**Введение:**

Современная астрономия активно изучает экзопланеты, т.е. планеты, вращающиеся вокруг других звезд. Поиск и изучение экзопланет требует применения различных методов наблюдения, имеющих свои преимущества и ограничения. Изучение разных методов поиска экзопланет может помочь в уточнении параметров уже известных планет и в обнаружении новых.

**Экзопланеты:**

**Экзопланеты** – планеты, вращающихся вокруг звезд, отличных от нашего Солнца.

Их поиск и изучение – задача крайне сложная, требующая применения высокоточных и чувствительных методов наблюдения.

**Целью данного исследовательского проекта** является создание программы на языке программирования Python, позволяющей вычислять радиальную скорость экзопланеты с использованием Радиального метода.

**Основными задачами проекта являются**:

* изучение методов поиска экзопланет;
* анализ радиального метода и его применение в поиске экзопланет;
* разработка и программная реализация алгоритма вычисления радиальной скорости экзопланеты;
* тестирование программы на реальных данных.

**Актуальность:**

Изучение экзопланет важно для понимания происхождения и эволюции планетных систем, а также может стать первым шагом в поиске жизни в космосе. Разработка и совершенствование методов поиска и изучения экзопланет остается важной задачей для научного сообщества.

**Обзор методов:**

Эта часть проекта представляет обзор методов поиска экзопланет с их преимуществами и недостатками, примерами и новыми технологиями. Результатом будет понимание того, какие методы эффективны для разных типов экзопланет и расширение нашего понимания о Вселенной.

**1:30**

**Метод радиальных скоростей:**

Метод радиальных скоростей использует эффект Доплера, который проявляется при смещении спектра излучения в случае движения источника света относительно наблюдателя. При приближении источника частота увеличивается, что соответствует уменьшению длины волны и смещению спектра в синюю сторону, при удалении - наоборот. Метод радиальных скоростей является одним из первых и самых распространенных методов поиска экзопланет.

**Транзитный метод:**

Транзитный метод – один из способов поиска экзопланет, основанный на обнаружении периодического затмения звезды экзопланетой во время её орбиты. Когда экзопланета проходит перед звездой, она закрывает часть её света, что приводит к небольшому, но измеримому снижению яркости звезды.

**Метод гравитационного микролинзирования:**

Метод гравитационного микролинзирования - один из методов поиска экзопланет. Он использует эффект микролинзирования, который происходит при прохождении света звезды-линзы через гравитационное поле другой звезды-объекта. Если вблизи звезды-линзы присутствует экзопланета, ее гравитационное поле может усилить эффект линзирования. Это вызывает увеличение яркости звезды-объекта на короткое время, что позволяет обнаружить экзопланету

**Метод прямого изображения:**

Метод прямого изображения - один из методов поиска экзопланет. Он основан на наблюдении прямых изображений экзопланеты вокруг ее звезды-родителя с помощью мощных телескопов. В отличие от других методов, формула для расчета параметров экзопланеты не применима в этом методе, поскольку параметры могут быть определены непосредственно из изображений экзопланет.

**Астрометрический метод:**

Астрометрический метод - это метод поиска экзопланет, основанный на измерении изменений положения звезд на небесной сфере, вызванных гравитационным взаимодействием с их планетами. При наличии планеты, вращающейся вокруг звезды, изменения положения звезды могут быть обнаружены с помощью астрометрических измерений.

**Метод пульсаров:**

Метод пульсаров использует изучение пульсаций радиоволн от пульсаров для обнаружения экзопланет на их орбитах. Гравитационное притяжение экзопланеты вызывает изменения в пульсации, которые можно обнаружить на Земле.

**Сравнение методов поиска экзопланет:**

В методах поиска экзопланет есть свои преимущества и недостатки. Радиальный метод позволяет оценить массу экзопланеты, но может недооценивать ее массу при наклоненной орбите. Метод микролинзирования обнаруживает планеты на больших расстояниях, но требует точного выравнивания и уникальных условий. Транзитный метод позволяет изучать размеры и параметры орбиты экзопланеты, но требует точного выравнивания орбиты и может быть менее эффективным для планет с высоким эксцентриситетом орбиты. Прямые наблюдения позволяют получить прямое изображение экзопланеты, но мощность телескопов ограничивает их обнаружение на фоне ярких звезд. Астрометрический метод позволяет обнаруживать планеты с большими орбитами, но требует больших временных затрат и имеет высокую чувствительность к атмосферным и систематическим искажениям телескопов. Метод пульсаров позволяет обнаруживать планеты на больших расстояниях, но его недостатками являются низкая распространенность пульсаров и сложность наблюдений, а также возможность получения ложных сигналов от других эффектов.

**Практическая часть:**

Для поиска экзопланет была создана программа на языке программирования Python, использующая Радиальный метод (метод Доплеровской спектроскопии). Пользователь должен ввести массу звезды в массах Солнечных, период обращения планеты и массу звезды в массах Юпитера. Программа рассчитывает радиальную скорость звезды и выводит результат.

**Программа основана на нескольких предположениях:**

1. Орбита планеты круговая. Это связано с упрощение модели, ведь все законы движения по окружности нам известны
2. Звезда имеет только одну экзопланету. Если звезда имеет больше двух планет, то движение её вокруг центра масс будет усложнено тем, что на звезду действуют силы притяжения от других планет. Значит изменение лучевой скорости звезды будет иметь более сложный вид.
3. Орбита планеты в плоскости взгляда наблюдателя. Для пояснения обратимся. Если наблюдатель с Земли видит орбиту, находящуюся точно на линии его взгляда, то он будет фиксировать максимальную амплитуду лучевой скорости, что даст возможность оценить максимально близкие значения параметров. При наклоне орбиты будет фиксироваться лишь та компонента лучевой скорости, которая будет на линии взгляда телескопа, а значит оценка параметров менее точной.

Данная программа основывается на следующих **формулах**:

* Третий закон Кеплера:
* Скорость вращения по окружности для планеты:
* Закон сохранения импульса:

**Построение программы можно разбить на следующие шаги:**

1. Импортирование необходимых библиотек и определение констант
2. Получение входных данных от пользователя.
3. Расчет радиальной скорости звезды на основе введенных параметров.
4. Вывод результата

Мы тестировали программу на реальных данных.

Программа вычисляет радиальную скорость звезды, вызванную гравитационным притяжением планеты, вращающейся вокруг нее. Чтобы использовать эту программу, вам нужно будет ввести следующие значения:

1. **Масса звезды (в солнечных массах):** Это может быть любое значение в зависимости от звезды, которую вы хотите изучить.
2. **Период обращения планеты (в днях):** это время, за которое планета совершает один оборот вокруг звезды, и может быть любым значением в зависимости от планеты, которую вы хотите изучить.
3. **Масса планеты (в массах Юпитера):** это масса планеты по отношению к массе Юпитера, которая используется в качестве стандартной единицы измерения

**Выводы и рекомендации:**

В результате работы была разработана и реализована программа, которая позволяет рассчитывать радиальную скорость звезды на основе входных параметров, таких как масса звезды, период обращения планеты, масса планеты.