

Научно-исследовательская работа

Предмет:

Физика

## **Одни ли мы во Вселенной?**

**Выполнил:**

*обучающийся 10 «В» класса  
Контаренко Евгений Алексеевич  
МБОУ «Гимназия №3», Россия, г. Белгород*

**Научный руководитель:**

*Колкунова Светлана Владимировна  
Учитель физики  
МБОУ «Гимназия №3», Россия, г. Белгород*

## Оглавление

Введение.....	3
ГЛАВА I. Теоретические и практические методы поиска жизни во Вселенной.....	5
1.1. Факторы, влияющие на зарождение жизни.....	5
1.2. Способы современного поиска жизни во вселенной.....	5
1.3. Шкала Кардашёва как метод определения технологического развития внеземной цивилизации .....	8
ГЛАВА II. Изучение планет пригодных для жизни земного типа.....	10
2.1. Каталог потенциально обитаемых планет и его параметры .....	10
2.2. Возможность жизни земного типа на экзопланетах Kepler-452 b и Gliese-667 Cc.....	11
Заключение.....	15
Список литературы .....	17

## Введение

**Актуальность темы исследования.** В древности Земля считалась центром Вселенной. Так было благодаря церкви, опиравшейся на учение Птолемея. Жизнь и человек созданы Богом только на Земле, находящейся в центре мира, вокруг которой вращались Солнце, Луна и другие планеты. Такова была позиция церкви.

Впервые не согласился с этой системой Джордано Бруно, говоря: «Существуют бесчисленные солнца, бесчисленные земли, подобно тому, как наши семь планет кружатся вокруг нашего Солнца... На этих мирах обитают живые существа». За эти мысли, противоречащие священному писанию, католическая церковь жестоко расправилась с Джордано Бруно. Судом святейшей инквизиции он был признан неисправимым грешником и сожжен заживо в Риме на площади Цветов 17 февраля 1600 года. До сих пор Джордано Бруно не реабилитирован церковью, считающей действия инквизиторов абсолютно оправданными.

Только в 15 веке Николай Коперник пролил истину и поставил Землю на третье место от центрального Солнца. [4с. 30] Возникал все больший интерес к поиску жизни за пределами Земли. Многочисленные открытия ученых вызывали большой интерес к проблеме связи с пришельцами у людей, не сомневавшихся в их существовании. В 19 веке Джованни Скиапарелли открыл каналы и моря на Марсе. Поступали предложения прорубить в сибирской тайге просеки в виде теоремы Пифагора с гигантскими квадратами на катетах и гипотенузе, засеять их пшеницей, и тогда на зеленом фоне тайги «марсиане» увидят этот рисунок и, в конце концов, дадут знать о себе.

В 20 столетии люди мечтали о встрече с братьями по разуму, писали всевозможные статьи про НЛО и пришельцев. Печатались плакаты, на которых изображался контакт человечества с цивилизациями планет Солнечной Системы. Одним из авторов таких плакатов стал Фрэнк Пол, чьи картины заключают в себе фантастические миры планет Солнечной Системы. Также этот художник подарил нам классический образ летающей тарелки. Мысль о существовании внеземного разума не давала покоя писателям-фантастам, которые всячески представляли встречу с инопланетянами. Клиффорд Саймак в своем фантастическом романе «Космические инженеры» изображает дружбу и взаимодействие человечества с пришельцами. А Герберт Уэлс в книге «Война миров» учит, что инопланетян стоит опасаться. Его роман показал враждебные намерения и тотальное превосходство внеземной цивилизации над человечеством.

В 1950 году Энрико Ферми с коллегами обсуждали иллюстрацию, которая показывает, что все урны в городе украли пришельцы. Тогда они решили основательно обсудить отсутствие каких-либо признаков внеземных цивилизаций и столкнулись с проблемой. Решения данной задачи смогли бы доказать существование внеземных цивилизаций. Контакт с

высокоразвитыми существами является важным этапом в освоении космоса. Это способ человечества выйти на новый уровень в развитии. [8]

Поиск внеземной жизни является ключевой задачей для человечества в освоении космоса. Это и возможность появления новых великих открытий, и добыча полезных ископаемых, сырья, и колонизация космического пространства, и вклад во многие сферы общества, такие как: здравоохранение, наука, культура и многие другие. Но важнейшей целью изучения жизни в космосе является вопрос о происхождении человеческого вида.

