

## **МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ЕКЗОПЛАНЕТ**

**Гой В., Мохун С. В.**

*Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка*

Завдання виявлення і вивчення екзопланет становить величезний науковий інтерес з точки зору розуміння походження й еволюції планетних систем. До недавнього часу було невідомо, чи є Сонячна система унікальною у Всесвіті, а однозначного уявлення про її походження немає до сих пір. З виявленням перших екзопланет з'явилася можливість поглянути на еволюцію планетних систем зі сторони і побудувати загальну теорію походження і еволюції планетних систем у зір різних класів. Дане питання стає ще цікавішим в зв'язку з тим, що перші ж виявлені планетні системи у інших зір показали велику відмінність за своєю структурі від Сонячної системи.

Станом на 21 березня 2020 року [1], всього зареєстровано та підтверджено 4141 екзопланету в 3072 системах, у 667 з яких, є більше однієї планети.

Основною проблемою при пошуку екзопланет є той факт, що їх досить важко виявити. Є досить багато методів пошуку екзопланет, але ми розглянемо тільки ті, які дали значні результати. Інші методи пошуку екзопланет або не дали результатів, або знаходяться в стадії розробки.

Пряме спостереження екзопланет. Планети – холодні тіла, які не випромінюють світло, а лише відбивають його. Планету, що знаходиться далеко від зорі, практично неможливо виявити в оптичному діапазоні. Однак в деяких випадках ми дійсно можемо побачити екзопланету, а точніше, її світло. На 2020 рік методом прямих спостережень відкрито 49 екзопланет [1].

Існує кілька способів знайти планети, які неможливо виявити прямими спостереженнями.

Транзитний метод (метод транзитної фотометрії). На сьогоднішній день даний метод залишається поки що єдиним методом реєстрації екзопланет з великою вірогідністю. Метод транзитів полягає у виявленні зменшення світності зорі в той час,

як планета проходить перед її диском, причому дана величина залежить від розмірів зорі і даної планети. На відміну від інших методів, цей метод допомагає визначити не масу екзопланети, а її радіус. Планети, знайдені цим способом, називають транзитними. На 2020 рік методом транзитів виявлено та підтверджено 3153 екзопланети [1].

Метод Доплера (вимірювання радіальної швидкості зір). Даний метод реєстрації екзопланет один з найпоширеніших і достатньо результативний. За допомогою цього методу було знайдено багато планетних систем (зазвичай це планети з масою не менш декількох земних, які розташовані поблизу зорі, або ж планети-гіганти з періодом обертання до 10 років). На 2020 рік цим методом зареєстровано 796 екзопланет.

Зірка, яка має планетну систему, матиме власну невелику орбіту обертання у відповідь на притягання планети. Даний метод працює так: якщо спостерігати за Сонцем з нашої планети, то в спектрі зорі, що рухається відносно земного спостерігача, змінюється довжина хвилі всього спектру випромінювання: якщо вона наближається до Землі, то лінії на спектрограмі зміщуються до синього кінця спектра, а якщо віддаляється – до червоного.

Метод гравітаційного мікролінзування. У 1991 році два вчених запропонували використовувати дану методику у виявленні екзопланет, але успішність цього методу була підтверджена лише в 2002 році в ході експерименту оптичного гравітаційного лінзування. На 2020 рік за допомогою цього методу зареєстровано 89 екзопланет [1].

В основі цього методу лежить явище відхилення світла при проходженні поблизу масивних тіл. Наприклад, світло більш далекої зорі, що проходить поблизу масивного тіла, яке розташоване ближче до спостерігача, відхиляється в його гравітаційному полі – саме через це явище у телескоп потрапляє більше світла, ніж зазвичай. У випадку, якщо навколо досліджуваної зорі обертається планета, то вона на деякий час ще більше посилить блиск далекої зорі, виступаючи в ролі додаткової лінзи.

Перевагою даного методу є те, що він працює при будь-якому куті відхилення, також цей метод чутливий до планет з

малою масою, а також дає можливість виявлення планет на далекій відстані від її зорі.

Астрометрія. Цей метод є найдавнішим методом пошуку екзопланет. Виник він ще наприкінці 18 століття. Даний метод реєстрації планет полягає в дуже точному вимірюванні положення зорі, а також зміни її положення з часом. Видима зоря буде змінювати своє положення під впливом гравітаційної сили планети, що обертається навколо неї, а рухатися вона буде по малій еліптичній орбіті, тобто зоря і планета будуть обертатися навколо загального центру мас (барицентра), але оскільки зорі набагато більші планет, то найчастіше центр мас знаходиться всередині більшого тіла.

Недолік даного методу в тому, що зміни положення зорі настільки малі, а атмосферні спотворення такі великі, що навіть найсучасніші телескопи не зможуть виконати точні вимірювання. Перевагою цього способу є те, що він чутливий до виявлення планет з відносно великими орбітами, але для цього потрібно досить тривалий термін спостереження, можливо, навіть десятиліття, оскільки орбітальний період таких планет займає тривалий час. На 2020 рік за допомогою цього методу зареєстровано та підтверджено лише одну екзопланету HD 176051 b в сузір'ї Ліри [1].

#### **Список використаних джерел**

1. Exoplanet exploration [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://exoplanets.nasa.gov/>.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УЧНІВ З БІОЛОГІЇ У ГРУПАХ СПІВПРАЦІ**

**Солоненко Д. О., Карташова І. І.**

*Херсонський державний університет*

Робота учнів у групах співпраці характеризується єдністю мети, взаємодії всіх учасників на партнерських засадах; самоорганізація; колективна та індивідуальна відповідальність за