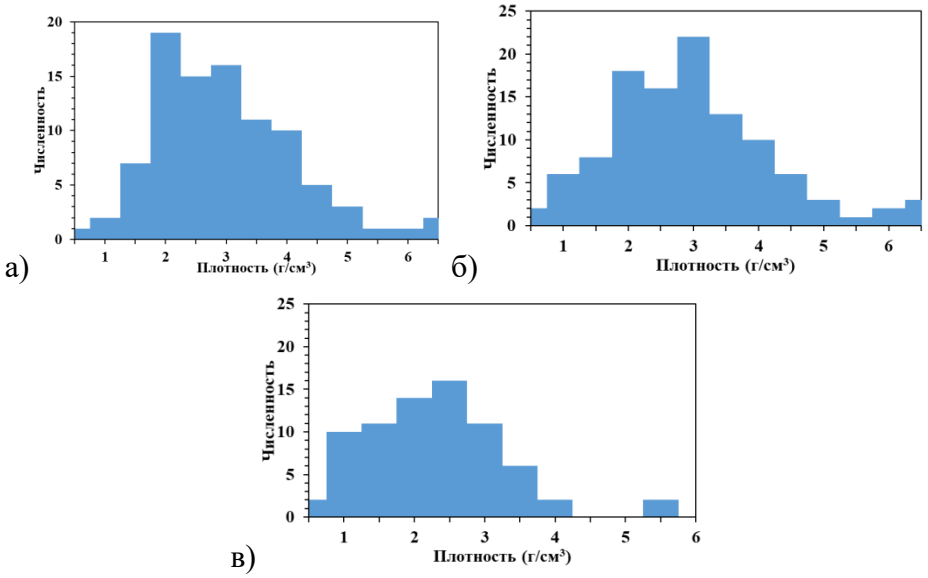
Дар **боби 3** параметрҳои физикии метеороидҳо, азҷумла бузургиҳои зичии хатии электронӣ, бузуогии радиогӣ, масса, зичӣ ва таркиб таҳқиқ мегардад, ки нақши муҳимро дар тасаввуроти сохт, пайдоиш ва таҳаввули онҳо мебозад. Мушоҳидаҳои радиолокасионӣ яке аз усулҳои сермаълумоттарин барои ба даст овардани маълумот дар бораи хусусиятҳои физикии метеороидҳо мебошанд.

Масса ва зичии метеороидҳои алоҳида бар асоси давомиятӣ радиоакс, ки бо формулаҳои дар кори [23] овардашуда, ҳисоб ва муайян карда шудаанд. Натиҷаҳои ҳисоб кардани қиматҳои миёнаи массаи селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ барои моҳҳои декабр, январ ва феврал дар расм 15 оварда шудаанд.



Расми 15. – Тақсимоти қимати миёнаи логарифмаи массаи метеороидҳо (грамм) дар гурӯҳҳо барои моҳҳои а) декабр, б) январ и в) феврал

Натиҷаҳои ҳисоб кардани қиматҳои миёнаи зичии метеороидҳо дар гурӯҳҳо барои декабр, январ ва феврал дар расми 16 оварда шудаанд.



Расми 16. – Тақсимоти зичии миёнаи метеороидҳо дар гурӯҳҳо барои моҳҳои а) декабр, б) январ и в) феврал

Таҳқиқи сохтори селҳои метеорӣ, хусусан тақсимоти метеорҳо аз рӯи масса (параметри S), ки яке аз тавсифҳои муҳими фазо-вақт ҳам барои селҳои метеорӣ ва ҳам барои фони спорадикӣ мебошад, гузаронида шудааст. Маълумот дар бораи тақсимоти метеорҳо аз рӯи массаҳо аҳамияти илмӣ ва амалӣ доранд, ки шомили муайян кардани воридшавии моддаи метеорӣ ва баҳодиҳии ҳолати метеор дар фазои наздизаминӣ мебошад.

Тақсимоти интегралии метеорҳо бо давомияти радиоакс, ба сифати вобастагии lg N аз lg τ барои ҳар як қитъаи хати рост, метавонад ба шакли зерин ифода ёбад:

$$lgN = a - blg\ \tau,$$

дар ин ҷо a = const, b − параметри қонуни интегралӣ барои тақсимот дар асоси давомияти радиоакс ва бо усули камтарин квадратҳо бузургиҳои a ва b барои ҳар як сел ҳисоб карда шудаанд.

