

Голові разової
спеціалізованої вченої ради
Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна
професору Василю ШЕВЧЕНКУ
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

Рецензія

офіційного рецензента, провідного наукового співробітника відділу фізики астероїдів і комет Науково-дослідного інституту астрономії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, доктора фізико-математичних наук Голубова Олексія Андрійовича на дисертаційну роботу Дмитренка Артема Миколайовича «Координати галактичного вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – «Природничі науки» за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія».

Обґрунтування вибору теми дослідження. Галактика Чумацький Шлях, в якій знаходиться наша Сонячна система, може бути досліджена набагато ретельніше, ніж будь-яка інша галактика, що дозволяє використовувати її для розуміння як фізичних процесів в галактиках взагалі, так і процесів на більших і менших масштабах, зв'язаних з галактичною астрономією спільною фізикою – від задач зоре- і планетоутворення до великомасштабної структури Всесвіту і космології.

В останні роки швидкий прогрес галактичної астрономії нерозривно пов'язаний з космічним телескопом Gaia, який був запущений в 2013 році і досі продовжує отримувати нові дані про координати й швидкості зір, перевершивши всі попередні огляди неба за кількістю і якістю астрометричної інформації для зір нашої галактики. Саме зараз ідеальний час для досліджень Галактики на основі нових спостережних даних Gaia, бо навіть застосування загальновідомих методів до цих нових даних дозволяє отримувати важливі наукові результати. Однак здобувач не обмежується цим, а ставить задачу створення нових методів, зокрема визначення обертальних властивостей різних груп зір в Галактиці.

Задача дослідження кінематики нашої Галактики і зокрема обертання окремих груп зір є важливою фундаментальною задачею, особливо актуальною саме зараз, зі свіжими даними Gaia.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Дисертацію виконано в лабораторії астрометрії Науково-дослідного інституту астрономії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна відповідно до плану науково-дослідних робіт лабораторії у межах трьох тем, виконавцем яких був здобувач: «Метод векторних сферичних функцій для дослідження кінематики Галактики на основі космічних та наземних даних» (номер державної реєстрації 0117U004968, 01.10.2017–30.09.2020), «Вирішення астрометричних, кінематичних та астрофізичних задач за даними сучасних каталогів із використанням штучних нейронних мереж» (номер державної реєстрації 0119U002537, 01.01.2019–31.12.2021), «Картування кінематичних параметрів Галактики за даними Gaia та інших сучасних каталогів» (номер державної реєстрації 0122U001479, 01.01.2022–31.12.2024).

Загальна характеристика дисертаційної роботи. Дисертаційна робота виконана в Науково-дослідному інституті астрономії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна та складається з анотацій, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 126 найменувань і одного додатку.

У *першому розділі* представлено огляд літературних джерел, описано кінематичні параметри зір, використані в дисертації системи координат, характеристики використаного в дисертації каталогу Gaia DR3, проаналізовано кінематичну модель Огороднікова–Мілна.

У *другому розділі* розглянуто використані в дисертації математичні методи, описано властивості дійсного симетричного тензора, представлено методи визначення кутових координат вертекса та представлено оригінальний спосіб визначення геліоцентричної відстані до вертекса.

У *третьому розділі* представлено результати роботи: результати моделювання поля швидкостей зір для стаціонарного осесиметричного обертання Галактики, результати оцінок кінематичних параметрів поля швидкостей в площині Галактики та їх залежність від галактичних координат, дослідження локальних особливостей у полі швидкостей як прояву неосесиметричного руху зір в Галактиці, кутові координати вертексів різних зоряних систем, оцінки геліоцентричних відстаней до спільних вертексів для окремих областей зір та їх порівняння з прийнятою відстанню від Сонця до центра Галактики.

Висновки дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну проведених досліджень.

Список використаних джерел свідчить про проведення ретельного аналізу сучасних і класичних результатів наукових досліджень.

Найвагоміші наукові результати, представлені в дисертації:

1. Розраховано кінематичні параметри зір в площині Галактики та побудовано карти їх залежності від галактичних координат.
2. Визначено координати вертексів для кожної області зір.
3. Продемонстровано наявність нетривіального зв'язку між напрямками на вертекс кожної області зір та центром обертання всієї Галактики.
4. Розроблено та використано новий метод визначення геліоцентричних координат спільних вертексів груп областей зірок зі схожою кінематикою.
5. Проведено порівняння параметрів, отриманих із паралаксів Gaia DR3 та з фотогеометричних відстаней до зір.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендації, сформульованих у дисертації. На основі тексту дисертації та змісту публікацій Дмитренка А. М. можна стверджувати, що результати, представлені в дисертації, обґрунтовані, достовірні та відповідають меті і завданням дисертаційної роботи. Обґрунтованість і достовірність представлених результатів забезпечується:

- застосуванням надійно перевірених теоретичних моделей та статистичних методів до найновіших спостережних даних;
- систематичним порівнянням отриманих результатів з сучасними дослідженнями інших авторів;
- публікацією результатів дисертаційного дослідження в наукових виданнях найвищого рівня;
- достатньою апробацією отриманих результатів на наукових конференціях.

Апробація дисертації та публікації. Результати роботи опубліковані в трьох статтях в журналі *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, – одному з найпрестижніших в світі астрономічних журналів з імпакт-фактором 4,8. В одній з цих статей здобувач є першим автором. Також результати апробовані на трьох конференціях, в тому числі двічі – на Гамівській конференції, одній з найпрестижніших українських конференцій в галузі астрономії.