**Объект исследования** - землеподобная жизнь во вселенной.

**Предмет исследования** - потенциально обитаемые экзопланеты и их звёздные системы.

**Цель исследования** – определить математическим путем возможность существования жизни во вселенной.

Для реализации проекта поставлены следующие задачи:

1. Выделить факторы, влияющие на появление жизни.
2. Изучить технологии, применяемые для современного поиска внеземной жизни.
3. Выяснить каковы результаты поиска внеземной жизни, на сегодняшний день.
4. Определить методы измерения технологического развития цивилизации для оценки «разумности» жизни.
5. Определить возможность существования жизни земного типа на экзопланетах Kepler-452 b и Gliese 667 Cc.

**Гипотеза** исследовательской работы является предположение о том, что жизнь может существовать не только на Земле, но и на других небесных телах.

**Методы научного исследования.** В исследовании существенная роль принадлежит методам теоретического анализа; структурно-функциональному методу; системному методу; методам изучения и обобщения передового опыта.

## ГЛАВА I. Теоретические и практические методы поиска жизни во Вселенной

### 1.1. Факторы, влияющие на зарождение жизни

Существует два главных фактора, влияющих на появление жизни на планете. Это жизнепригодность планеты и зона обитаемости.

Жизнепригодность планеты – это пригодность небесного тела для возникновения и поддержания на нем жизни. Эта характеристика определяется физическими (радиус и скорость вращения планеты, влияющие на её силу тяжести; строение и структура планеты) и орбитальными (перигелии и афелии; эксцентриситет орбиты; большая полуось и др.) характеристиками космического тела, химическим составом. Кроме того жизнепригодность зависит и от геологической активности планеты. [2 с. 80]

Зона обитаемости - это некоторая область в космосе, определенная из расчета, что условия на поверхности находящейся в ней планеты будут близки к земным условиям. Эти условия будут обеспечивать существование воды – вещества, являющегося растворителем во многих биохимических процессах в жидком состоянии. Обуславливается это количеством солнечной радиации, получаемой планетой от звезды. Если космическое тело будет ближе зоны обитаемости, то его поверхность будет чрезмерно нагреваться звездой, и вода испарится. Но если планета будет дальше зоны обитаемости, то температура ее поверхности опустится ниже точки замерзания воды. Чтобы вычислить оптимальную зону обитания для любого космического тела, используют уравнение:  $d_{AU} = \sqrt{\frac{L_3}{L_{\odot}}}$ , где:  $d_{AU}$  - средний радиус обитаемой зоны в астрономических единицах,  $L_3$  – светимость звезды,  $L_{\odot}$  – светимость солнца.

Нахождение планеты в обитаемой зоне и её благоприятность для жизни не обязательно связаны: первая характеристика описывает условия в планетной системе в целом, а вторая - непосредственно на поверхности небесного тела.

Таким образом, для того чтобы появилась жизнь земного типа требуются определенные условия.

### I.2. Способы современного поиска жизни во вселенной

Исследуя вселенную, люди применяют большое количество разнообразной техники. В список этих научных приборов входят: телескопы, космические зонды, радиотелескопы, межпланетные станции и многое другое. Изучая космос, люди определяют наличие в нем жизни (или ее отсутствие). Наиболее значимыми в освоении космоса телескопами являются: Хаббл, очень большой телескоп.

**Хаббл** - автоматическая обсерватория на орбите Земли. «Хаббл» - совместный проект НАСА и Европейского космического агентства. Он

входит в число Больших обсерваторий НАСА. Размещение телескопа в космосе даёт возможность регистрировать электромагнитное излучение в диапазонах, в которых земная атмосфера непрозрачна; в первую очередь - в инфракрасном диапазоне. Благодаря отсутствию влияния атмосферы, разрешающая способность телескопа в 7-10 раз больше, чем у аналогичного телескопа, расположенного на Земле.

**Очень большой телескоп** - это комплекс из восьми отдельных и вспомогательных оптических телескопов, объединённых в одну систему. Система установлена на горе Серро-Параналь, высотой 2635 м, в Чили, в Паранальской обсерватории, являющейся частью Европейской Южной Обсерватории. Комплекс выполняет наблюдения экзопланет, туманностей и галактик.