Ҷадвал 2. – Параметри S барои селҳои Геминид ва Квадрантид (селҳои метеор шабона) бо манбаъҳои гуногун

Манбаъ	Селҳои мтеорӣ	
	Геминид	Квадрантид
Кори мазкур	**1.64-1.66**	**1.74-1.76**
Нарзиев, 2013	1.8	1.6
Исамутдинов, 1971	1.7	1.7
Белкович, 1975	1.6-1.9	-
Андреев ва дигарон, 1982	1.69	1.94
Schult et al., 2018	1.64	1.56
Blaauw, 2017	1.68	1.55
Reddy et al., 2008	1.64÷1.65	-

Параметри S, ки бар асоси тақсимоти интегралӣ ва дар асоси андозагирии давомияти радиоакс муайян мешавад, аҳамияти муҳим дорад. Нарзиев [24] дар асоси мушоҳидаҳои радиолокатсионнии метеорҳо параметри тақсимоти ҷирмҳои метеориро аз рӯи масса (параметри S) барои солҳои 1968-1980 дар РАҲ барои якчанд селҳои метеорӣ, азҷумла Геминидҳо ва Квадрантидҳо омӯхта баромад. Муайян намуд, ки қимати бузургии параметр S барои метеороидҳои поток дар ҳудуди 1.4–1.9 мехобанд. Муаллиф бо натиҷаҳои ченкунии давомияти радиоакс параметри S-ро барои селҳои метеории Геминид (4#GEM), ки 1.64-1.66 аст ва барои Квадрантид (10#QUA), ки 1.74-1.76 мебошад, муайян кардааст. Натиҷаҳои муайян кардани параметри S барои селҳои метеории Геминид ва Квадрантид бо манбаъҳои гуногун дар ҷадвал 2 оварда шудаанд.

Дар **хулоса** натиҷаҳои асосии ва хулосаҳои гирифташуда дар рафти иҷрои рисолаи илмӣ ва баъзе тавсияҳо барои таҳқиқоти минбаъда дар мавзӯи рисолаи илмӣ баён шудаанд.

Рӯйхати адабиёт ҳамаи манбаъҳои нашршударо, ки дар кори илмӣ истифода шудаанд, дар бар мегирад.

Дар **замима** зиҷи хусусиятҳои физикӣ-кинематикии гурӯҳҳои метеороидҳо, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ, ки дар асоси мушоҳидаҳои радиолокасионии Тоҷикистон таҳия гардидааст, оварда шудааст. Зиҷ ба шакли ҷадвал тартиб ёфтааст.

Кори илмӣ дар Институти астрофизикаи Ордени Байрақи Сурхдори Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ба анҷом расидааст.

Натиҷаҳои асосии ва хулосаҳои кори рисолавӣ:

Таҳқиқоти ошкорсозии селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ дар асоси мушоҳидаҳои радиолокасионӣ анҷом дода шуд. Натиҷаҳои асосии, ки дар рисола ба даст омадаанд, метавонанд дар шакли хулосаҳои зерин баён шаванд:

