

ВІДГУК

**на дисертацію Голубасва Олександра Володимировича
«Кінематичні та фізичні характеристики метеорних тіл з радіантами поблизу Сонця за
даними наземних телівісійних спостережень»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження.**

Актуальність. Серед тіл Сонячної системи є об'єкти (астероїди, комети, метеороїди), які можуть становити загрозу не лише якомусь індивіду, чи конкретному населеному пункту на земній поверхні, але й людству вцілому. Як тут не згадати вимирання динозаврів понад 65 млн. років тому, чи недавню подію з Челябінським метеороїдом, зіткнення якого із Землею відбулося 15 лютого 2013 року. Та й Україна має найвищу густину значних за розміром астроблем – понад кілометр у діаметрі: аж 9! Особливо небезпечними є об'єкти, які при зіткненні із Землею мають радіанти поблизу положення Сонця на небесній сфері, тобто віддалені менше 30°. Ця небезпека полягає у тому, що зараз відсутні сучасні технічні можливості (як наземні, так і космічні) їхньої завчасної фіксації ще на підльоті до Землі з боку Сонця. Звичайно, серед них є й відомі, добре вивчені, наприклад, астероїд 99942 Apophis (2004 MN4). Проте можна згадати й астероїд 2008 TC3, чи Челябінський метеороїд. Адже астероїд 2008 TC3 вдалося побачити всього за 19 годин до зіткнення із Землею, яке відбулося 7 жовтня 2008 року. Наприклад, метеорний потік η -Аквариди породжений знаменитою кометою Галлея (1P/Halley). За багато сотень років ширина рою її залишків розрослася до кількох мільйонів кілометрів. І тому щороку з 19 квітня і до 28 травня (з максимумом активності потоку близько 6 травня), спостереження метеорів цього потоку слід проводити у досвітні години, оскільки радіант потоку розташований майже біля Сонця. І тому їх сліди дуже часто йдуть по дотичній до атмосфери, іноді майже горизонтально пронизують небо. Наприклад, лише з 3 по 10 травня 2017 року ми зареєстрували кілька десятків навіть денних слідів вторгнення цих частинок. Відмітимо також, що астероїд 99942 Apophis (2004 MN4) пройде мимо Землі 13 квітня 2029 року на відстані всього 5-6 земних радіусів. Але його майбутню траєкторію важко перед-обчислити, а тому потрібні систематичні астрометричні спостереження. У дисертації представлені результати спостережень доволі слабких (до $+10^m$) метеорів у телівісійному режимі із застосуванням світлосильних довгофокусних оптичних систем. І це у повній мірі також визначає її актуальність.

Метою роботи є: 1) удосконалити існуючі методики базисних відеоспостережень і обробки спостережного матеріалу для визначення кінематичних і фізичних характеристик метеорних тіл, що створюють метеори яскравіше $+10^m$, у тому числі тих, які мають радіанти поблизу Сонця на небесній сфері, або й спостерігаються у світлий час доби; 2) вивчити особливості термічного впливу Сонця на фізико-хімічні властивості речовини метеороїдів з перигелійними відстанями орбіт менше від 0,1 а. о., і які під час вторгнення в земну атмосферу мають радіанти поблизу Сонця на небесній сфері.

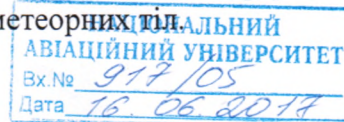
Для досягнення цієї мети автором **вирішувалися такі основні завдання:**

1. Створена й досліджена автоматизована апаратура (метеорний патруль) для відеоспостережень телескопічних (до $+10^m$ видимої яскравості) метеорів з високими часовою й позиційною характеристиками.

2. Створено Одеську базу даних телескопічних метеорних відеоспостережень в НДІ «Астрономічна обсерваторія» ОНУ імені І.І. Мечникова (більше 11000 метеорів до $+10^m$ за період спостережень 2003 - 2017 рр.).

3. Удосконалено методику спостережень, первинної обробки отриманого спостережного матеріалу, розрахунку основних атмосферних і позаатмосферних кінематичних параметрів метеорів за телескопічними відеоспостереженнями із двох віддалених пунктів. Методика реалізована у вигляді пакету програмного забезпечення.

4. Проведено позиційну обробку спостережного матеріалу, отриманого під час базисних телескопічних відеоспостережень у серпні 2010 і 2011 роках. Отримано атмосферні й позаатмосферні кінематичні параметри (з оцінками погрешностей) метеорних тіл.



5. Удосконалено методику для обчислення кінематичних параметрів метеоритоутворювальних болідів, що спостерігались у світлий час доби. Метод застосований для обчислення атмосферних і позаатмосферних кінематичних параметрів Челябінського метеороїда під час його падіння на поверхню Землі 15 лютого 2013 р.