Оформлення дисертації. Оформлення, зміст, структура дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44) та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації. Результати кінематичного аналізу, що одержані в даній роботі, а також координати вертексів зоряних систем, можуть бути використані для уточнення уявлень про будову та еволюцію Галактики. Ця задача має фундаментальне значення для розуміння будови Всесвіту та нашого місця в ньому. Здобуті результати можуть стати важливим будівельним блоком для майбутніх теорій динаміки Галактики, розподілу речовини в ній, походження її спіральної структури і т.д.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності. Дисертація Дмитренка Артема Миколайовича «Координати галактичного вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3» є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішений комплекс задач, пов'язаних з дослідженням кінематики зір в нашій Галактиці на основі статистичної обробки астрометричної інформації космічного телескопа Gaia.

Результати досліджень повністю висвітлені у наукових публікаціях, матеріалах конференцій та відображені у змісті дисертації.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації.

1. Визначаючи кінематичні параметри окремих груп зір, здобувач не робить з цього фізичних висновків, не переходить від кінематики до динаміки, наприклад, не визначає, що, неспівпадіння вертексів означає з точки зору динаміки спіральної структуру Галактики. Сподіваюсь, що фізичні наслідки з поточних результатів здобувача будуть краще розкриті в його подальших наукових роботах.

2. В дисертації систематично вживаються терміни «зірка», «зірок», натомість як в астрономічному контексті більш загальноприйнятими є «зоря», «зір». (Див., наприклад, «Астрономічний енциклопедичний словник» або «Енциклопедію сучасної України».)

Ці дрібні зауваження жодним чином не впливають на якість результатів дисертаційної роботи і обґрунтованість наведених здобувачем висновків.

Загальні висновки. За актуальністю і новизною отриманих результатів, їх рівнем, обсягом, достовірністю та обґрунтованістю, науковим і практичним значенням та їх оформленням, дисертаційна робота Дмитренка Артема Миколайовича «Координати галактичного вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3» за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія» відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. No 44) та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. No 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації». Вважаю, що Дмитренко Артем Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – «Природничі науки» за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія».

Офіційний рецензент,
доктор фізико-математичних наук,
провідний науковий співробітник
відділу фізики астероїдів і комет
Науково-дослідного інституту астрономії
Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна

Олексій ГОЛУБОВ

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 03:25:45 09.08.2023

Назва файлу з підписом: Відгук Голубова.pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 114.7 КБ

Перевірені файли:
Назва файлу без підпису: Відгук Голубова.pdf
Розмір файлу без підпису: 111.1 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: ГОЛУБОВ ОЛЕКСІЙ АНДРІЙОВИЧ
П.І.Б.: ГОЛУБОВ ОЛЕКСІЙ АНДРІЙОВИЧ
Країна: Україна
РНОКПП: 3120308319
Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 04:25:41 09.08.2023
Сертифікат виданий: АЦСК АТ КБ «ПРИВАТБАНК»
Серійний номер: 248197DDFAB977E5040000006A69140171865004
Алгоритм підпису: ДСТУ-4145
Тип підпису: Удосконалений
Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)
Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)
Сертифікат: Кваліфікований

Голові разової спеціалізованої
вченої ради Харківського
національного університету
імені В.Н. Каразіна
професору Василю ШЕВЧЕНКО
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доцента кафедри астрономії та космічної інформатики фізичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, кандидата фізико-математичних наук, Слюсарєва Івана Григоровича на дисертаційну роботу Дмитренка Артема Миколайовича **«Координати галактичного Вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3»**, представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія» з галузі знань 10 – «Природничі науки».

Обґрунтування вибору теми дослідження. Після піонерських робіт астрономів XIX сторіччя В. Гершеля, М. Ковальського, Д. Ейрі щодо структури нашої Галактики, розробка методів визначення руху Сонця відносно інших зір та загальних рис макроскопічних рухів зір Галактики включно із обертанням навколо її центру, стала поступово розвиватися разом із накопичення спостережних астрометричних даних. Роботи Я. Каптейна та Я. Оорта завершили цей етап встановивши обертання нашої Галактики. Наступний великий крок було зроблено із відкриттям лінії водню на 21 см, рух хмар водню дозволив надійно прослідкувати деталі обертання газу у частині Галактики, що знаходиться ближче до центру аніж Сонце. Однак деталі кривої обертання Галактики, у зовнішній по відношенню до Сонця, частині лишались дослідженими значно гірше. Кінематичні дослідження зір повинні базуватись

на надійних значеннях відстаней до них та векторів швидкості і до появи каталогу Gaia DR3 2022 року подібні дослідження були сильно обмежені, охоплюючи лише навколосонячні околиці. Дані Gaia відкрили нову епоху у зоряній астрономії та дослідженні нашої Галактики. Власне дисертація Дмитренка Артема Миколайовича, що представлена на здобуття ступеня доктора філософії з астрономії, присвячена дослідженню кінематичних властивостей нашої Галактики за даними каталогу Gaia DR3. У дисертації було отримано карти просторового розподілу у площині Галактики ряду кінематичних параметрів, зокрема компонент швидкості та її градієнтів, також отримано координати вертексів – центрів обертання різних областей зір. Виходячи з цього, можна стверджувати, що **робота** Дмитренка Артема Миколайовича є **повністю актуальною** а її результати важливі для поточних та майбутніх робіт із динаміки нашої Галактики.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційна робота виконана в НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна та є складовою частиною науково-дослідних робіт: «Метод векторних сферичних функцій для дослідження кінематики Галактики на основі космічних та наземних даних», № державної реєстрації 0117U004968, 01.10.2017–30.09.2020 (здобувач – виконавець); «Вирішення астрометричних, кінематичних та астрофізичних задач за даними сучасних каталогів із використанням штучних нейронних мереж», № державної реєстрації 0119U002537, 01.01.2019–31.12.2021 (здобувач – виконавець); «Картування кінематичних параметрів Галактики за даними Gaia та інших сучасних каталогів», № державної реєстрації 0122U001479, 01.01.2022–31.12.2024 (здобувач – виконавець).

