**Тезисы к научно-исследовательской работе**

**«Поиск и визуализация**

**орбитальных резонансов в системах экзопланет»**

**Окса Давида Игоревича**

ученика 8-М класса Одесского Ришельевского лицея

Научный руководитель:

Вирнина Н. А., руководитель астрономического кружка «Фомальгаут»

Хорошо известно, что в Солнечной системе присутствуют орбитальные резонансы в парах планета-планета и планета-астероид. Резонансом называют ситуацию, когда орбитальные периоды двух тел соотносятся как небольшие натуральные числа. К примеру, планеты Юпитер и Сатурн находятся в орбитальном резонансе 2:5, а Земля и астероид Торо находятся в резонансе 5:8. Также наблюдаются резонансы, например, в системе галилеевых спутников Юпитера. Орбитальные резонансы принято считать одним из факторов стабильности системы. А стабильность, в свою очередь, является одним из необходимых условий формирования жизни на планете.

За последние 30 лет было открыто немало планет у других звезд – так называемых экзопланет. Естественным образом возникает вопрос о наличии резонансов в системах экзопланет. Поскольку таких систем открыто уже более 600, то поиск резонансов вручную является трудоёмким и нерациональным.

Целью данной работы был поиск резонансных пар в системах экзопланет (по данным NASA Exoplanet Archive), а также создание программы для визуализации движения экзполанет и демонстрации явления орбитального резонанса.

Также в ходе работы были выдвинуты и проверены гипотезы о том, что для более тесных и старых систем характерен более высокий процент резонансов, а если в системе есть доминирующая по массе планета, то количество резонансов меньше.

В рамках работы, на языке программирования Python было написано 2 программы: ‘Resonance Searcher’ (для поиска резонансных пар в большом массиве данных) и ‘Resonance Visualizer’ (для отображения движения систем экзопланет). Первая программа позволяет найти все резонансные пары планет, используя данные их орбитальных периодов, с учётом погрешностей. Вторая программа иллюстрирует движение планет в системе, акцентируя внимание на фазах противостояния планет. В случае наличие резонанса, противостояние происходит в одних и тех же точках орбит, что приводит к усилению гравитационного взаимодействия, и, вероятно, синхронизации их движения.

В результате работы программ было обнаружено, что, в зависимости от критериев определения понятия резонанса, в резонансе находятся от 9% до 47% экзопланетных пар. Для верификации этого результата были сгенерированы случайным образом контрольные группы систем. Однако, они показали схожий результат, что может указывать на случайность резонансного явления. Тем не менее, анализируя распределение соотношений периодов в реальных системах, удалось обнаружить пики на значениях, близких к 1:2 и 2:3, что является свидетельством того, что резонансы могут быть не случайным явлением, а результатом физических взаимодействий.

Из-за недостатка данных про возраст и массу звезд и экзопланет, не удалось однозначно установить наличие связи между этими параметрами и количеством резонансов в системе. Также исследование помогло определить, что между размерами системы и количеством резонансов в ней может существовать слабая логарифмическая зависимость.

Обнаруженные в проекте закономерности могут быть предметом дальнейших, более глубоких, исследований, включающих в себя моделирование физических взаимодействий.