Для изучения дальних уголков Солнечной Системы были созданы межпланетные станции – беспилотные космические аппараты, предназначенные для полёта в межпланетном космическом пространстве (не по геоцентрической орбите). Всего для исследования вселенной было запущено 244 аппарата. Наиболее известные программы, в рамках которых создаются аппараты: Вояджер, Новые Рубежи, Кассини-Гюйгенс.

**Вояджер** – это крупный американский проект по исследованию дальних планет Солнечной Системы. Вояджер 1 исследовал Юпитер и Сатурн, а также сделал качественные снимки этих газовых гигантов. Вояджер 2 достиг Урана и Нептуна. Аппараты «Вояджер» - это автономные роботы, оснащённые технологиями для исследования внешних планет, а также собственными энергетическими установками, ракетными двигателями, компьютерами, системами радиосвязи и управления. [5]

**Новые Рубежи** – это проект НАСА по исследованию наименее изученных объектов Солнечной Системы. Он включает в себя три рабочие миссии. Первой миссией является запуск автоматической межпланетной станции «**Новые Горизонты**» 19 января 2006 года для исследования Плутона, его геологического строения, атмосферы, системы спутников, а также для исследования объектов пояса Койпера. Вторая миссия – это запуск космического аппарата «**Юнона**» 5 августа 2011 года для исследования Юпитера, его магнитного, гравитационного полей и внутренней структуры планеты. Третья миссия – запуск **OSIRIS-REx** 8 сентября 2016 года с целью забора грунта с астероида Бенну и составление его картографической местности.

**Кассини-Гюйгенс** – это крупный проект, созданный совместно НАСА, Европейским космическим агентством и Итальянским космическим агентством для исследования Сатурна и его системы. Комплекс состоял из орбитальной станции «Кассини», для исследования газового гиганта, и спускаемого аппарата с автоматической станцией «Гюйгенс», предназначенной для посадки на Титан.

Исследуя космос на наличие внеземной жизни, люди также создают специальные мероприятия. Одной из таких программ является **проект SETI**

**(Search for Extraterrestrial Intelligence)**. Некоторые астрономы считают, что планет во Вселенной так много, что даже если малая их часть пригодна для жизни, то тысячи или даже миллионы планет должны быть обитаемыми.

Согласно проекту **SETI** существует два подхода к поиску внеземных цивилизаций:

- искать сигналы внеземных цивилизаций, рассчитывая, что собравшись по разуму также будут искать контакт. Основных проблем данного подхода три: что искать, как искать и где искать;
- посылать сигнал в космос в надежде, что кто-то будет искать этот сигнал. Основные проблемы данного подхода фактически аналогичны проблеме первого подхода, за исключением меньших технических проблем. [1 с. 581]

Первый способ является неактуальным, в случае если никто вовсе не посылает сигналы. А второй – если никто не может принимать сигналы или не существует того, кто бы принимал эти сигналы.

Основными недостатками программы могут быть: поиск только на определенных частотах радиодиапазона, неправильный выбор радиодиапазонов, неверный способ сжатия сообщения.

Парадокс Ферми гласит, что если бы было так много обитаемых планет, мы, вероятно, получили бы определенные доказательства этому сейчас. Но мы не получили. И Стивен Хокинг сказал, что поиск внеземного разума – это плохая идея, ведь если пришельцы придут на нашу планету, то они колонизируют нас, подобно тому, как Колумб колонизировал Новый Свет. Создатели проекта аргументируют отсутствие сигналов тем, что просто искали недостаточно, чтобы иметь возможность сказать о существовании жизни за пределами Земли. Существует главный аргумент против высказывания Стивена Хокинга, который состоит в том, что трудно стать долгоживущей технологической цивилизацией, не избавившись от агрессии и тем самым став разумной, в первую очередь. Поэтому, если они придут, то нам не о чем беспокоиться.