- Ченкунии радиантҳо, суръатҳо ва элементҳои мадори 6544 метеорҳо бо усули радиогии пеленгатсионӣ-вақтии дурахшониашон аз +5 бузургии ситорагӣ бештар аст. Муайян намудани маълумотҳои масири атмосферии ин радиометеорҳое, ки аз чор мавзеъ дар РАҲ сабт гардидаанд [1-М, 6-М, 13-М, 14-М].
- Таҳлили тақсимоти дученакаи радиантҳо, суръатҳо ва элементҳои мадор, инчунин маълумотҳои масири атмосферии радиометеорҳои дурахшониашон бештар аз $+5^{m}$ бузургии ситорагӣ гузаронида шуд [1-М, 6-М, 13-М, 14-М].
- Ошкор гардид, ки тақсимоти суръатҳои геомарказии 6544 радиометеор ду максимум (қулла) дорад. Максимуми аввал дар фосилаи 35–40 км/с буда ва дигараш дар ҳудуди 55–60 км/с мебошад [1-М, 6-М, 13-М, 14-М].
- Дар асоси таҳлили ченкунии радиантҳо, суръатҳо ва мадорҳои 6544 метеорҳо, ки бо усули радиогии пеленгатсионӣ - вақтӣ аз чор мавзеи РАҲ барои моҳҳои декабри 1969, январ ва феврали 1970 гузаронида шуд, идентификатсия (ошкор намудан)-и семарҳилагии метеороидҳо барои селҳо ва ассотсиатсияҳо мавҷуд аст: а) усули графикӣ, б) аз рӯйи суръатҳо, в) бо D-критерияҳои Саутворд–Хокинс ва Йопек [3-М, 4-М, 5-М, 10-М, 11-М, 12-М].
- 631 гурӯҳи тарокуми радиантҳо аз рӯйи натиҷаҳои тақсимоти дученакаи радиантҳо ва суръатҳои 6544 метеорҳои фардӣ (алоҳида) бо усули графикӣ, ошкор карда шуд [3-М, 4-М, 5-М, 10-М, 11-М, 12-М].
- Интихоби ниҳоии селҳо ва ассотсиатсияҳои метеороидҳои мавҷудбуда, бо истифода аз D-критерияҳои (наздикии мадор) Саутворд–Хокинс ва Йопек, ки дар натиҷа 276 гурӯҳ ошкор гардид. Аз миёни ошкоршудаҳо 86 сели метеории муайян, 85 асотсиатсия ва 105 номзад ба сели нав ё ассотсиаисия мебошанд [3-М, 4-М, 5-М, 10-М, 11-М, 12-М].
- Аз 86 селҳои метеории муайян: 22-тояш ба руйхати селҳои тасдиқшудаи базаи маълумотии ИБА, 60-то ба руйхати кории базаи маълумотии ИБА, 1-то сел ба руйхати номзад барои тасдиқи базаи маълумотии ИБА, аммо 3-то сел ба руйхати хориҷкардашудаи базаи маълумотии ИБА мувофиқат мекунанд [3-М, 4-М, 5-М, 10-М, 11-М, 12-М].
- 85 ассотсиатсияи метеорӣ муайян карда шуд, ки қаблан дар корҳои нашршудаи дигарон ошкор гардиданд ва пешниҳод карада мешавад барои тасдиқи минбаъдаи онҳо ҳамчун номзади селҳои нав ба базаи маълумотии МММ ИБА [3-М, 4-М, 5-М, 10-М, 11-М, 12-М].
- Таҳлили маълумоти экваториалии 276 гурӯҳи селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ гузаронида шуд. Аз ин ҷо 190 гурӯҳи метеороидҳо дар нимкураи шимолӣ ҷойгир шуда, майлашон дар ҳудуди аз +75° то +5° мехобад, 44 гурӯҳ дар минтақаи экваторӣ (аз +5° то −5°) ва 42 гурӯҳ дар нимкураи ҷанубӣ (аз −5° то −35°) ошкор карда шуданд [3-М, 4-М, 5-М].
- Хусусиятҳои физикии навбатии метеороидҳо: зичии хатии эелектронӣ, бузургии радиогӣ, масса ва зичии маҷмуи маълумотҳои радиометеорҳои барои декабр, январ ва феврал сабт гардида, ҳисоб карда шуд. Қимати миёнаи масса дар ҳудуди аз 2.54×10^{-4} то 1.675×10^{-1} г. мехобад [2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 7-М, 8-М, 9-М, 11-М, 15-М, 16-М].
- Параметрҳои тақсимоти ҷисмҳои метеорӣ аз рӯи массаҳо (S) барои маҷмӯи маълумотҳои селҳои метеории Геминидҳо ва Квадрантидҳо муайян карда шуданд, ки аз

фони спорадикӣ бо координатаҳои радиант ва суръат ҷудо карда шудаанд, ки ин параметрҳо мутаносибан (1.74–1.76) ва (1.67)-ро ташкил медиҳанд [16-М,].

- Зичии метеороидҳо дар селҳл ва ассотсиатсияҳо ҳисоб карда шуд, ки қимати онҳо дар ҳудуди аз 0.33 то 6.47 г/см³ мутамарказ шудаанд [3-М, 4-М, 5-М, 10-М, 11-М, 12-М, 16-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалӣ аз натиҷаҳо:

Мушкилоти таҳдидҳои кайҳонӣ, аз ҷумла астероидҳо, кометаҳо, метеороидҳо ва партовҳои кайҳонӣ, аз ҷониби ҷомеаи ҷаҳонӣ ҳамчун масъалаи муҳим эътироф шудааст ва барои ҳалли он тадбирҳо андешида мешаванд. Таҳқиқоти объектҳои атрофи Замин ва мушоҳидаҳои ҷисмҳои хурди Системаи офтобӣ, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ, нақши муҳимро дар таъмини муҳофизати Замин мебозанд. Натиҷаҳои ба даст омада асосан ба мушоҳидаҳо ва усулҳои муосири таҳқиқот, ки боэътимодии худро исбот намудаанд, асос ёфтаанд. Зиҷи нави хосиятҳои физикӣ-кинематикии гурӯҳҳои метеороидҳо, ки дар асоси маълумоти мушоҳидавии РАҲ таҳия шудааст, нақши муҳими амалӣ ва назариявӣ дар таҳқиқоти фазои кайҳонӣ дорад ва барои соҳаҳои гуногуни илм аҳамияти калонро доро мебошад. Натиҷаҳои таҳқиқоти диссертатсионӣ дорои аҳамияти асосии илмӣ-бунёдӣ мебошанд, татбиқи он дар фаъолияти амалӣ ва истифода дар соҳаҳои астрономияи метеорӣ, кайҳоннавардӣ ва космогония барои ҳалли масъалаҳое, ки бо таъмини амнияти лиҳа (миссия)-ҳои кайҳонӣ ва пешгирии таҳдидҳои кайҳонӣ ба Замин мебошад.

Дурнамои минбаъдаи таҳқиқот бо густариш ва амиқтар намудани таҳлили мушоҳидаҳои радиолокатсионии метеорҳо иртибот доранд. Тавсия дода мешавад, ки чунин таҳқиқотҳо идома ёфта, ба ошкор намудани гурӯҳҳои нави метеороидҳо, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ равона гардад. Ин имкон медиҳад, ки ҷирмҳои волидайнии онҳо муайян гарданда, хусусиятҳои динамикии онҳо дақиқ карда шаванд ва натиҷаҳои бадастомада бо истифода аз пойгоҳи маълумотии МММ ИБА (IAU MDC) тасдиқ карда шаванд, ки ба такмил додани таснифи селҳои метеорӣ ва дарки беҳтари таҳсимоти моддаи метеорӣ дар фазои атрофи Замин мусоидат хоҳад кард.

РУЙИХАТИ ИНТИШОРОТИ УНВОНҶӮ АЗ РӮИ МАВЗУИ РИСОЛА:

I. Мақолаҳо дар маҷаллаҳое, ки дар пойгоҳҳои байналмилалии маълумотии Web of Science ва Scopus нашр шудаанд

[1-М]. **Khujanazarov, H. F.** IAU MDC meteor orbits database - A sample of radio-meteor data from the Hissar observatory / M. Narziev, R. P. Chebotarev, T. J. Jopek, L. Neslušan, V. Porubčan, J. Svoreň, H. F. Khujanazarov, R. Sh. Bibarsov, Sh. N. Irkaeva, Sh. O. Isomutdinov, V. N. Kolmakov, G. A. Polushkin, V. N. Sidorin // Planetary and Space Science. – 2020. – Vol. 192. – P. 105008. https://doi.org/10.1016/j.pss.2020.105008

[2-М]. **Khujanazarov, H. F.** The physical properties of the superbolide of Tajikistan on the results of combined satellite and ground-based observations / M. Narziev, H. F. Khujanazarov // Advances in Astronomy and Space Physics. – 2022. – Vol. 12. – Issue 1-2. –P. 8-12. doi: 10.17721/2227-1481.12.8-12.

II. Мақолаҳо дар нашрияҳое, ки аз ҷониби КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва КОА назди Президенти Федератсияи Россия тавсия дода шудаанд, нашр шудаанд

[3-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Идентификация потоков и ассоциаций радиометеоров за вторую половину января 1970 г / Х. Ф. Худжаназаров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2025. – № 1(69). – С. 16-23.

[4-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Январские метеорные потоки и ассоциации по результатам радиолокационных наблюдений в ГисАО / М. Нарзиев, Х. Ф. Худжаназаров, Т. Й. Йопек // Доклады НАН Таджикистана. – 2023. – Т. 66. – № 9-10. – С.550-560.

[5-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Потоки и ассоциации метеороидов, идентифицированные по результатам радионаблюдений в ГисАО за декабрь 1969 г. / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Вестник ТНУ, Серия естественных наук. – 2022. – № 1. – С. 140-154.

[6-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Радиометеорные данные Гиссарской обсерватории в базе данных ЦМД МАС / М. Нарзиев, Р. П. Чеботарев, Т. Й. Йопек, Л. Неслушан, В. Порубчан, Й. Сворень, Х. Ф. Худжаназаров // Политехнический Вестник, Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. –2020. - № 3 (51). – С. 18-20.

[7-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** О массе параллельных радиооптических слабых метеоров по величине интенсивности свечения и ионизации на высоте зеркальной точки / М. Нарзиев, Х. Ф. Худжаназаров // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2017. – № 4. – Вып. 3. – С. 109-114.