Характеристика основних положень роботи. Дисертація складається з анотацій (українською та англійською мовами), вступу, трьох розділів, висновків та списку джерел (126 найменувань) і одного додатку. У **вступі** подано обґрунтування вибору теми дослідження,

визначено мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, використані методи дослідження, показано наукову новизну, наведено перелік публікацій здобувача за темою дисертації, зазначено особистий внесок здобувача при виконанні дисертаційного дослідження, встановлено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами в рамках яких НДР вона була виконана, наведено інформацію про апробацію отриманих результатів на конференціях.

У **першому** розділі подано коротко загальну інформацію про нашу Галактику – Чумацький Шлях, стислий огляд головних фізичних її характеристик, розглянуто результати визначення відстані до центру Галактики та його координат на небесній сфері за різними методами. Далі описано дані місії Gaia, на яких базується дисертаційна робота, окреслено проблему систематичної похиби визначення відстаней до зір за тригонометричними паралаксами Gaia та результат корекції цих даних за методом Бойлер-Джонса та ін. Далі стисло описано системи координат, що використовуються у дослідженні кінематики Галактики та підхід із використанням центроїдів для аналізу згладженої кінематичної картини руху зір, викладено основи теорії Огороднікова-Мілна, записано основні вирази що пов'язують компоненти швидкості та їх градієнти із тензором швидкостей деформації.

У **другому** розділі описано метод визначення координат на небі та положення у просторі вертексу для кожного із центроїдів. Основну увагу приділено математичним властивостям симетричних тензорів із дійсними значеннями до яких належить і тензор швидкості деформацій. Наведено формули, що дозволяють отримати орієнтацію інваріантної фігури тензору (зазвичай яка є тривісним еліпсоїдом), зокрема на прикладі тензору швидкості деформацій показано як отримати напрям на вертекс. Також описано метод визначення вертексу за допомогою пошуку точки перетину напрямів від різних центроїдів.

Головні результати дисертації представлені у **третьому** розділі. Для визначення кінематичних параметрів Галактики дисертантом були використані два різних підходи. Перший підхід – розрахунок кінематичних параметрів в моделі Огороднікова – Мілна, рівняння якої представлені в локальній декартовій системі координат. Другий підхід заснований на розрахунку середніх значень швидкості центроїдів і градієнтів її компонент в циліндричній галактоцентричній системі координат. Показано, що кінематичні параметри, отримані цими методами, добре узгоджуються між собою. Виявлено структурні деталі на картах розподілу радіальної компоненти швидкостей центроїдів, вертикальної компоненти швидкості, радіального градієнту компоненти радіальної швидкості центроїдів, вертикального градієнту радіальної компоненти швидкості центроїдів $\partial VR/\partial z$, радіального градієнту кругової швидкості та вертикального градієнту кругової швидкості.

У **Висновку** коротко наводяться основні результати, що одержані у роботі, а Список використаних джерел містить посилання на відповідні літературні та власні публікації за темою дисертації. Крім того, до кожного розділу є резюме, що підсумовують основні положення. Все це вказує на завершеність даної науково-дослідної роботи.

Найважливіші наукові результати, що містяться в дисертації. До основних результатів дослідження потрібно віднести карти просторового розподілу у центральній площині Галактики компонентів швидкості та її градієнтів, ці дані пов'язуються із компонентами сил, що діють на відповідні області зір і можуть стати базисом подальших досліджень вже із динаміки. Результати, отримані автором дисертації щодо наявності вузлів у напрямках на вертекс, тобто наявності кількох вертексів у центральній частині не тільки **не суперечать** результатам інших авторів про відхилення від аксіально-симетричного стану обертання нашої Галактики але і дають дуже наочне представлення ступеню цього відхилення а отже **розширюють поле можливих подальших досліджень у цій області.**

Ступінь обґрунтованості наукових положень висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації. Основні її результати є новими, вони добре обґрунтовані і проаналізовані. Достовірність отриманих результатів не викликає жодних сумнівів. Отримані дисертантом результати повністю викладені у 3 статтях, що опубліковані у провідному фаховому журналі Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, що входить до міжнародної наукометричної бази Scopus, також вони апробовані на трьох конференціях і висвітлені у відповідних тезах цих конференцій.

Оформлення дисертації та академічна доброчесність. На підставі детального розгляду тексту дисертації, посилань, статей здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку можливої наявності текстових запозичень виконано в інтернет-системі Strikeplagiarism.com) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає усім вимогам академічної доброчесності. Дисертація Дмитренко А.М. «Координати галактичного Вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3» відповідає всім вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 341 від 21 березня 2022 р.). Дисертація оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 17.01.2017 року № 40.

Апробація та публікації. Методика роботи та основні її етапи і отримані результати автором було представлено у 3 тезах доповідей конференцій: International Gamow Conference – School «Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Cosmomicrophysics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology» (2021 та 2022 роки) International Conference «Actual Questions of Ground-based Observational Astronomy. MAO-200», Миколаїв (Україна), 27–30

вересня 2021 р. Результати дисертації опубліковані у 3 наукових статтях у провідному закордонному фаховому журналі, що входить до міжнародної наукометричної бази Scopus.