Кроме того, люди искали определенные закономерности, рассчитывали вероятности и конструировали формулы для нахождения жизни во вселенной. Одной из таких формул является уравнение Дрейка. Оно предназначено для определения количества внеземных цивилизаций в определенной галактике, которые готовы вступить в контакт с человечеством в настоящее время. Выглядит уравнение следующим образом:  $N = R \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$ , где:

- $N$  - количество цивилизаций, с которыми у нас есть шанс вступить в контакт;
- $R$  - скорость формирования звёзд в нашей галактике (количество звёзд, образующихся в год);
- $f_p$  - доля звёзд, обладающих планетами;
- $n_e$  - среднее количество планет (и спутников) с подходящими условиями на одну звезду, обладающую планетами;

- $f_1$  – вероятность зарождения жизни на планете с подходящими условиями;
- $f_i$  - вероятность возникновения разумных форм жизни на планете, на которой есть жизнь;
- $f_c$  - отношение количества планет, разумные жители которых способны к контакту и ищут его, к количеству планет, на которых есть разумная жизнь;
- $L$  - время жизни такой цивилизации (то есть время, в течение которого цивилизация существует, способна и хочет вступить в контакт).

По своей формуле Дрейк в 1961 году рассчитал, что существует 10 цивилизаций, готовых вступить с нами в контакт. [7] По современным оценкам, параметры, предложенные Дрейком, не являются актуальными. Рассчитав «наиболее достоверные» значения формулы, астрономы вычислили  $N=0,00637$ , что означает отсутствие инопланетян готовых к контакту с нами во вселенной (но не отсутствие жизни!).

Данное уравнение послужило основанием для создания проекта SETI, несмотря на то, что некоторые параметры нам просто неизвестны.

### **1.3. Шкала Кардашёва как метод определения технологического развития внеземной цивилизации**

Чтобы установить контакт с внеземной цивилизацией, она должна быть, как минимум, разумной, то есть уметь мыслить логически, строить рассуждения и выражать высший тип мыслительной деятельности. Для определения «уровня разумности» внеземных цивилизаций, существует шкала Кардашева. [10]

**Шкала Кардашёва** - это метод измерения технологического развития цивилизации, основанный на количестве энергии, которое цивилизация может использовать для своих нужд. Согласно первоначальной шкале существует три типа цивилизаций. Но Хельге Каутц доработал шкалу Кардашёва, представив семь типов цивилизаций. [1 с. 588]

1) Цивилизации 0 типа являются цивилизациями на первом этапе космической экспансии. Данный тип использует большую часть доступных энергетических ресурсов планеты. Возможно, многие цивилизации этого типа самоуничтожаются в процессе перехода на новый уровень развития.

2) Планетарная цивилизация I типа использует ресурсы своей планеты полностью. Планеты её звёздной системы колонизируются, становясь частью ресурсной базы. Многие цивилизации данного типа прекращают своё существование вследствие катастрофических изменений родной звезды.

3) Цивилизация II типа, в теории, существуют уже несколько миллионов лет. Они используют всю доступную энергию их звёздной системы и уже смогли осуществить межзвездные путешествия и

колонизацию планет в других звездных системах. Шансы продолжить развитие такой цивилизации резко возрастают.

4) Цивилизация III типа способна использовать энергию всей галактики. Этот уровень практически недостижим для одного вида. Чтобы достичь такого уровня развития, потребуется объединение многих рас.

5) Цивилизация IV типа может использовать весь объем доступной энергии галактических сверхскоплений.

6) Цивилизация V типа получает доступ ко всей энергии Вселенной.

7) Цивилизация VI типа может использовать энергию нескольких вселенных, изменять в них физические законы и даже предотвратить тепловую смерть родной вселенной, чтобы существовать вечно. Такой тип цивилизации возможен при наличии параллельных вселенных.

Используя шкалу Кардашёва, можно искать в космическом пространстве **сферы Дайсона**. Сфера Дайсона – это гипотетическое сооружение развитой внеземной цивилизации, использующееся для максимально возможного получения энергии центральной звезды, а также для решения проблемы жизненного пространства. Эта конструкция представляет собой относительно тонкую сферическую оболочку большого радиуса со звездой в центре. [3 с. 152]

## ГЛАВА II. Изучение планет пригодных для жизни земного типа

### 2.1. Каталог потенциально обитаемых планет и его параметры

Благодаря современным технологиям, люди обнаружили потенциально обитаемые планеты. В 2014 году ученые создали каталог жизнеспособных планет, в который входят 24 подтвержденные экзопланеты. Для создания этого списка астрономы руководствовались определенными параметрами. Среди них: индекс подобия Земле, основной уровень жизнеспособности, удаленность от обитаемой зоны, состав обитаемой зоны, атмосфера планеты, планетный класс, класс жизнеспособности планеты, температура планеты. [6]

**Индекс подобия Земле** - это параметр, показывающий степень соответствия экзопланеты к Земле. Индекс может принимать значения в диапазоне от 0 до 1, где «1» означает идентичность Земле. Значения между «0,8» и «1,0» соответствуют каменным планетам, способным иметь подобную Земле атмосферу с умеренной температурой и поддерживать земные формы жизни. Индекс является функцией от радиуса планеты, её плотности, второй космической скорости и температуры поверхности.