[8-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Физические свойства 8916 радиометеоров, наблюденных в ГисАО / М. Нарзиев, Х. Ф. Худжаназаров // Политехнический Вестник, Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. – № 3 (63). – С. 28-32.

III. Рӯйхати корҳои илмӣ, ки дар маводи конфронсҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ нашр шудаанд

[9-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Массы радиооптических метеоров по величине интенсивности свечения и линейной электронной плотности / М. Нарзиев, Х. Ф. Худжаназаров // II Международная научная конференция «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий». - Душанбе, 2017. – С. 146-150.

[10-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Потоки и ассоциации метеороидов, выявленные по результатам радионаблюдений в ГисАО за декабрь 1969 г. / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // XI Международная научная конференция «Околоземная астрономия и космическое наследие» (РФ, г. Казань, 30 сентября-4 октября 2019 г.). – С.41.

[11-М]. **Хуҷаназаров, Ҳ. Ф.** Ошкор намудани селҳо ва ассотсиатсияҳои метеории моҳи феврал / Ҳ. Ф. Хуҷаназаров, М. Нарзиев // Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы астрофизики», посвященная «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)». – Душанбе, 2024. – С. 73-84. ISBN 978-99985-46-49-3.

[12-М]. **Khujanazarov, H. F.** Streams and associations of meteoroids according to the results of radar observations in HisAO for January 1970 / M. Narziev, H. F. Khujanazarov // The Fifteenth Moscow Solar System Symposium (15MS^3-SB-PS-12), 2024, – P.307.

[13-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Орбиты и атмосферные траектории 6544 радиометеоров, зарегистрированных в Гиссарской астрономической обсерватории / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Uzbek Journal of Modern Physics. – 2025. – Т. 2. – № 1. – С. 24-33.

[14-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Орбиты и атмосферные траектории 6544 радиометеоров, зарегистрированных в ГисАО / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Материалы II International Conference Fundamental and Applied Research in Physics, NUUz, May 16-17, 2025, – С.159.

[15-М]. **Худжаназаров, Х. Ф.** Линейная электронная плотность и радиовеличины 6544 радиометеоров, наблюденных в ГисАО / Х. Ф. Худжаназаров // Илм аз дидгоҳи олимони ҷавон. (Маводи конференсияи I-уми ҷумҳуриявии илмӣ-Амалии «Нақши олимони ҷавон дар рушди илм, инноватсия, иқтисоди рақамӣ ва давлатдории миллӣ») - Душанбе: Дониш, 2025, – С. 260-263.

[16-М]. Худжаназаров, Х. Ф. Физические параметры метеорных потоков и ассоциаций за декабрь / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Распространение радиоволн: труды XXIX Всероссийской открытой научной конференции (Казань, 30 июня – 4 июля 2025 г.), 2025. – С. 370-373.

Рӯйхати адабиёти истифодашуда

1. Brown, P. Meteorites from meteor showers: A case study of the Taurids / P. Brown, V. Marchenko, D. E. Moser, R. Weryk, W. Cooke // Meteoritics and Planetary Science. – 2013. – Т. 48. - № 2. – С. 270–288.
2. Klumov, B. A. Collision of comet Shoemaker–Levi 9 with Jupiter: what shall we see? / B. A. Klumov, V. I. Kondaurov, A. V. Konyukhov [et al.] // Physics-Uspekhi. – 1994. – Т. 37. – С. 577–589.
3. Neslusan, L. The prediction of meteor showers from all potential parent comets / L. Neslusan, M. Hajdukova, D. Tomko [et al.] // Proceedings of the IMC. – Giron, 2014. – С. 1–7.
4. Багров, А. В. Программа наблюдений крупных тел в метеорных и болидных потоках / А. В. Багров, Г. Т. Болгова, А. М. Микиша, М. А. Смирнов // Программы наблюдений высокоорбитальных спутников Земли и небесных тел Солнечной системы. – СПб.: ИТА РАН, 1994. – С. 17–18.
5. Smirnov, M. The optical observations of meteoroids in near-Earth space / M. Smirnov, S. I. Barabanov // In Proceedings of the Second European Conference on Space Debris. – Darmstadt, 1997. – Vol. ESA-SP 393. – С. 155.
6. Барабанов, С. И. Анализ содержания крупных тел в метеорных и болидных роях / С. И. Барабанов, М. А. Смирнов // Астрономический вестник. – 2005. – Т. 39. - № 3. – С. 263–275.
7. Gorbanev, Yu. M. Groups of Meteorite-Dropping Fireballs in Near-Earth Asteroidal Orbits / Yu. M. Gorbanev, N. A. Konovalova, N. Kh. Davrukov // LPI Contributions. – 2022. – Т. 2695. – С. 6074.
8. Кащеев, Б. Л. Метеорные явления в атмосфере Земли / Б. Л. Кащеев, В. Н. Лебединец, М. Ф. Лагутин. – М.: Наука, 1967. – 260 с.
9. Лебединец, В. Н. Потоки радиометеоров / В. Н. Лебединец, В. Н. Корпусов, А. К. Соснова // Физика верхней атмосферы. – Труды ИЭМ. – 1972. – Т. 34. - № 1. – С. 88-171.
10. Волощук, Ю. И. Метеорные потоки и ассоциации, выявленные по результатам многолетних радиолокационных наблюдений метеоров в Харькове / Ю. И. Волощук, Д. Ю. Горелов. - Харьков: НТМТ, 2011. – 383 с.
11. Чеботарев, Р. П. Пеленгационно-временной радиометод определения радиантов и скоростей отдельных метеоров / Чеботарев Р. П. // Радиотехника. – 1963. – Т. 6. - № 5. – С. 533-536.

