Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра теоретической физики

«Оценка возможности наблюдения северного сияния на экзопланете Проксима b»

АВТОРЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Студентки 4 курса 431 группы

направления 030302«Физика»

физического факультета СНИГУ имени Н.Г.Чернышевского

Лазаревой Марии Евгеньевны

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент В.В. Серов

должность, уч. степень, уч. Звание подпись, дата инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д. ф.-м. н., профессор Л.М.Бабков

должность, уч. степень, уч. звание подпись, дата инициалы, фамилия

Саратов 2017 год

Содержание

Введение 3

Структура и объем работы. 3

Содержание работы.....3

Список используемой литературы 7

Введение

Открытие планеты Проксима Центавра b (далее – Проксима b) всего в 1,3 парсек от Солнца, открывает новую эру в исследовании потенциально обитаемых экзопланет. Близость Проксимы Центавра к Солнечной системе потенциально позволяет изучить данную экзопланету гораздо подробнее, чем прочие. Особый интерес представляет изучение атмосферы и гидросферы планеты.

Если у этой планеты есть атмосфера, на ней может возникать полярное сияние. Полярное сияние - явление свечения верхних слоев атмосферы под действием частиц звездного ветра.

Регистрация полярных сияний могла бы послужить независимым подтверждением существования планеты, помочь установить ограничения на существование и состав её атмосферы, а также определить эксцентриситет и наклон орбиты.

Задача дипломной работы Оценка возможности прямого наблюдения с Земли северного сияния на недавно обнаруженной экзопланете, обращающейся вокруг ближайшей к Солнцу звезды- Проксиме Центавра.

Структура и объем работы

Дипломная работа состоит из введения, четырех глав , заключения и списка используемой литературы. Общий объем работы составляет 44 станицы.

Содержание работы

Во **введении** описана история открытия планеты Проксима Центавра b, а также его основные особенности.

В первой главе, описаны экзопланеты и методы их открытия и изучения.

Основной метод, метод Доплера или радиальных скоростей (лучевых скоростей) метод обнаружения экзопланет, заключающийся в спектрометрическом измерении радиальной скорости звезды.

Во второй главе описана Звезда Проксима и ее планета. Альфа Центавра, α Центавра, α Центавра AB — тройная звёздная система в созвездии Центавра. Два компонента, α Центавра A и α Центавра B, невооружённому глазу видны как одна звезда −0,27m, благодаря чему α Центавра является третьей по яркости звездой ночного неба. Третий компонент, также невидимый невооружённым глазом красный карлик Проксима Центавра или альфа Центавра C, который отстоит от яркой двойной звезды на 2,2°. Все три являются ближайшими к Солнцу звёздами, причём на данный момент Проксима несколько ближе остальных. [14]

Две главные звезды α Центавра A и α Центавра B принадлежат главной последовательности и близки по характеристикам к Солнцу. α Центавра A оказалась первой звездой, для которой удалось провести прямое наблюдение атмосферы, показавшее её схожесть со светилом нашей системы (в атмосфере обнаружен тонкий холодный слой). Возраст системы оценивается в 6 миллиардов лет, что больше возраста Солнца, который составляет 4,5 миллиарда лет. Обе звезды вращаются вокруг общего центра масс по эллиптической орбите с эксцентриситетом 0,52 и большой полуосью 23,4 а. е. Период обращения 79,91 года. Их тригонометрический параллакс равен 742,1 ± 1,4 угловой миллисекунды. Собственное движение звезд A и B равно −3,643 ± 0,012 угловой секунды в год по прямому восхождению и +0,697 ± 0,009 угловой секунды в год по склонению, радиальная скорость составляет −22,445 ± 0,0024 км/с. Максимальное угловое расстояние на небесной сфере между ними примерно равно 22".

Наклонение орбиты звёздной пары альфа Центавра A и B к картинной плоскости наблюдателя с Земли составляет 79,205 ± 0,041 градуса, то есть орбита системы наблюдается почти с ребра, что повышает вероятность обнаружения планет в системе методом транзита.

В третьей главе представлены возможные природные условия на планете.

Считается, что на планетах, вращающихся вокруг красных карликов, жизнь невозможна: Из-за очень малой светимости звезды, «зона жизни» находится слишком близко к звезде. Приливные силы будут очень большими и остановят вращение планеты. На светлой стороне планеты будет слишком горячо, а на темной – слишком холодно.

В действительности, дело обстоит так:

Во-первых, не обязательно планета будет в орбитальном резонансе 1:1, ярким тому примером является Меркурий. Во-вторых, решающее значение для выравнивания температуры имеет океан. Если океаны будут расположены благоприятно, то даже при относительно невысокой плотности атмосферы (порядка 1-2 атм) разность температур может оказаться всего 15-20 град. следовательно, не будет никакой раскалённой пустыни даже в подсолнечной точке при резонансе 1:1. В данном случае, будут преимущественно формироваться обильные ливни и грозы, тем самым полностью повторяя зоны экваториального климата на Земле, даже с большей интенсивностью - ночное охлаждение будет отсутствовать. В-третьих, если нет глобального океана с мощными течениями, то на теневом полушарии будет преобладать антарктический климат с критически низкой температурой воздуха. Вода не будет испаряться с поверхности и не сформируется в обширный ледяной покров. Всё теневое полушарие будет охвачено нисходящими потоками с вечным антициклоном. В таких условиях испаряемость, всегда будет превышать осадки, только в этих условиях осадков вообще практически не будет. Даже высокогорные пустыни Тибета с

постоянно низкими температурами и вечной мерзлотой, в сравнении с этим, покажутся непролазным тропическим болотом.