**Основной уровень жизнеспособности** - это параметр, определяющий водно-тепловую пригодность климата планеты для существования растительности. Параметр принимает значение в диапазоне от 0 до 1, где «1» - наиболее пригодные для жизни условия. Параметр является функцией от температуры поверхности и относительной влажности. Значение «1» присваивается планетам со средней приповерхностной температурой 25 С, являющейся наиболее оптимальной для большинства видов растений; «0» - планетам с температурой выше 50 С и ниже 0 С. Для экзопланет используется только температурная характеристика и предполагается присутствие воды.

**Удалённость от обитаемой зоны** - это параметр, определяющий удалённость планеты от центра обитаемой зоны звезды. Планеты в обитаемой зоне имеют значения от -1 до +1, где «0» обозначает центр обитаемой зоны, а -1 и +1 - её внутренний и внешний края соответственно. Удалённость от обитаемой зоны является функцией от светимости звезды, её температуры, а также расстояния до планеты.

**Состав обитаемой зоны** - это параметр, определяющий состав почвы планеты. Значения близкие к 0 обозначают тела, состоящие из смеси железа, камня и воды. Значения ниже -1 обозначают тела, состоящие преимущественно из железа, а значения выше +1 обозначают тела, состоящие преимущественно из газа. Состав обитаемой зоны является функцией от массы и радиуса.

**Атмосфера планеты** - это параметр, характеризующий способность экзопланеты поддерживать постоянную атмосферу. Значения ниже -1 обозначают тела со слабой атмосферой или без неё. Значения выше +1 обозначают тела, с плотной водородной атмосферой (например, газовые

гиганты). Значения между  $-1$  и  $+1$  вероятно имеют атмосферу, подходящую для жизни, но  $0$  не обязательно обозначает идеальные условия. Атмосфера обитаемой зоны является функцией от массы, радиуса, орбиты вращения планеты и светимости звезды.

**Планетный класс** - это параметр, характеризующий планетные тела в виде комбинации из трёх температурных классов и семи категорий масс. Температурный класс зависит от положения планеты относительно обитаемой зоны и может быть трёх видов: горячий, тёплый (соответствует обитаемой зоне) и холодный. Категория масс подразделяется на следующие группы: астероид, меркурий, миниземля, земля, суперземля, нептун, юпитер.

**Класс жизнеспособности** - это параметр, являющийся классификацией только землеподобных планет в обитаемой зоне и состоящий из пяти температурных категорий: гипопсихропланеты (класс hP, температура ниже  $-50$  C), психропланеты (класс P, температура  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$ ), мезопланеты (класс M, температура от  $0$  C до  $50$  C), термопланеты (класс T, температура от  $50$  C до  $100$  C), гипертермопланеты (класс hT, температура выше  $100$  C). Универсальный класс NH применяется для обозначения непригодных для жизни планет.

**Температура** - это средняя приповерхностная температура атмосферы экзопланеты в кельвинах (K). Расчёт основан на предположении, что планета имеет атмосферу, подобную земной с парниковым эффектом за счет наличия  $1\%$   $\text{CO}_2$  и при альбедо  $0,3$ .

## 2.2. Возможность жизни земного типа на экзопланетах Kepler-452 b и Глизе 667 Cc

Согласно каталогу потенциально обитаемых экзопланет, привлекательными, с точки зрения обитаемости, являются планеты Kepler-452 b и Глизе 667 Cc.