12. Narziev, M. Catalog of radiant's, velocities, orbits and atmospheric trajectories of radio meteors observed in Tajikistan / M. Narziev, R. P. Chebotaryov. -Душанбе: Дониш, 2019. – 1318 с.
13. Худжаназаров, Х. Ф. Идентификации метеорных потоков и ассоциаций за декабрь 1969 г. / Х. Ф. Худжаназаров, М. Нарзиев // Вестник ТНУ. – 2022. – № 1. – С. 154-162.
14. Нарзиев, М. Орбиты метеорных потоков и ассоциаций по результатам радиолокационных наблюдений в Таджикистане / М. Нарзиев // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2013. – Т. 2. - № 4. – С. 107-115.
15. Neslusan, L. A procedure of selection of meteors from major streams for determination of mean orbits / L. Neslusan, J. Svoren, V. Porubcan // Earth Moon Planets. – 1995. – Т. 68. – С. 427-433.
16. Neslusan, L. The method of selection of major-shower meteors revisited / L. Neslusan, J. Svoren, V. Porubcan // Earth Moon Planets. – 2013. – Т. 110. – С. 41-66.
17. Southworth, R. B. Statistics of meteor streams / R. B. Southworth, G. S. Hawkins // Smithsonian Contributions to Astrophysics. – 1963. – Т. 7. – С. 261-285.
18. Brown, P. A meteoroid stream survey using the Canadian Meteor Orbit Radar. I. Methodology and radiant catalogue / P. Brown, R. J. Weryk, D. K. Wong, J. Jones // Icarus. – 2008. – Т. 195. – С. 317-339.
19. Всехсвятский, С. К. Эруптивные процессы в Галактике и гиперболические метеоры / С. К. Всехсвятский // Проблемы космической физики. – 1978. – № 13. – С. 141-146.
20. Чеботарев, Р. П. Комплекс аппаратуры для радиолокационных исследований метеоров в Душанбе / Р. П. Чеботарев, В. Н. Сидорин, Г. А. Полушкин [и др.] // Бюллетень Института астрофизики АН ТаджССР. – 1970. – № 55. – С. 25-28.
21. Narziev, M. IAU MDC meteor orbits database-A sample of radio-meteor data from the Hissar Observatory / M. Narziev, R. P. Chebotarev, T. J. Jopek [et al.] // Planetary and Space Science. – 2020. – Т. 192. – С. 105008.
22. Jopek, T. J. Remarks on the Meteor Orbital Similarity D-Criterion / T. J. Jopek // Icarus. – 1993. – Т. 106. - № 2. – С. 603-607.
23. Бибарсов, Р. Ш. Определение масс и плотностей метеорных тел по радиолокационным наблюдениям с одного пункта / Р. Ш. Бибарсов, М. Нарзиев, Р. П. Чеботарев // Астрономический вестник. – 1990. – Т. 24. - № 4. – С. 326-332.
24. Нарзиев, М. Распределение метеорных тел по массам в некоторых метеорных потоках / М. Нарзиев // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2013. – Т. 3. - № 4. – С. 106-111.