Практична значущість результатів дисертаційного дослідження. Результати рецензованої дисертаційної роботи можуть бути використані при плануванні майбутніх космічних програм астрометричного вивчення нашої Галактики, при перевірці теорії спіральних хвиль густини Ліня і Шу, у наукових організаціях та в освітніх закладах України, та в міжнародних наукових організаціях при наукових дослідженнях та підготовці фахівців з астрономії. Розроблений у роботі підхід до визначення кінематичних параметрів Галактики можна застосовувати і до даних з інших оглядових проєктів майбутнього.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації.

У тексті роботи зустрічаються невірне написання кількох усталених термінів. Так наприклад зустрічається «твердотіле обертання» с. 26 та с.61. Повинно бути твердотільне обертання. Тут же на с.26 незрозуміле формулювання – «...найвищою випадковою точністю», малось на увазі, мабуть, що вимірювання із найменшими, у випадковому відношенні, похибками. Інколи плутаються терміни похибки та помилки («коли відсутні помилки вимірювання в каталогах завжди мають похибки вимірювання» с.34).

На сторінці 24 «стандартними свічками (зірками червоного згущення)» - явно краще було б лишити тільки усталений термін зорі червоного згущення, адже застарілий дещо термін «стандартні свічки» використовують або для наднових типу Ia або для цефеїд.

На сторінці 25 є таке речення: «Нині проводять спостереження лазерного випромінювання скрізь газ та пил за допомогою радіоінтерферометрії з наддовгими базами». Де звичайно малось на увазі не лазерне а мазерне випромінювання.

На сторінці 37 сказано «загальної теорії відносності, оскільки для її побудови було враховано деякі релятивістські ефекти», мабуть малось на увазі не ЗТВ а СТВ, адже ЗТВ займається ефектами у сильних гравітаційних полях або ж тонкими ефектами, пов'язаними із рухом у змінному гравітаційному потенціалі, а релятивізм – як раз поле спеціальної теорії відносності.

На сторінці 55 є таке речення «Ситуація дещо покращилась, коли в 1930-х роках були відкриті лінії водню у спектрі.» Зовсім не зрозуміло про чий спектри йде мова.

Далі на сторінці 62 мова йде про теорему Гельмгольца для зоряних систем і автор зазначає, «що в будь-якій точці всередині ОЗ, швидкість зірки буде дорівнювати сумі трьох доданків», однак теорема не про рух окремих зір а про рух суцільного середовища, тому замість «зорі» має бути слово «центроїду».

На сторінці 67: «В недавніх роботах Федорова та ін. [60, 61], кінематичний аналіз проводився за зірками гігантами та субгігантами, що знаходяться в каталозі *Gaia* EDR3. Варто зауважити, що такий підхід був використаний в рамках дисертаційної роботи, тому результати цих робіт можна більш впевнено порівнювати з власними результатами.». Однак автор дисертації є співавтором цих статей, не зрозуміло тоді, чому сказано «порівнювати з власними результатами», адже у статтях на менших вибірках зір застосований той самий метод, що і у дисертації, за участі здобувача, отже результати належать і здобувачу у певній мірі. А з формулювання може скластися враження, що результати якихось інших дослідників. Мабуть було краще переформулювати ці речення.

На сторінці 89: «За допомогою моделювання важливо також показати, що наявність сталої швидкості спостерігача ніяк не впливає на значення кінематичних параметрів.». За своєю фізично суттю кінематичні параметри визначаються для кожного центроїду – тобто описують поле швидкостей так званого беззіштовхувального газу із зір у області самого центроїду а загалом, у свої сукупності, характеризують макроскопічні рухи речовини Галактики.

Наявність додаткової константної швидкості у спостерігача не може вплинути на кінематичні характеристики усього галактичного поля швидкості, адже це б порушило перший закон Ньютона – закон інерції. Адже постійна добавка до швидкості спостерігача – це фактично просто перехід до іншої інерціальної системи відліку.

Двічі, на сторінках 23 та 80, зустрічається таке твердження: «Для нашої спіральної Галактики існує ряд фундаментальних величин, які її характеризують. Однією з таких є відстань від Сонця до центра Галактики $R_{\odot}$ » та «Галактоцентрична відстань Сонця – це один з найголовніших параметрів, який характеризує галактику Чумацький Шлях.». Ці твердження є помилковими, біль того що не відповідають дійсності, бо інакше можна було б так саме стверджувати, що фундаментальним параметром Сонячної системи є величина астрономічної одиниці, або ж що головною характеристикою поясу астероїдів є нахил орбіти Церери, чи що ще подібне. Мабуть автор намагався підкреслити важливість визначення цієї величини для отримання різних астрофізичних параметрів – кривої обертання Галактики, мас молекулярних хмар поблизу центру, маси самої нашої Галактики, калібрування світностей цефеїд, мірид, зір RR Lyr та інших методів фотометричного методу вимірювання відстані (тому, опосередковано і стала Габбла пов'язана із точністю нашого знання відстані від Сонця до центра Галактики), але вийшло твердження, що позбавлене фізичного змісту.

Також на сторінці 80 є речення: «Недоліком такого представлення результатів, є залежність орієнтації ортів координат від точності визначення галактоцентричної відстані Сонця $R_{\odot}$ ». Звісно автор мав на увазі, що орієнтація залежить від величини галактоцентричної відстані Сонця $R_{\odot}$, а не від точності самої величини.

У розділі 3.2 де описано методику виділення гігантів та субгігантів не вказано ані рівняння прямих, що показано на малюнку 3.5 ані надано посилання на статтю де обґрунтовано такий вибір для виділення зір саме цих світностей. І

лишається також питання -наскільки вибірка, що отримана у дисертації забруднена зорями інших типів?