6. Вивчено особливості термічного впливу на фізико-хімічні властивості метеорних тіл, які зближаються із Сонцем на геліоцентричні відстані менше ніж 0,1 а. о. за допомогою накопичених науковим співтовариством позиційних, фотометричних і спектральних спостережень метеорів, із залученням результатів експериментальних досліджень по випаровуванню зразків метеоритів, аналізу спостережної бази даних близько-сонячних комет і метеорів.

В дисертаційній роботі отримано такі нові наукові результати.

1. Створено Одеську базу даних телескопічних метеорних відеоспостережень в НДІ «Астрономічна обсерваторія» ОНУ імені І.І. Мечникова (більше 11000 метеорів до $+10^m$ за період спостережень 2003 - 2017 рр.).

2. Створено каталог високоточних атмосферних і позаатмосферних кінематичних параметрів (з оцінками похибок розрахунків) спостережених метеорних тіл у результаті позиційної обробки базисних телескопічних відеоспостережень у серпні 2010 і 2011 р.

3. Виявлені групи радіантів метеорних тіл, генетично пов'язаних з кометними сімействами: радіанти з елонгаціями від Сонця 30° і 155° - сімействам комет Марсдена й Крахта, а радіанти з елонгаціями від Сонця 50° і 135° - сімейству комет Крейца.

4. Виявлено різке зменшення чисельності метеорних тіл з $q < 0,08$ а. о., що вказує на існування зони, з якої, при наближенні до Сонця, починається істотне випаровування речовини метеороїдів.

5. Виявлено в розподілі за масами метеорних тіл систематичне відносне зменшення значень мас для метеороїдів, які зафіксовані після проходження ними перигелію на відстанях менше 0,1 а. о. від Сонця. Це пояснюється випаровуванням частини речовини метеороїдів при проходженні перигелійної області.

Також дисертантом удосконалено:

1. Алгоритм первинної обробки отриманого спостережного матеріалу, методи розрахунку основних атмосферних і позаатмосферних кінематичних параметрів метеорів по телескопічних відеоспостереженнях із двох віддалених пунктів. Методики реалізовані у вигляді пакету програмного забезпечення. 2. Методику для обчислення основних кінематичних параметрів метеоритоутворювальних болідів, що спостерігаються у світлий час доби. Метод застосований для обчислення атмосферних і позаатмосферних кінематичних параметрів Челябінського метеороїда. Подальший розвиток одержало вивчення кінематичних і фізичних властивостей метеороїдів, які при зіткненні із Землею мають на небесній сфері радіанти поблизу Сонця.

Перераховані вище нові результати вказують на їх непересічне **практичне значення**, що дозволяє обчислювати кінематичні параметри болідів за наземними телевізійними спостереженнями у денний час доби; створена Одеська база даних безперервних телескопічних відеоспостережень метеорів є унікальною і становить інтерес для дослідження метеорів, які раніше були недоступні в оптичному діапазоні; наземні телевізійні спостереження метеорів представляють практичне значення для вивчення термічного впливу на фізико-хімічні властивості речовини метеороїдів поблизу Сонця.

Структура і об'єм дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел кількістю 219 найменувань (27 сторінок), вона містить 42 рисунки, 13 таблиць та 3 таблиці в додатку на 4 сторінках. Обсяг дисертації складає 150 сторінок, загальний – 195 сторінок.

Розділ 1. Методи наземних спостережень метеорів

У представленому розділі в короткій формі розглянуті різні методи, апаратура та база даних спостережень метеорів і болідів, породжених метеороїдами широкого діапазону мас під час їхнього вторгнення в земну атмосферу. Показано важливість і унікальність

застосування довгофокусної світлосильної оптики в сполученні із КМОН детекторами для відеоспостережень метеорів до $+10^m$.

У Розділі 2 (Апаратура для спостережень телескопічних метеорів, методика спостережень і обробки) розглядається апаратура, викладена методика спостережень та її первинної обробки; наведено параметри і характеристики використаної апаратури.

В Розділі 3 (Методи обчислення кінематичних параметрів і елементів геліоцентричних орбіт метеорних тіл) роботи описується методика й відповідне програмне забезпечення для розрахунку основних атмосферних і позаатмосферних кінематичних параметрів метеорів за спостереженнями із двох віддалених пунктів. Докладно розглянуті в дисертації методики позиційних вимірювань зоряних і метеорних зображень на телевізійному кадрі при спостереженнях у черезрядковому режимі роботи TV-камери опубліковані в [10, 15]. Також представлені результати обробки спостережного матеріалу отриманого під час базисних спостережень на станції Крижанівка (Одеса, Україна) і острові Зміїний (Одеська обл., Україна) у серпні 2010 і 2011 років. Описується експрес-метод для обробки спостережень болідів у денний час доби, коли класичні методи не придатні для позиційної обробки спостережного матеріалу.

У Розділі 4 (Термічна десорбція речовини пилових частинок поблизу Сонця. Аналіз даних та їхня інтерпретація) проведено статистичний і кількісний аналіз бази даних спостережень метеорів з метою виявлення ефектів теплового впливу Сонця на фізико-хімічні властивості метеороїдів. Розглядається питання про умови необхідні для виявлення близько-сонячних спорадичних метеороїдів під час спостережень метеорів із поверхні Землі.