АННОТАТСИЯИ

рисолаи илмии Нурзода Ҳабибҷон Файзали дар мавзӯи «Ошкор намудан (идентификатсия)-и селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ дар асоси мушоҳидаҳои радиолокатсионӣ» барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои физика ва математика аз рӯи ихтисоси 01.03.00- Астрономия (01.03.01- Астрометрия ва механикаи кайҳонӣ)

Вожаҳои калидӣ: сели метеорӣ, ассотсиатсияи метеорӣ, метеороид, радиант, суръати берун аз атмосферӣ, суръатҳои гео ва гелиомарказӣ, элементи мадор, критерияи наздикии мадор, массаи метеороид, зичии метеороид, параметр S.

Мақсади таҳқиқот: Ошкор намудани селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ дар асоси натиҷаҳои мушоҳидаҳои радиолокатсионӣ дар РАҲ ва омӯхтани хусусиятҳои кинематикии онҳо; таҳқиқи хосиятҳои физикии метеороидҳо дар селҳо ва ассотсиатсияҳо.

Объекти таҳқиқоти кори мазкур ошкор намудани селҳо ва ассотсиатсияи метеорӣ барои моҳҳои декабр, январ ва феврал мебошад.

Мавзуи (предмети) таҳқиқот идентификатсияи селҳо ва ассотсиатсияи метеорӣ ва омӯзиши хусусиятҳои физико-кинематикии онҳо мебошад.

Усулҳои таҳқиқот, дастгоҳҳои истифодашуда: натиҷаҳои асосии дар кори рисолаи пешниҳодшуда бо ёрии усулҳои радиолокатсионӣ ба даст омадаанд. Усули радиогии пеленгатсионӣ-вақтӣ зимни коркард истифода шудааст, ки аз усулҳои қаблии радиогӣ бартарии зиёд дорад. Маводҳо ба воситаи дардастгоҳи комплексии МИР-2, ки дар РАҲ мавҷуд аст, ба даст омадааст.

Натиҷаҳои ҳосилнамуда ва навгониҳои он:

- Дар асоси чен кардани радиантҳо, суръатҳо ва мадорҳои 6544 радиометеорҳои 276 гурӯҳ ошкор гардид, ки номзадҳо ба селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ мебошанд.
- Таҳлил нишон дод, ки байни 276 гурӯҳи ошкор шуда: 86 сели метеорӣ; 85 ассотсиатсия; 105 гурӯҳи нав, ки номзад ба рӯйхати селҳо ё ассотсиатсияҳои нав мебошанд.
- 85 ассотсиатсияи тасдиқшудаи ошкор гардида, барои тасдиқи минбаъдаи ҳолати онҳо ҳамчун селҳои нави метеорӣ пешниҳод гардиданд.
- Барои аввал 105 гурӯҳи нави метеороидҳо ошкор шуданд, ки барои тасдиқи мавқеи онҳо ҳамчун номзадҳои нави ассоотсиатсияҳо ё селҳои метеорӣ дар пойгоҳи маълумотии МММ ИБА пешниҳод мегарданд.
- Масса ва зичии метеороидҳо барои ҳамаи 276 гурӯҳ, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ муайян карда шуданд.
- Аввалин маротиба Зичи наве бо хусусиятҳои физико-кинематикии гурӯҳҳои метеороидҳо, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ дар асоси мушоҳидаҳои радиолокатсионии дар фасли зимистон гузаронида шуданд, таҳия гардид.

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо: мушкилоти таҳдидҳои кайҳонӣ, аз ҷумла астероидҳо, кометаҳо, метеороидҳо ва партовҳои кайҳонӣ, аз ҷониби ҷомеаи ҷаҳонӣ ҳамчун масъалаи муҳим эътироф шудааст ва барои ҳалли он тадбирҳо андешида мешаванд. Таҳқиқоти объектҳои атрофи Замин ва мушоҳидаҳои ҷисмҳои хурди Системаи офтобӣ, аз ҷумла селҳо ва ассотсиатсияҳои метеорӣ, нақши муҳимро дар таъмини муҳофизати Замин мебозанд.

Соҳаи истифодабарӣ: астрономияи метеорӣ, кайҳоннавардӣ, космогония, таъмини бехатарии миссияҳои кайҳонӣ, пешгирии таҳдидҳои кайҳонӣ ба Замин.

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Нурзода Хабибджон Файзали на тему: «Идентификация метеорных потоков и ассоциаций по результатам радиолокационных наблюдений», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

01.03.01 - «Астрометрия и небесная механика»

Ключевые слова: метеорный поток, метеорная ассоциация, метеороид, радиант, внеатмосферная скорость, гео- и гелиоцентрические скорости, элементы орбиты, критерий близости орбит, масса метеороида, плотность метеороида, параметр S.