**Kepler-452 b.** Kepler-452 b - это экзопланета, находящаяся в обитаемой зоне. Она вращается вокруг большой, яркой и старой звезды на том же расстоянии, что и Земля от Солнца. Год на этой планете равен 385 дням. Звезда, находящаяся на расстоянии 1402 световых года (430 пк), вокруг которой вращается Kepler-452 b, на 1,5 миллиарда лет старше нашего Солнца, а на самой планете намного теплее, чем на Земле. Экзопланета получает на  $10\%$  больше энергии от своей звезды, чем Земля. В связи с этим сила притяжения на экзопланете больше, чем на Земле. Из-за частых «супервспышек», происходящих на материнской звезде, которые в 10 раз мощнее солнечных, ставится под сомнение наличие жизни на потенциально жизнеспособной и находящейся в зоне обитаемости планеты. Ученые до сих пор ищут ответ на вопрос о характере поверхности планеты, возможно, она каменная.

**Gliese 667 Cc.** Индекс ESI экзопланеты Gliese 667 Cc составляет  $0,85$ . Она обращается вокруг красного карлика Gliese 667 в тройной системе звезд,

находящейся в 24 световых годах (7,1 пк) от Земли. Приблизительная масса экзопланеты в 3,8 раза больше массы Земли, однако, ученые не представляют, каких размеров Gliese 667 Cc. Выяснить это не удастся потому, что экзопланета не проходит перед звездой, что позволило бы высчитать ее радиус. Температурный режим, скорее всего, близок к температурному режиму Земли. Почти наверняка экзопланета находится в приливном захвате своей звезды. И, если наклонение орбиты экзопланеты не слишком велико, то парниковый эффект, создаваемый плотной атмосферой, может создать условия для существования примитивных форм жизни. Орбитальный период Gliese 667 Cc составляет 28 дней. Она расположена в обитаемой зоне своей холодной звезды. [9]

Для оценки возможности существования жизни на этих экзопланетах можно руководствоваться вышеизложенными параметрами (Уравнение Дрейка; параметры каталога потенциально обитаемых планет). Но существует и другой способ. Для оценки возможности наличия жизни на экзопланетах потребуется 6 параметров: радиус орбиты экзопланеты ( $a$ , м); температура экзопланеты ( $T$ , К); светимость звезды ( $L$ , Вт); абсолютная звездная величина ( $M$ ); радиус зоны обитаемости звезды ( $d_{AU}$ , м). Чтобы определить возможность существования землеподобной жизни на экзопланетах потребуется сравнить эти параметры с земными.

Для того чтобы определить, находится ли экзопланета в зоне обитаемости, необходимо знать, сколько энергии она получает от своей звезды. Будем считать, что экзопланета поглощает энергию как черное тело, ее радиус ( $R$ ), экзопланета находится на расстоянии  $a$  от звезды, светимость которой ( $L$ ). На экзопланете установится температура ( $T$ ) в том случае, если за единицу времени планета поглощает столько же энергии, сколько излучает сама. От своей звезды планета получает энергию:  $\frac{L}{4\pi a^2} \times \pi R^2$ . Вместе с тем, согласно закону Стефана-Больцмана энергетическая емкость абсолютно черного тела:  $4\pi R^2 \sigma T^4$ , где  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4}$  – постоянная Стефана-

Больцмана. Приравняем эти выражения и выразим температуру:  $T = \sqrt[4]{\frac{L}{16\pi\sigma a^2}}$   
К.

Таким образом, для оценки температуры экзопланеты необходимо знать светимость звезды ( $L$ ), вокруг которой обращается экзопланета, и среднее расстояние от экзопланеты до звезды ( $a$ ), выраженное в метрах.

Светимость звезды, выраженную в светимостях Солнца можно вычислить, если известна абсолютная звездная величина  $M$  звезды:  $\frac{L}{L_{\odot}} = 2,512^{M_{\odot}-M}$ , где светимость Солнца  $L_{\odot} = 3,8 \times 10^{26}$ , абсолютная звездная величина Солнца  $M_{\odot} = 4,8$ . Абсолютную звездную величину звезды найдем по формуле:  $M = m + 5 - 5\log_{10}\left(\frac{d}{d_0}\right)$ , где  $d$  – расстояние от Земли до объекта, выраженное в парсеках;  $d_0 = 10$  парсек;  $m$  – ее видимая звездная величина.

