

АНОТАЦІЯ

Дмитренко А. М. Координати галактичного Вертекса з кінематичного аналізу просторового поля швидкостей гігантів та субгігантів за даними Gaia DR3. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія (Галузь знань 10 – Природничі науки). Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти та науки України, Харків, 2023.

Сучасні високоточні астрометричні та астрофізичні дані дають змогу виконувати кінематичні дослідження не лише за зірками навколосонячної околиці, а й визначати оцінки кінематичних параметрів в інших зоряних областях Галактики, що знаходяться на відстанях до 8 – 10 крс від Сонця.

Дисертація присвячена кінематичному аналізу просторового поля швидкостей зірок в зоряних системах, центроїди яких, розташовані в галактичній площині. В кінематичних дослідженнях галактики Чумацький Шлях визначення координат вертексів – точок в просторі, навколо яких відбувається обертання зоряних областей є важливою задачею. В стаціонарній осесиметричній галактиці така точка була б спільною для всіх зоряних систем, що належать галактиці, а її координати збігалися б з координатами галактичного центра. На основі високоточних астрометричних даних, що надає каталог Gaia DR3, в даній роботі робиться висновок, що наша Галактика має відмінну від осесиметричної структуру. Кінематичний аналіз 15 млн зірок червоних гігантів та субгігантів, що був проведений в межах дисертаційної роботи, показав наявність складної залежності кінематичних параметрів від циліндричних галактоцентричних координат R, θ та прямокутних галактичних координат X, Y . З цього випливає, що кожна з розглянутих зоряних систем Галактики, має свій вертекс. Проте, оскільки Чумацький Шлях залишається динамічно стабільним і йому властивий значний орбітальний момент, більшість вертексів знаходяться в області поблизу прийнятого галактичного

Центра, що й було показано в даній роботі. Також було показано, що при більш детальному аналізі цієї області, можна виділити декілька скупчень (вузлів) вертексів для різних зоряних систем. В межах дисертаційної роботи, кутові координати вертексів визначаються в локальних прямокутних галактичних системах координат на основі аналізу тензора швидкостей деформації зоряних систем. Для навколосонячної околиці, що в даній роботі є однією з 2940 розглянутих зоряних систем, отримане значення кута l_V добре узгоджується з результатами інших досліджень. Додатково, було використано запропонований здобувачем оригінальний метод визначення просторових координат вертексів. Він дає змогу отримати геліоцентричну відстань до спільних вертексів областей зірок зі схожою кінематикою та порівняти їх з відстанню від Сонця до галактичного Центра R_\odot .

Відомо, що паралакси зірок, наведені в каталозі Gaia DR3, мають як випадкові, так і систематичні похибки вимірювання. Використання цих паралаксів для розрахунку відстаней до зірок призводить до їх систематичного зміщення від істинного значення величин. З огляду на це, в роботі також були використані виправлені відстані до зірок. Для врахування систематичних похибок також були використані їх зоряні величини. Виявилось, що використання цих наборів відстаней призводить до різних оцінок визначених координат вертексів. В роботі проводиться порівняння різних способів знаходження координат вертексів зоряних систем Галактики.

Хід дисертаційної роботи висвітлюється в трьох розділах.

У першому розділі представлено огляд літературних джерел. Наводиться низка актуальних робіт з результатами визначення галактоцентричної відстані Сонця. Описуються кінематичні параметри зірок, що доступні в сучасних каталогах. Розглядаються основні системи координат, що використовуються в межах дисертації, та їх зв'язок між собою. Обґрунтовується вибір даних космічної місії Gaia в якості вхідних. Наводяться кількісні характеристики каталогу Gaia DR3. Висвітлюється проблема визначення геліоцентричних відстаней до зірок з використанням паралаксів Gaia. В кінці розділу детально

розглядаються кінематичні дослідження нашої Галактики за зірками навколосонячної околиці. Розглядаються роботи присвячені кінематичним дослідженням, зокрема визначенню параметрів еліпсоїда залишкових швидкостей зірок, та визначенню постійних Оорта. Детально аналізується кінематична модель Огороднікова–Мілна, що описує тривимірне поле швидкостей окремої області зірок. Дається визначення терміну кінематичні параметри та показується їх зв'язок з постійними Оорта. Окремо, наводяться роботи, в яких розглядаються способи та результати визначення кутових координат вертекса для навколосонячної околиці.

У *другому розділі* дисертації розглядаються математичні методи, що були використані в рамках дослідження. Описуються параметри дійсного симетричного тензора, його інваріанти та власні значення. Наводяться методи визначення кутових координат вертекса за компонентами симетричного тензора швидкості деформації M^+ . Представлено запропонований автором оригінальний спосіб визначення геліоцентричної відстані до спільного для різних областей зірок вертекса за допомогою променів, що спрямовані на вертекси.

У *третьому розділі* наводяться результати роботи. В першу чергу представлено результати моделювання поля швидкостей зірок у разі стаціонарного осесиметричного (оортівського) обертання Галактики. Окремо приділяється увага способу, яким була створена вибірка червоних гігантів і субгігантів, що містяться в каталозі Gaia DR3. Приведено результати оцінок кінематичних параметрів поля швидкостей в розглянутій частині галактичної площини. Показана їх поведінка в залежності від галактичних координат. Акцентується увага на наявності локальних особливостей у полі швидкостей, що вказує на неосесиметричний характер руху зірок в Галактиці. На основі визначених параметрів поля швидкостей кожної розглянутої зоряної системи, оцінюються кутові координати їх вертексів. З використанням запропонованого оригінального методу, виконується оцінка геліоцентричних відстаней до спільних вертексів окремих груп областей зірок. Порівнюються

отримані відстані з прийнятою відстанню від Сонця до галактичного Центра. Додатково в розділі показано, як на кінцевий результат знаходження координат вертексів впливає використання різних наборів відстаней до зірок: отриманих з паралаксів Gaia, або тих, що отримані з додатковим використанням фотометричних показників.

Головні наукові результати, що були отримані у роботі, є наступними.

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 використанням 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, коли використовувались фотогеометричні відстані до зірок.

Ключові слова: вертекс, кінематика зірок, червоні гіганти, галактоцентрична відстань.