Цель исследования: Выявить новые метеорные потоки и ассоциации по результатам радиолокационных наблюдений в ГисАО и изучить их кинематические свойства. Исследовать физические свойства метеороидов в потоках и ассоциациях.

Объектом исследования в настоящей работе являлось выявление метеорных потоков и ассоциаций за декабрь, январь и февраль месяцы.

Предметом исследования являлось идентифицирование метеорных потоков и ассоциаций и изучение их физико-кинематических свойств.

Методы исследования, использованная аппаратура: основные результаты, представленные в данной диссертационной работе, были получены с помощью радиолокационных методов. В ходе обработки использовался пеленгационно-временной метод, который обладает значительными преимуществами по сравнению с предыдущими радиометодами. Материалы были получены с использованием комплексного оборудования МИР-2, установленного в ГисАО.

Полученные результаты и их новизна:

- На основе измерений радиантов, скоростей и орбит 6544 радиометеоров идентифицированы 276 групп, включающих кандидатов в метеорные потоки и ассоциации.
- Анализ показал, что среди 276 групп выделено: 86 метеорных потоков, 85 ассоциации, 105 новых групп, являющихся кандидатами на включение в список новых потоков или ассоциаций.
- Обнаружены 85 подтверждённые ассоциации, предложенные для дальнейшего подтверждения их статуса как новых метеорных потоков.
- Впервые выявлено 105 новые группы метеороидов, предложенные для подтверждения их статуса как кандидатов в новые ассоциации или потоки в базе данных ЦМД МАС.
- Определены масса и плотность метеороидов для всех 276 групп, включая метеорные потоки и ассоциации.
- Впервые создан новый каталог физико-кинематических характеристик групп метеороидов, включающий метеорные потоки и ассоциации, на основе радиолокационных наблюдений, выполненных в зимний сезон.

Рекомендации по практическому использованию результатов: проблема космических угроз, включая астероиды, кометы, метеороиды и космический мусор, признана мировым сообществом актуальной, и для её решения принимаются меры. Исследования околоземных объектов и наблюдения малых тел Солнечной системы, включая метеорные потоки и ассоциации, играют важную роль в обеспечении защиты Земли.

Область применения: метеорная астрономия, космонавтика, космогония, обеспечение безопасности космических миссий, предотвращение космических угроз для Земли.

ANNOTATION

of the dissertation by Nurzoda Habibjon Faizali,

titled "Identification of Meteor Showers and Associations Based on Radar Observations," submitted for the degree of Candidate of Physical and Mathematical Sciences in the specialty 01.03.01 - "Astrometry and Celestial Mechanics."

Keywords: meteor shower, meteor association, meteoroid, radiant, extra-atmospheric velocity, geo- and heliocentric velocities, orbital elements, orbital proximity criterion, meteoroid mass, meteoroid density, parameter S.

Objective of the study: To identify new meteor showers and associations based on radar observations conducted at HisAO and to study their kinematic properties. Additionally, to investigate the physical properties of meteoroids in these showers and associations.

Research Object: the identification of meteor showers and associations during the months of December, January, and February.

Research Subject: to identify meteor showers and associations and to study their physical and kinematic properties.

Research Methods and Equipment Used: the primary results presented in this dissertation were obtained using radar methods. A bearing-time method was employed during data processing, which offers significant advantages over previous radar techniques. The data were collected using the MIR-2 complex equipment installed at HisAO.

Results Obtained and Their Novelty:

- Based on measurements of radiants, velocities, and orbits of 6,544 radar meteors, 276 groups were identified, including candidates for meteor showers and associations.
- Analysis revealed the following among these groups: 86 meteor showers, 85 associations, and 105 new groups proposed as candidates for inclusion in the list of new showers or associations.
- A total of 85 confirmed associations were identified and proposed for further validation as new meteor showers.
- For the first time, 105 new groups of meteoroids were identified and proposed for confirmation as candidates for new associations or showers in the IAU MDC database.
- The mass and density of meteoroids were determined for all 276 groups, including meteor showers and associations.
- A new catalog of physical and kinematic characteristics of meteoroid groups, including meteor showers and associations, was created based on radar observations conducted during the winter season.

Recommendations for Practical Application of Results: the issue of space threats, including asteroids, comets, meteoroids, and space debris, has been recognized by the global community as a pressing concern, and measures are being taken to address it. Research on near-Earth objects and observations of small Solar System bodies, including meteor showers and associations, play a crucial role in protecting Earth.

Application Area: meteor astronomy, astronautics, cosmogony, ensuring the safety of space missions, and preventing space threats to Earth.