Також хотілося б зауважити наостанок, що обраний розмір центроїдів у 1 кпк і крок усереднення у 0.25 кпк можливо є завеликими, адже розмір спірального рукава як раз у поперечному перерізі і складає приблизно 1 кпк, тому обрана методика може суттєво замити такі структурні особливості як рукава. Тим паче, що ніде нижня межа кількості зір у 500 не досягалась, а реальні кількості зір були суттєво вищі.

Загалом ці зауваження ніяк не знижують загальної позитивної оцінки проведених дисертантом досліджень та отриманих висококласних результатів. Слід сподіватися, що виявлені структурні особливості поля швидкостей центроїдів після успішного захисту дисертанта будуть ним успішно інтрепретовані у подальшій науковій роботі.

Загальний висновок. Дисертація Дмитренка Артема Миколайовича «Координати галактичного Вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3» за рівнем теоретичної обґрунтованості, новизною отриманих результатів та їх значенням і наочним представленням є завершеною самостійно виконаною науковою працею, а її автор цілком заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія.

Рецензент,
доцент кафедри астрономії та
космічної інформатики фізичного
факультету Харківського
національного університету імені
В. Н. Каразіна, к.ф.-м.н.,

Іван СЛЮСАРЕВ

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 11:58:42 02.08.2023

Назва файлу з підписом: Дмитренко рецензия(1).pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 433.3 КБ

Перевірені файли:
Назва файлу без підпису: Дмитренко рецензия(1).pdf
Розмір файлу без підпису: 444.2 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: СЛЮСАРЕВ ІВАН ГРИГОРОВИЧ
П.І.Б.: СЛЮСАРЕВ ІВАН ГРИГОРОВИЧ
Країна: Україна
РНОКПП: 3199806486
Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 11:58:35 02.08.2023
Сертифікат виданий: АЦСК АТ КБ «ПРИВАТБАНК»
Серійний номер: 248197DDFAB977E504000000A46D13019D314E04
Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301
Серійний номер носія особистого ключа: 020
Алгоритм підпису: ДСТУ-4145
Тип підпису: Кваліфікований
Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)
Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAdES-X Long)
Сертифікат: Кваліфікований

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету

імені В.Н. Каразіна

професору Василю ШЕВЧЕНКО

майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

Відгук

офіційного опонента, головного наукового співробітника Науково-дослідного інституту Астрономічна обсерваторія Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, доктора фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника Мішеніної Тамари Василівни на дисертаційну роботу Дмитренка Артема Миколайовича «Координати галактичного Вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія» з галузі знань 10 – «Природничі науки».

Актуальність теми дослідження.

Дослідження структури нашої галактики Чумацький Шлях, спираючись на сучасні високоточні астрометричні дані, отримані за допомогою космічних місій, є одним з провідних завдань сучасної астрофізики, як, власне, і вивчення Галактики в цілому. Важливим моментом є те, кожна складова галактичного диску, газопилова чи зоряна, має свої особливості, і її вивчення деталізує і доповнює загальну картину. Вивчення саме червоних зір, гігантів і надгігантів, і дозволяє з іншого боку поглянути на структурні особливості галактичного диску і визначити місце галактичного центру. Це досягається за допомогою точних визначень і аналізу кінематичних характеристик і новим підходом, що використовує визначення вертексів для досить великої кількості зоряних систем (областей) і дозволяє глибоко проаналізувати і детально розглянути як місце (координати) центру нашої Галактики, так і відстань до нього.

Загальна характеристика дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота виконана в НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Вона складається з анотацій українською та

англійською мовами, вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел із 126 найменувань та одного Додатку. Робота має 160 сторінок, містить 62 рисунка та 9 таблиць.

У вступі наведено обґрунтування вибору теми дослідження, означено мету та поставлено завдання для її досягнення, об'єкт, предмет та методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, вказано особистий внесок здобувача при виконанні дослідження, наведено перелік наукових публікацій за темою дослідження та дані щодо апробації матеріалів дисертації, вказано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами тощо.

У першому розділі розглянуто кінематику зоряних систем Галактики, її загальні характеристики, проблеми визначення галактоцентричної відстані та її сучасний стан, кутові координати галактичного центра. Означені геометричні та кінематичні параметри зірок, представлено огляд зоряних каталогів космічної місії Gaia, розглянуто та проаналізовано системи координат та ін.. Виконано огляд сучасних кінематичних досліджень Галактики. Підкреслено, що кінематичні параметри, що визначаються з використанням моделі Огороднікова Мілна О–М дають можливість описати поле швидкостей зірок у тривимірному просторі.

Другий розділ присвячено методам визначення координат вертексів зоряних систем, центроїди яких знаходяться в площині Галактики. Важливо підкреслити, що застосування підходу променів на вертекси означає, що їх взаємне розташування буде незалежним від обраної системи координат. Використання променів спрямованих на вертекси є оригінальним методом, що надає можливість визначити геліоцентричні відстані до спільних вертексів різних груп ОЗ, які мають схожу кінематику.

У третьому розділі викладено основні наукові результати кінематичного аналізу в площині Галактики та оцінок координат вертексів різних зоряних систем. Виконано чисельне моделювання поля швидкостей Галактики, описано створення підвибірки гігантів та субгігантів по даним Gaia (остаточна кількість зірок остаточної вибірки 15 млн). Проведено визначення числових значень кінематичних параметрів з максимально можливим рівнем точності та проаналізовано двома способами в різних системах координат. Показано, що кінематичні параметри, отримані цими методами, добре узгоджуються між собою.

