**У пошуках населених світів**

**Автор: Окс Давід Ігорович 6-В клас, ОCШ №117 , м. Одеса**

Науковий керівник: Вірніна Наталя Альбертівна,

керівник наукового гуртка «Фомальгаут»

За останні 28 років, окрім планет нашої сонячної системи, вченим астрономам стало відомо багато екзопланет – тобто планет, що знаходяться поза межами сонячної системи, і обертаються навколо іншої зорі, або дрейфують космічним простором (не належать до планетної системи).

На момент 3 березня 2017 року було відомо вже 3454 екзопланети, і цей список постійно поповнюється. Існує декілька методів відкриття екзопланет: транзитний (відстежують зменшення блиску зорі при транзиті планети), пряме спостереження (шукають близькі до зорі рухомі об’єкти за фотографіями), метод променевих швидкостей (відстежують зміщення у спектральних лініях), астрометричній (вимірюють зміну положення зорі) та інші.

Оскільки мене цікавить питання наявності життя на інших планетах, то звісно я зацікавився екзопланетами. Відстежуючи астрономічні і космічні новини, я знайшов знімки планетних систем, відкритих за допомогою методу прямого спостереження. Відразу виникло питання: чи можуть ці планети бути населеними? Перші ж кроки у дослідженні цього питання, після певних вимірювань та підрахунків, показали, що проаналізовані планети, знайдені методом прямого спостереження, не входять до населеної зони (habitable zone) - тобто зони навколо зорі, у якій можливо існування рідкої води. Я почав вивчати це питання більш глибоко, після чого стало можливим остаточно сформулювати мету та задачі роботи.

Метою моєї роботи було серед усіх відомих на початок 2017 року екзопланет знайти потенційно придатні для життя світи.

Для цього були сформульовані наступні задачі:

1) Визначити перелік необхідних умов для існування життя на планеті.

2) За знімками космічних апаратів і даними NASA знайти планети, які входять до населеної зони.

3) Виявити планети, які за густиною близькі до планет земної групи.

4) З’ясувати, на яких з проаналізованих планет можливий розвиток життя.

Проаналізувавши різноманітну літературу, я виявив, що необхідні умови можна розділити на 3 групи: умови які накладаються на зорю, умови які накладаються на положення планети у системі та характеристики планети.

Умови, які накладаються на зорю: зоря повинна бути 2-3 покоління (присутні важкі елементи), стабільна за температурою, відносно пізній спектральний клас. Умови, які накладаються на положення у системі: входить до населеної зони, немає масивних «сусідів», орбіта не дуже витягнута. Умови на планеті: тверда поверхня; маса, достатня для утримання атмосфери; захисне магнітне поле; наявність води. Більшість з цих умов, окрім останніх двох, можна надійно встановити при спостереженнях с Землі. Зокрема, щоб встановити межі населеної зони, необхідно знати радіус та температуру зорі. А щоб виявити, чи входить планета до цієї зони, необхідно знати велику піввісь орбіти та її ексцентриситет. Про наявність твердої поверхні на планеті можна побічно судити по середній густині планети, тобто необхідно знати її радіус та масу.

Коли виявилося, що використовувати знімки планетних систем немає сенсу, стало питання пошуку нового джерела даних. Цим джерелом став архів екзопланет NASA (http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/). Звідти я взяв інформацію про всі знайдені на той момент екзопланети. Для кожної з них я обчислив межі населеної зони, і, керуючись даними про великі піввісі орбіт, виявив, які з них знаходяться в її межах. Виявилося, що 84 планети відповідають цьому критерію. Однак, деякі планети мають досить витягнуті, еліптичні, орбіти. На ступінь витягнутості вказує ексцентриситет. Далі для тих планет, для яких він відомий і вказаний в таблиці архіву NASA, я з’ясував, чи знаходяться ці планети у межах населеної зони впродовж усього орбітального циклу (року). Виявилося, що деякі з них іноді виходять за ці межі, а повністю знаходяться у межах населеної зони орбіти лише 54 планети. Цікаво, що усі ці планети були відкриті лише двома методами: транзиту (52%) та променевих швидкостей (48%).

Для деяких планет відомі маси та радіуси, а отже можна обчислити густину. Знаючи густину планет земної групи та астероїдів, можна вважати планети з густиною від 2 г/см3 до 7.5 г/см3 планетами земного типу. Я обчислив густину усіх екзопланет; виявилось, що лише 111 з них дуже схожі на Землю за густиною, з них тільки 4 входять до населеної зони. Ще, дуже цікаво, що всі ці чотири екзопланети насправді належать до однієї системи TRAPPIST-1. Ще дві планети цієї системи, *с* та *b*, також знаходяться досить близько до внутрішньої межі населеної зони. Крім того, я знайшов 9 систем, серед відкритих телескопом «Кеплер», які мають 2 або 3 планети земного типу (супер-Землі). Зокрема, системи Kepler-138 (3 планети), Kepler-307 (2 планети) та Kepler-60 (3 планети) складаються виключно з планет земного типу. Серед цих 9 систем, планети системи Kepler-80 знаходяться надто близько до центральної зорі і не входять до населеної зони, для інших 8 систем не відомі радіуси орбіт, але (за періодами) схоже, що вони також обертаються надто близько до центральних зір, окрім, можливо, планет системи Kepler-138. Центральна зоря цієї системи значно менша та холодніша за Сонце, населена зона розташована ближче до зорі, а тому, незважаючи на досить короткі періоди цих планет, вони можуть увійти до неї.

У минулі роки часто можна було бачити у ЗМІ та Інтернеті повідомлення про відкриття нових планет, схожих на Землю. Але найчастіше ці планети опинялися далеко за межами населеної зони. І навпаки, планети, що входять у населену зону, виявляються газовими гігантами, непридатними до життя у відомих нам формах. Звісно, не можна вважати, що можливості для розвитку життя обмежуються таким малим відсотком планет, адже не виключено, що життєві форми у просторах Всесвіту набагато більш різноманітні, ніж ми можемо це уявити, і здатні адаптуватися до умов, які ми вважаємо екстремальними.