При оценке температуры экзопланеты стоит рассматривать ее как абсолютно черное тело. Если экзопланета подобна Земле, то поправочный коэффициент, определяемый альбедо Земли, будет порядка единицы. При вычислении температуры из этого коэффициента будет вычисляться корень 4-й степени, поэтому результат при таком допущении практически не изменится. Кроме того, предполагалось, что экзопланета не имеет собственных источников энергии. Если это предположение ошибочно, то полученное описанным выше методом значение температуры экзопланеты является минимально возможным. Для определения реальных температур нужна дополнительная информация.

$$\text{По формуле вычисляем } T_{\text{Земли}} = \sqrt[4]{\frac{3,827 \times 10^{26} \text{ Вт}}{16\pi \times 5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4} \times (1,5 \times 10^{11})^2}} =$$

278 К. Радиус орбиты Земли, светимость Солнца, абсолютная звездная величина Солнца были взяты из сети Интернет, а нахождение Земли в зоне обитаемости было принято, как должное. Чтобы вычислить  $T_{\text{Kepler-452 b}}$  понадобится  $L$  и  $M_{\text{Kepler-452}}$  (материнской звезды). По формуле  $M = m + 5 - 5 \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right)$  находим  $M_{\text{Kepler 452}} = 13,426 + 5 - \log_{10} \left( \frac{430 \text{ пк}}{10 \text{ пк}} \right) =$

10,26. По формуле  $\frac{L}{L_{\odot}} = 2,512^{M_{\odot} - M}$  вычисляем  $L_{\text{Kepler-452}}$ .  $L_{\text{Kepler 452}} = L_{\odot} \times 2,512^{M_{\odot} - M}$ ;  $L = 3,827 \times 10^{26} \times 2,512^{4,8 - 10,26}$  Вт. Ищем  $T_{\text{Kepler 452 b}} =$

$$\sqrt[4]{\frac{2,53 \times 10^{26} \text{ Вт}}{16\pi \times 5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4} \times (1,665 \times 10^{11})^2}} = 238 \text{ К.}$$

Gliese 667 Cc вращается вокруг звезды Gliese 667, состоящей в тройной звездной системе. Поэтому рассчитываем светимость и абсолютную звездную величину только для Gliese 667. Тогда  $L = L_{\odot} \times 2,512^{M_{\odot} - M}$  Вт. По формуле  $M = m + 5 - 5 \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right)$  находим абсолютную звездную величину

звезды.  $M_{\text{Gliese 667}} = 6,29 + 5 - 5 \log_{10} \left( \frac{7,1 \text{ пк}}{10 \text{ пк}} \right) = 12$ . Теперь можно найти светимость звезды.  $L_{\text{Gliese 667}} = 3,827 \times 10^{26} \times 2,512^{4,5 - 12} =$

$3,826 \times 10^{23}$  Вт. По формуле  $T = \sqrt[4]{\frac{L}{16\pi\sigma a^2}}$  находим температуру

$$T_{\text{Gliese 667 Cc}} = \sqrt[4]{\frac{3,826 \times 10^{23} \text{ Вт}}{16\pi \times 5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4} \times (1,7 \times 10^{10})^2}} = 147 \text{ К.}$$

По формуле  $d_{\text{AU}} = \sqrt{\frac{L_3}{L_{\odot}}}$  вычисляем радиус зоны обитаемости для звезд.

$$d_{\text{AU Kepler 452 b}} = \sqrt{\frac{2,53 \times 10^{26}}{3,827 \times 10^{26}}} = 0,81 \text{ au} = 1,215 \times 10^{11} \text{ м;}$$

$d_{\text{AU Gliese 667 Cc}} = \sqrt{\frac{3,826 \times 10^{23}}{3,827 \times 10^{26}}} = 1 \text{ au} = 1,5 \times 10^{11} \text{ м}$ . Если радиус экзопланеты приблизительно равен  $d_{\text{AU}}$ , то она находится в зоне

обитаемости. Радиусы экзопланет, видимые звездные величины были найдены в сети Интернет.

Составим таблицу, в которую занесем вычисления.