Для визначення координат вертекса був використаний симетричний тензор швидкості деформацій, що отриманий при розкладанні поля швидкостей різних ОЗ.

В результаті виконаних в дисертації досліджень виявилось, що вертекси різних зоряних систем розташовані на різних відстанях, що може свідчити про те, що в досліджуваній частини Галактики центри обертання не співпадають (не знаходяться в одному центрі).

Проведено аналіз узгодження отриманих результатів із сучасними дослідженнями інших вчених.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційна робота виконувалася в НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна в рамках науково-дослідницької роботи наступних НДР:

– «Метод векторних сферичних функцій для дослідження кінематики Галактики на основі космічних та наземних даних», № державної реєстрації 0117U004968, 01.10.2017–30.09.2020 (здобувач приймав участь як виконавець).

– «Вирішення астрометричних, кінематичних та астрофізичних задач за даними сучасних каталогів із використанням штучних нейронних мереж», № державної реєстрації 0119U002537, 01.01.2019–31.12.2021 (здобувач приймав участь як виконавець).

– «Картування кінематичних параметрів Галактики за даними Gaia та інших сучасних каталогів», № державної реєстрації 0122U001479, 01.01.2022–31.12.2024 (здобувач приймав участь як виконавець).

До найвагоміших результатів, що містяться в дисертації, слід віднести наступні:

- 1) Запропоновано та використано оригінальний метод визначення геліоцентричних координат спільних вертексів груп областей зірок зі схожою кінематикою;
- 2) Вперше отримано 12 кінематичних параметрів в кожній із заданих областей зірок, центроїди яких розташовані у галактичній площині на геліоцентричних відстанях до 8 – 10 крс;
- 3) Вперше побудовані карти залежності кінематичних параметрів від галактичних координат, залежність яких від галактичних координат, вказує

на те, що на обертальний рух Галактики впливають локальні особливості поля швидкостей зірок;

4) Вперше визначено кутові координати вертексів для кожної області зірок з використання компонентів тензорів швидкості деформації $M+$;

5) Вперше продемонстровано наявність нетривіального зв'язку між напрямками на вертекс кожної області зірок та центром обертання всієї Галактики;

6) Отримало подальший розвиток дослідження кінематики зірок з використанням моделі Огороднікова–Мілна не тільки для навколосонячної околиці, а й для інших областей зірок, центроїди яких знаходяться в інших точках галактичної площини.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, сформульованих у дисертації. Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, отриманих Дмитренком А. М., забезпечуються використанням фундаментальних підходів і методів обчислювальної і математичної фізики, аналізу сучасних наукових поглядів на досліджувану проблему та порівняння отриманих результатів із результатами інших дослідників, опублікованих в відомих міжнародних виданнях. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в індексованих наукових журналах та доповідалися на міжнародних конференціях. Висновки дисертаційної роботи є обґрунтованими.

Апробація та публікації.

Основні результати роботи оприлюднені та обговорені на наступних конференціях:

- 21th International Gamow Conference – School: «Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Cosmomicrophysics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology», Одеса (Україна), 15–21 серпня 2021 р.
 - International Conference «Actual Questions of Ground-based Observational Astronomy. MAO-200», Миколаїв (Україна), 27–30 вересня 2021 р.
 - 22th International Gamow Conference – School: «Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Cosmomicrophysics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology», Одеса (Україна), 22–26 серпня 2022 р.
- Результати дисертації опубліковані у 6 наукових працях, серед яких 3 статті у закордонних періодичних виданнях, що входять до міжнародної

наукометричної бази Scopus та 3 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Оформлення дисертації.

Оформлення дисертації повністю відповідає вимогам, що висуваються до такого виду робіт і наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації». Текст дисертації написаний українською мовою в науковому стилі з чіткою подачею графічного матеріалу.

Практичне значення результатів дисертації.

Запропонований новий підхід може бути запроваджений для вивчення інших зоряних систем Галактики. Результати кінематичних розрахунків та аналізу, що одержані в даній роботі, а також координати вертексів зоряних систем, можуть бути використані для подальших досліджень будови та еволюції Галактики.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації.

Дисертація оформлена відповідно наказу №40 МОН України від 12.01.2017 року. Мета наукової роботи досягнута. Завдання виконані у повному обсязі. Принципових і суттєвих зауважень до роботи не виникло, всі розділи були оцінені позитивно.

У межах наукової дискусії хотілось б поставити наступні запитання:

- 1) Про що може свідчити, з фізичної точки зору розкид центрів (перетину вузлів), що спостерігається, чим він може бути обумовлений? Це підтримує гіпотезу не осесиметричного обертання, і, деякого впливу похибок визначення, а чи є існує якийсь інший фактор?
- 2) Яким чином може вплинути на кінцеві результати не врахування асиметричного дрейфу та прийняте значення галактоцентричної відстані Сонця при розрахунках кривої обертання?
- 3) Побажання в майбутньому дослідити причини локальних особливостей поля швидкостей, які були отримані із аналізу карт залежності кінематичних параметрів від галактичних координат. На даний час, які є міркування?
- 4) Чи помітно змінились би результати дослідження, якби були використані для аналізу дисперсії швидкостей центроїдів розглянутих систем (вибірок) зір? Чи робили ви таку оцінку?

Зазначені дискусійні зауваження не впливають на якість результатів дисертаційної роботи і обґрунтованість наведених здобувачем висновків.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Дмитренка Артема Миколайовича «Координати галактичного Вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3» є **завершеним науковим дослідженням, є актуальною та має наукову новизну і практичну значущість**. Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 104 – «Фізика та астрономія» галузі знань 10 – «Природничі науки», вимогам згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44).