Наведемо кілька зауважень до представленого тексту дисертації.

У Вступі і в перших двох розділах по тексту зустрічається чимала кількість неточностей, «помарок» при написанні речення тощо. На стор. 2-48 не зовсім правильних виразів подано чимало. На деяких із них ми трохи зупинилися нижче. Але вже в 3-му і 4-му розділах – думка дисертанта стала набагато краще викладатися на папері, і «помарки» практично зникли. Скоріше за все, автор став викладати матеріал з повним розумінням справи. Так, дисертантом дуже добре і ясно описана розроблена з його участю апаратура, методика її дослідження, отримані результати досліджень та обробка отриманого відеоматеріалу. Хоча, цілком можливо, що і я став сприймати деякі шаблони та «жаргони» набагато спокійніше.

С. 2. «Створено базу даних відеоспостережень метеорів в Одесі (починаючи з 2003 р.). Каталог містить більше 11000 відеофайлів телескопічних (до $+10^m$) метеорів». – Можливо, було б добре навести «вигляд» цих файлів, чи детально їх описати: що воно, який вигляд тощо.

С. 3. Ключові слова: ..., метеорна орбіта, ... - Можливо, все ж таки, орбіта не метеора, а орбіта метеороїдного тіла?

С. 16. «представлені результати обробки спостережного матеріалу отриманого телевізійним телескопічним способом можна вважати актуальним ...» - необхідно писати «результати ... вважати актуальнимИ».

С. 26. «... боліди, які викликані падінням великих метеоритних тіл, спостерігаються протягом до десятків секунд ...» – необхідно вставити пропущене: «... спостерігаються протягом ЧАСУ до десятків секунд ...».

С. 26. «по програмі Міжнародного Геофізичного Року на обсерваторії функціонували ...» - Слід писати «...Року В обсерваторії...»

С. 30. «для розрахунків кінематичних параметрів метеорито-утворювальних болідних тіл за даними наземних відеоспостережень...» - Скоріше слід би написати: «параметрів метеороутворювальних болідних тіл...»?

С. 31. «отримані значення швидкостей метеорів (з точністю до $0,1 \text{ км} \cdot \text{сек}^{-1}$)» – необхідно писати «... швидкостей метеорних тіл...».

Надалі також часто зустрічається вираз: «траєкторія метеора». На мою думку, слово траєкторія все ж необхідно використовувати для конкретного матеріального тіла (метеороїда), а не для явища; для метеора, можна говорити, наприклад, про його слід, а не про траєкторію.

С. 32 «У роботі [195, 196] міститься...» - Слід «У роботАХ [195, 196] міститься...»

С. 35. «...були відсутні дотепер високоточні каталоги з їхніми елементами орбіт...» - Вислів «високоточні каталоги» - не підходить у цьому випадку; високоточні дані в каталозі - можуть бути...

С. 37. «У даній главі розглядається апаратура, методика...» - Слід писати «У даному розділі...»

Позначення та підписи на осях і на самих графіках на значній кількості рисунків дуже малі і їх погано розрізняти, напр. рис. 3.9, 3.11, 3.13, 4.4, 4.6, 4.10, 4.13, 4.21 тощо.

На деяких рисунках зустрічаються надписи не тільки українською мовою: напр. рис. 3.18.

У списку літератури у деяких публікаціях зустрічається викладення тексту спочатку російською, а закінчується англійською, наприклад, № 16, 17; деякі – викладаються не за правилами, наприклад № 22, 29, ; у деяких посиланнях назви тих же журналів даються повністю (№ 41, 82), а в інших – у скороченому вигляді (№ 23, 24, 64, 65, 66, 85) тощо.

Те ж саме стосується і списку літератури в авторефераті, наприклад, № 17, 18. Тобто, зустрічається ряд незначних невідповідностей між текстами у дисертації і в авторефераті.

Перелічені зауваження не знижують **значущості виконаної роботи**, яка є помітним внеском в область дослідження метеорних тіл.

Таким чином, відзначаючи безсумнівну актуальність і новизну рецензованого дисертаційного дослідження, підтверджуючи позитивне і продуктивне рішення здобувачем поставлених задач, звертаючи увагу на теоретичну і практичну значущість дослідження Голубаєва Олександра Володимировича, вважаю, що дисертація «Кінематичні та фізичні характеристики метеорних тіл з радіантами поблизу Сонця за даними наземних телевізійних спостережень» відповідає всім вимогам ДАК МОН України, які висуваються до кандидатських дисертацій, а автор дисертації Голубаєв Олександр Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження.

Доктор фізико-математичних наук, професор,
в.о. головного наукового співробітника
відділу Фізики субзоряних і планетних систем
Головної астрономічної обсерваторії НАН України

підпис Відьмаченка А.П. засвідчую
вчений секретар ГАО НАН України, к.ф.м.н.



Відьмаченко А.П.

Відьмаченко А.П.

Свачій Л.М.

Свачій Л.М.