**Таблица 1**

<b>Планета</b>	<b>Температура планеты Т, К</b>	<b>Радиус орбиты планеты а, м</b>	<b>Светимость звезды L, Вт</b>	<b>Абсолютная звездная величина М</b>	<b>Находится в зоне обитаемости</b>
Земля	278	$1,496 \times 10^{11}$	$3,827 \times 10^{26}$	4,7	Да
Kepler-452 b	238	$1,665 \times 10^{11}$	$2,53 \times 10^{26}$	10,26	Да
Gliese 667 Cc	147	$1,7 \times 10^{10}$	$3,826 \times 10^{23}$	12	Да

Из вышесказанного следует, что наиболее подходящим вариантом, является Kepler-452 b. Вероятно, на ней действительно существует жизнь.

## Заключение

Человека издавна волновал космос и особенно наличие жизни в нем. В древности люди восхищались ночным небом, звездами. Многие ученые античности, средневековья, нового времени и современности пытались упорядочить и систематизировать эти знания, отыскать закономерности для нахождения жизни в нашей вселенной. К 20 веку люди всерьез задумались над этой проблемой. Мысль о существовании внеземного разума не давала покоя ученым-астрономам, а также писателям-фантастам. Главной целью поиска внеземной жизни во вселенной, на сегодняшний момент, является решение вопроса о происхождении человеческого вида.

Существует два фактора, влияющих на возникновение жизни: жизнепригодность и зона обитаемости. Первый фактор характеризует совокупность физических, орбитальных характеристик и химического состава космического тела, а второй – положение этого тела относительно материнской звезды.

В ходе поиска внеземной жизни, ученые используют большое количество разнообразной техники. Это могут быть: телескопы, межпланетные станции. Наиболее известными телескопами являются: Хаббл и очень большой телескоп, а программы, создающие межпланетные станции – Вояджер, Кассини-Гюйгенс, Новые рубежи. Также ученые разрабатывают специальные проекты для обнаружения жизни во вселенной. Ярким примером такого проекта является **SETI**. [1 с. 581] Помимо проектов и программ, люди формулируют закономерности и создают формулы, или уравнения. Так Ф. Д. Дрейк составил уравнение, названное в его честь: 
$$N = R \times f_p \times n_e \times f_i \times f_c \times L. (7)$$

Исследуя космос на наличие жизни, ученые добились определенных успехов. Согласно каталогу потенциально обитаемых планет, существует как минимум 24 экзопланеты на которых, возможно, существует жизнь. В ходе создания этого списка ученые руководствовались 8-ю параметрами. Но они рассматривают вопрос о существовании лишь землеподобной жизни.

В последнее время люди часто стали думать о контакте человечества с внеземной цивилизацией. Бурное изучение космоса и многочисленные открытия сильно повлияли на это. Поэтому ученые стали планировать контакт с пришельцами. Но существует определенное условие, без которого контакт невозможен – интеллект. Инопланетная цивилизация должна обладать определенным уровнем развития. Так был создан метод измерения технологического развития цивилизации – шкала Кардашёва. Первоначально она включала в себя 3 типа цивилизации, но впоследствии ее доработали до 7-ми типов.

В ходе исследования были проведены вычисления с целью доказать возможность существования жизни на экзопланетах Kepler-452 b и Gliese 667 Cc. Наиболее подходящим кандидатом для землеподобной жизни стал Kepler-452 b. Таким образом, можно сказать, что людей издавна волновал

космос и особенно наличие жизни в нем. Многие ученые античности, средневековья, нового времени и современности пытались упорядочить и систематизировать эти знания для нахождения жизни в нашей вселенной.

## Список литературы

1. **Гиндилис Л.М.** SETI: Поиск Внеземного Разума / Л. М. Гиндилис. – Москва: Изд-во физико-математической литературы, 2004. – 648 с.
2. **Горелов А.А.** Концепции современного естествознания / А. А. Горелов. – Москва: 2002. – 511 с.
3. **Фред Адамс.** Пять возрастов Вселенной / Фред Адамс. – Ижевск: Институт компьютерных исследований; R&C Dynamics, 2006. – 280 с.
4. **Чаругин В. М.** УМК Астрономия (Сферы 1-11) / В. М. Чаругин. – Москва: 2018. – с. 142.
5. <https://voyager.jpl.nasa.gov/golden-record/>
6. <http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>
7. <http://www.pbs.org/lifebeyondearth/listening/drake.html>
8. <https://hi-news.ru/space/paradoks-fermi-odinoki-li-my-vo-vselennoj.html>
9. <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>
10. <http://iee.org.ua/ua/prognoz/5840/>