Враховуючи актуальність, обґрунтованість наукових положень і висновків, наукову новизну та практичну значущість дисертаційної роботи, а також дотримання академічної доброчесності, що підтверджено відповідними документами, вважаю, що Дмитренко Артем Миколайович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – «Природничі науки» за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія».

Офіційний опонент

головний науковий співробітник НДІ
«Астрономічна обсерваторія»
Одеського національного університету
імені І.І. Мечникова,
д.ф.-м.н., с. н. с.

Тамара МІШЕНІНА

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 11:22:43 20.07.2023

Назва файлу з підписом: VIDGUK_Dmytrenko.pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 242.8 КБ

Перевірені файли:
Назва файлу без підпису: VIDGUK_Dmytrenko.pdf
Розмір файлу без підпису: 245.6 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: МІШЕНІНА ТАМАРА ВАСИЛІВНА
П.І.Б.: МІШЕНІНА ТАМАРА ВАСИЛІВНА
Країна: Україна
РНОКПП: 1838319886
Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 11:22:44 20.07.2023
Сертифікат виданий: АЦСК АТ КБ «ПРИВАТБАНК»
Серійний номер: 248197DDFAB977E504000000DC861001FCB14504
Алгоритм підпису: ДСТУ-4145
Тип підпису: Удосконалений
Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)
Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)
Сертифікат: Кваліфікований

Голові разової спеціалізованої
вченої ради Харківського
національного університету
імені В. Н. Каразіна
професору Василю ШЕВЧЕНКУ
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

ВІДГУК

офіційного опонента, завідувача кафедри аерокосмічної геодезії та землеустрою Національного авіаційного університету, кандидата фізико-математичних наук, старшого дослідника Великодського Юрія Івановича на дисертаційну роботу Дмитренка Артема Миколайовича «Координати галактичного Вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» галузі знань 10 «Природничі науки».

Обґрунтування вибору теми дослідження

Сьогодні відомо, що Галактика Чумацький Шлях має неоднорідну структуру диска, який складається з кількох спіральних рукавів. Згідно з класифікацією Габбла, дискові галактики, до яких належить і наша Галактика, мають також гало та балдж, причому гало відрізняється за складом від диска і складається зі старих зірок та кулястих зоряних скупчень. Сам диск галактики містить більшість зірок та газопилових хмар, особливо в центральній частині.

Умова збереження стабільності галактики вимагає, щоб всі зірки перебували у динамічній рівновазі. Важливою характеристикою спіральної галактики є значний сумарний орбітальний момент, що призводить до необхідності існування точки обертання, або вертексу, близько до галактичного центру. Інформація про координати цієї точки є вирішальною для вивчення кінематичних та динамічних характеристик Галактики в цілому.

Особливо важливим є визначення фундаментальної величини $R_{\odot}$, що представляє собою відстань від Сонця до прийнятого центру Галактики, а також кутових координат цієї точки у сферичній системі координат з початком в Сонці. Новітні високоточні дані з різних обсерваторій світу дозволяють зменшити як випадкові, так і систематичні похибки в визначенні цих параметрів.

На сьогоднішній день існує розкид значень для $R_{\odot}$, який може бути зумовлений систематичними похибками у методиках вимірювання або вхідних даних. Окрім того, для динамічних задач важливо мати інформацію про просторові координати вертексів різних областей зірок у Галактиці, що також є актуальним завданням.

Таким чином, визначення кутових координат вертексів та геліоцентричних відстаней до них є актуальною задачею сьогодення, що допоможе розкрити більше інформації про будову та еволюцію Галактики.

Новизна результатів проведених здобувачем досліджень

Дисертантом отримано такі нові наукові результати. Вперше:

1. Отримано 12 кінематичних параметрів в кожній із заданих областей зірок, центроїди яких розташовані у галактичній площині на геліоцентричних відстанях до 8 – 10 крс.
2. Побудовані карти залежності кінематичних параметрів від галактичних координат в досліджуваній частині галактичної площини.
3. Визначено кутові координати вертексів для кожної області зірок з використання компонентів тензорів швидкості деформації M^+ .
4. Продемонстровано наявність нетривіального зв'язку між напрямками на вертекс кожної області зірок та центром обертання всієї Галактики.
5. Запропоновано та використано оригінальний метод визначення геліоцентричних координат спільних вертексів груп областей зірок зі схожою кінематикою.
6. Проведено порівняльний аналіз параметрів, що отримані у випадку, коли в розрахунках використовувались відстані до зірок, що отримані із паралаксів Gaia DR3 та у випадку, фотогеометричні відстані до зірок.

Наукова обґрунтованість положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, одержаних Дмитренком А. М., при проведенні досліджень за темою дисертаційної роботи, забезпечується використанням фундаментальних підходів, аналізу контексту сучасних наукових поглядів на певну проблему та широкого порівняння отриманих результатів із результатами інших дослідників, опублікованих в відомих міжнародних виданнях. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в індексованих наукових журналах та доповідалися на міжнародних наукових конференціях. Достовірність отриманих результатів не викликає сумнівів. Висновки дисертаційної роботи вважаю обґрунтованими.

Практичне значення результатів дисертації

Результати кінематичного аналізу, що одержані в даній роботі, а також координати вертексів зоряних систем, можуть бути використані для уточнення уявлень про будову та еволюцію Галактики.