В четвертой главе представлен расчет оценки яркости северного сияния и возможности его наблюдения с Земли.

Регистрация полярных сияний могла бы послужить независимым подтверждением существования планеты, помочь установить ограничения на существование и состав её атмосферы, а также определить эксцентриситет и наклон орбиты, снимая тем самым вырождение «масса/наклон»[7]. Если считать, что Проксима b является планетой земного типа с атмосферой и магнитным полем, можно получить оценку интенсивности полярного сияния, конкретно линии OI на частоте 5577 Å – порядка 0,1 ТВт при среднем звёздном ветре в 100 раз более сильном, чем на Земле. Это соответствует соотношению яркостей планеты и звезды 10^6-10^7 в узкой полосе около 5577 А, однако в периоды сильного возмущения магнитосферы и интенсивности полярного сияния 1-10 ТВт оно может быть гораздо выше – 10^4-10^5. Данные высокого спектрального разрешения для линии 5577 А, полученные спектрографом HARPS, на предмет других выраженных линий кислорода и азота, не нашли подтверждения, что контрастность линии полярного сияния ниже, чем $2*10^2$ (при мощности ≤ 3000 ТВт). Наблюдение излучения интенсивностью 0,1 ТВт маловероятно с

помощью телескопов, которые существуют сейчас или появятся в ближайшем будущем. В перспективе наблюдения с помощью космических коронографических телескопов с большой апертурой или наземных экстремально больших телескопов (ЭБТ) с коронографом может снизить чувствительность до значений,

соответствующих линии кислорода в полярном сиянии на Земле (контрастность $7*10^6$), со экспозицией в 1 день при высоком спектральном разрешении. В будущем при помощи коронографа можно будет достичь контрастности 10^7 при пренебрежимо низком инструментальном шуме, то с помощью такого будущего ЭБТ можно будет зафиксировать стационарное излучение за несколько ночей наблюдения [7].

Формула звездной величины: m_1=−2.5l ln(E_1/E_2), E_1=$L/4\pi r^2$

E_1−Световой поток северного сияния

E_2−фиксированое значение для Веги, E_2 = $2{,}52*10^{-8}$ Вт/м^2

L−поверхностная плотность мощности излучения

r−расстояние до Земли

Яркость сияния при мощности 0.1ТВт: E_1= $5{,}0516*10^{-24}$, m_1=39,24492798

Яркость сияния при мощности 10ТВт: E_1= $5{,}0516*10^{-22}$, m_1=34,24492798

Регистрация излучения в оптическом диапазоне от гипотетического полярного сияния в атмосфере Проксимы b намного более вероятно для такой системы, чем для аналогичной системе Земля-Солнце. Это обусловлено характеристиками как звезд, так и планет такого типа, которые способствуют генерации сияния и улучшают возможность его регистрации.

В заключении приводится перечень основных выводов, перспективы и сложности оценки возможности прямого наблюдения с Земли северного сияния на недавно обнаруженной экзопланете.

Список используемой литературы

1. Vigan, C. Gry, G. Salter, D. Mesa, D. Homeier, C. Moutou and F. Allard; High-contrast imaging of Sirius A with VLT/SPHERE: Looking for giant planets down to one astronomical unit; 31 Aug2015
2. Interactive Extra-solar Planets Catalog. Энциклопедия внесолнечных планет (10 September 2011). Проверено 27 февраля 2012. Архивировано 14 сентября 2012 года.
3. D.J. Erskine, J. Edelstein, D. Harbeck and J. Lloyd. Externally Dispersed Interferometry for Planetary Studies // Proceedings of SPIE: Techniques and Instrumentation for Detection of Exoplanets II / Daniel R. Coulter. — 2005. — Vol. 5905. — P. 249-260.
4. Алексей Понятов Ближайшая // Наука и жизнь. — 2017. — № 1. — С. 6-13. — URL: http://www.nkj.ru/archive/articles/30458/
5. N+1 [Электронный ресурс] Невозможно быть ближе. URL: https://nplus1.ru/material/2016/08/24/Pale-red-dot (дата обращения 13.05.2017) Загл. с экрана. Последнее изменение страницы: 24 августа 2016. Яз. Рус.
6. Planet Found in Habitable Zone Around Nearest Star - Pale Red Dot campaign reveals Earth-mass world in orbit around Proxima Centauri (en-GB). www.eso.org. Проверено 29 августа 2016.
7. R. Luger, J. Lustig-Yaeger, D. P. Fleming, M. A. Tilley, E. Agol, V. S. Meadows, R. Deitrick, and R. Barnes; The Pale Green Dot: A Method to Characterize Proxima Centauri b Using Exo-Aurorae // The Astrophysical Journal. — 2017. — Vol. 837. — P.63.