Рівень виконання поставленого наукового завдання

Перед дисертантом було поставлено завдання визначити координати вертексів областей Галактики з кінематичного аналізу поля швидкостей червоних гігантів і субгігантів з використанням новітніх даних місії Gaia. Вважаю, що завдання було виконано Дмитренком А. М. на високому науковому рівні.

Оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності

Дисертант відмінно оволодів методологією наукової діяльності, впевнено використовуючи високоточні астрометричні дані з каталогу Gaia DR3 та лінійну кінематичну модель Огороднікова-Мілна для отримання кінематичних параметрів. Ефективне застосування методу найменших квадратів та розробка власного методу оцінки геліоцентричних відстаней до вертексів говорить про високу наукову компетентність Дмитренка А. М.

Апробація дисертації та публікації

Основні положення дисертації, висновки та рекомендації Дмитренко А. М. достатньо повно представив на таких Міжнародних наукових конференціях: International 21-th Gamow Conference-school “Astronomy and beyond: astrophysics, cosmology, cosmomicrophysics, astroparticle physics, radioastronomy and astrobiology” (Odesa, 2021); International Conference “Actual Questions of Ground-Based Observational Astronomy” (Mykolaiv, 2021); International 22-th Gamow Conference-school “Astronomy and beyond: astrophysics, cosmology, cosmomicrophysics, astroparticle physics, radioastronomy and astrobiology” (Odesa, 2022).

Результати дисертаційної роботи повністю висвітлено у таких наукових працях: 3 публікації у міжнародних виданнях, які входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science (квартиль Q1); 3 тези доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

1. На с. 46 автор дає означення поняттю «зоряні системи», під яким розуміє галактики, зоряні скупчення тощо, а також дає означення поняттю «область зірок», під яким розуміє елементарний об'єм галактики. Таке протиставлення двох термінів цілком логічне: зоряні системи – це об'єкти, переважно пов'язані гравітацією, а область зірок – це частина галактики з умовно обраними межами. У той же час в дисертаційній роботі термін «зоряні системи» вживається в обох вказаних смислах (тобто замість «області зірок» вживається «зоряні системи»), що ускладнює сприйняття дисертації. Як приклад можна навести назви Розділів 1, 2, 3, а також Анотацію, у якій говориться про «2940 розглянутих зоряних систем».
2. На с. 47 дається невірне означення поняття «центроїд»: «Під центроїдом розуміється точка з радіус-вектором $\vec{r}_0 = (X_0; Y_0; Z_0)$, яка в даний момент збігається з тією точкою, що рухається зі швидкістю, що дорівнює середній швидкості зірок вибраної області». Існує нескінченна кількість точок, які мають різні координати, але рухаються

зі швидкістю, що дорівнює середній швидкості зірок вибраної області, тому незрозуміло, з якою з цих точок збігається центроїд. Правильніше було б написати: «Під центроїдом розуміється точка з радіус-вектором $\vec{r}_0 = (X_0; Y_0; Z_0)$, яка в даний момент збігається з геометричним центром області зірок та рухається зі швидкістю, що дорівнює середній швидкості зірок даної області».

3. На рис. 3.16-3.49 та 3.52-3.54 представлено карти та розподіли різних параметрів у галактичній площині. Ці карти аналізуються у тексті дисертації на наявність особливостей (варіацій). Однак ні на картах, ні на графіках, ні в тексті дисертації не наведено оцінок точності представлених параметрів. Тому неочевидно, що всі виявлені особливості є статистично значущими.
4. В роботі є незначні одруківки. Наприклад, написано «відтань» замість «відстань» на с. 26; «Інтерферометрі» замість «Інтерферометра» на с. 27; «досліджуються» замість «досліджуються» на с. 47; «ортівське» замість «оортівське» на с. 57; «постінійні» замість «постійні» (а краще «сталі») на с. 58; «Одже» замість «Отже» на с. 79; «субгіантів» замість «субгігантів» на с. 96; «Галактик» замість «Галактики» на с. 108; «осесимметричний» замість «осесиметричний» на с. 130.

Проте зазначені зауваження не впливають на якість результатів дисертаційної роботи і обґрунтованість наведених здобувачем висновків.

Оформлення дисертації

Оформлення дисертації повністю відповідає вимогам, що висуваються до такого виду робіт і наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Текст дисертації написаний українською мовою в науковому стилі.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Дмитренка Артема Миколайовича «Координати галактичного Вертекса з кінематичного аналізу просторового поля

швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3» є завершеним науковим дослідженням, є актуальною та має наукову новизну та практичну значущість. Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 104 «Фізика та астрономія» галузі знань 10 «Природничі науки» та вимогам, передбаченими наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. No 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. No 44).

Враховуючи актуальність, обґрунтованість наукових положень і висновків, наукову новизну та практичну значущість дисертаційної роботи, а також дотримання академічної доброчесності вважаю, що Дмитренко Артем Миколайович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Офіційний опонент,
завідувач кафедри
аерокосмічної геодезії
та землеустрою Національного
авіаційного університету,
кандидат фізико-математичних
наук, старший дослідник

Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 03:20:10 04.08.2023

Назва файлу з підписом: Відгук опонента Великодського.pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 129.9 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук опонента Великодського.pdf
Розмір файлу без підпису: 127.7 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: ВЕЛИКОДСЬКИЙ ЮРІЙ ІВАНОВИЧ

П.І.Б.: ВЕЛИКОДСЬКИЙ ЮРІЙ ІВАНОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 2709519016

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 03:20:09 04.08.2023

Сертифікат виданий: АЦСК АТ КБ «ПРИВАТБАНК»

Серійний номер: 248197DDFAB977E50400000057FAC60060F23B04

Алгоритм підпису: ДСТУ-4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований