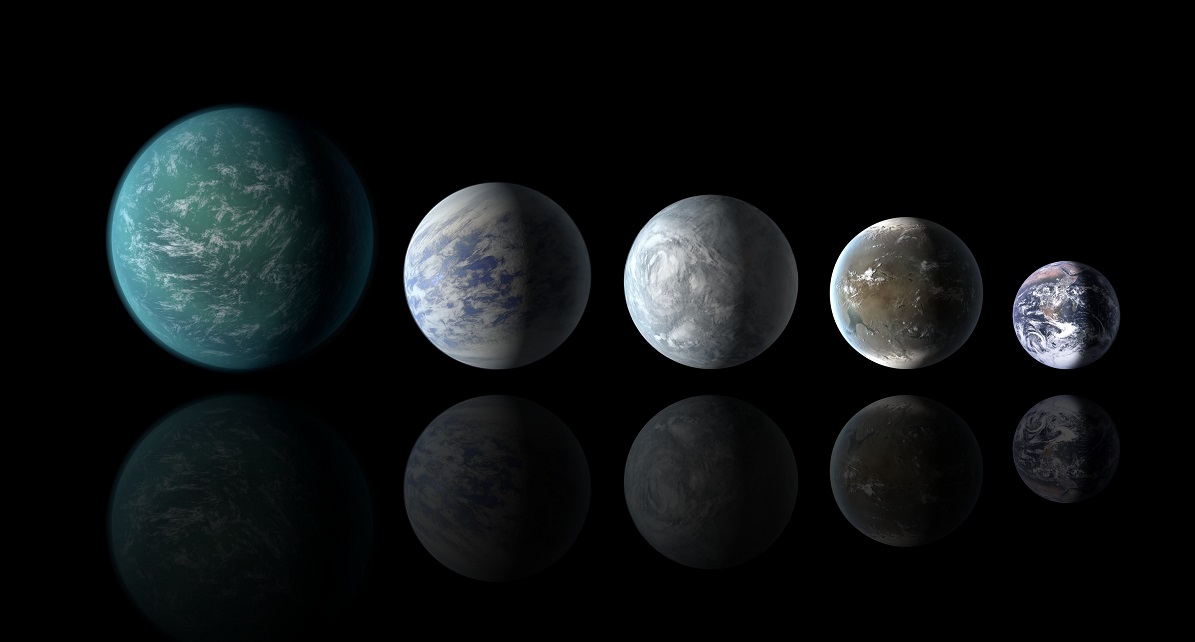
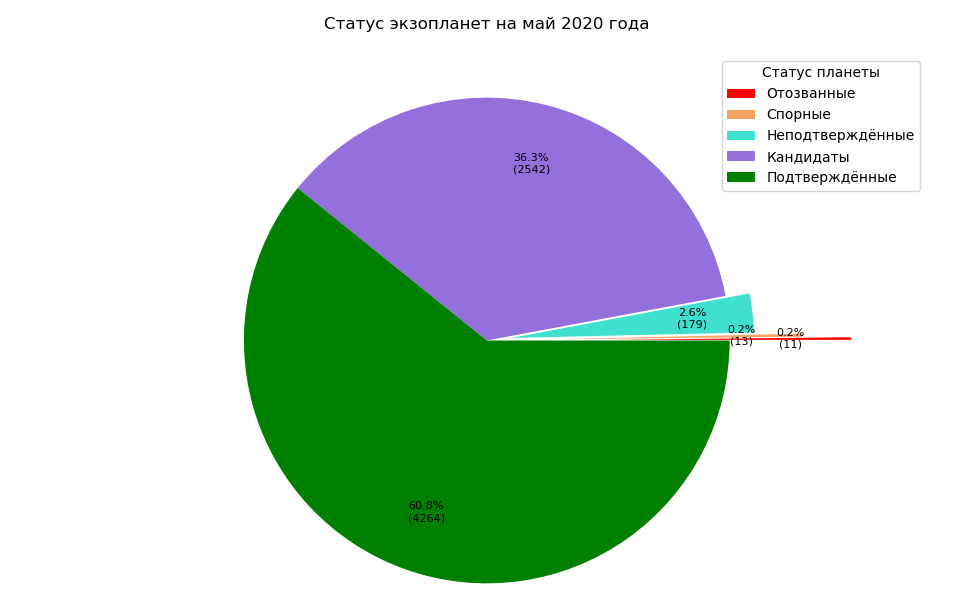
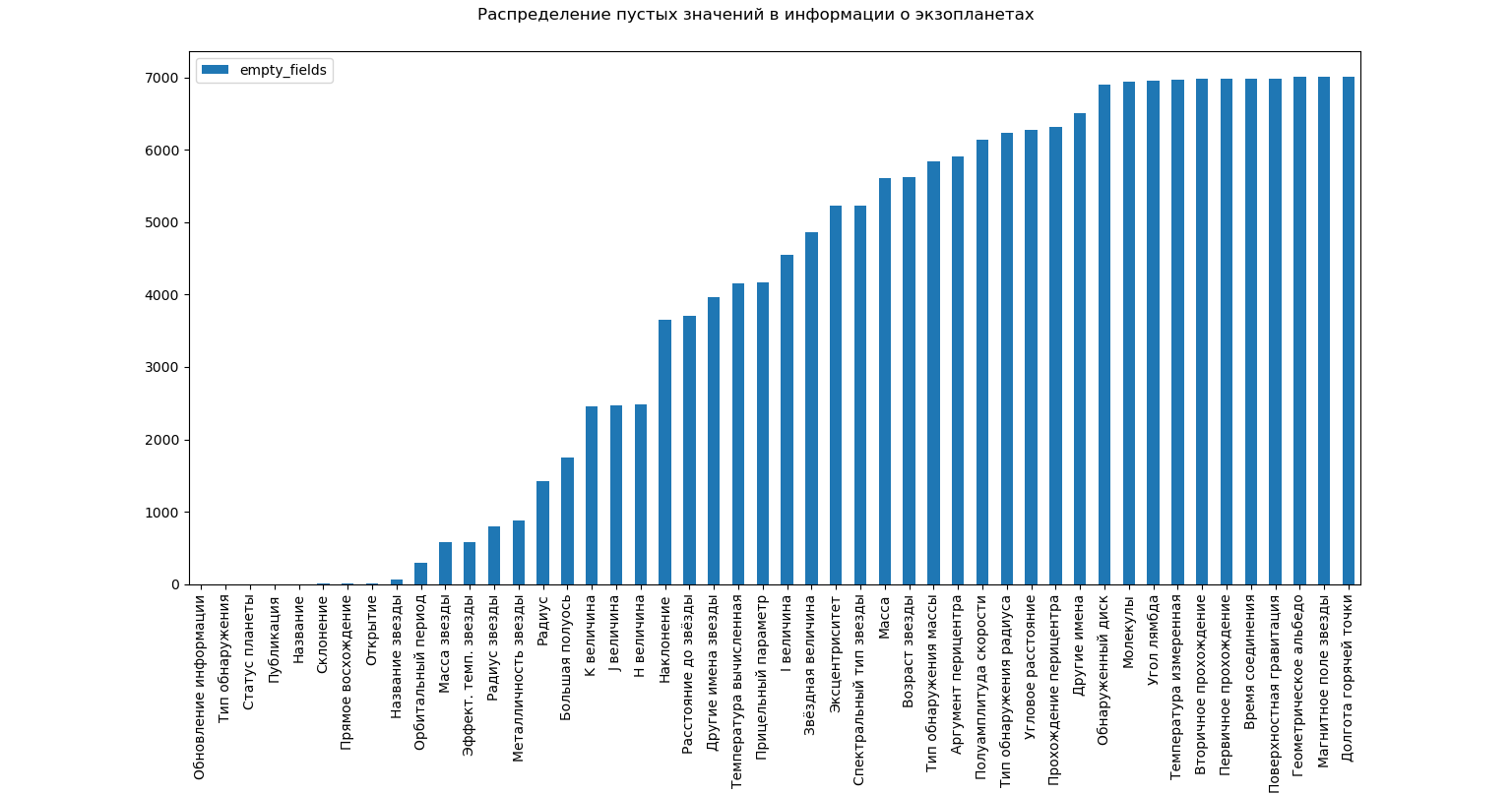
На 5 мая таблица всех экзопланет содержала 7013 записей. Каждой из этих планет, находящихся вне нашей Солнечной системе были даны определённые разные имена. Которые впрочем часто дублируют название звезды с добавлением какой то буквы.



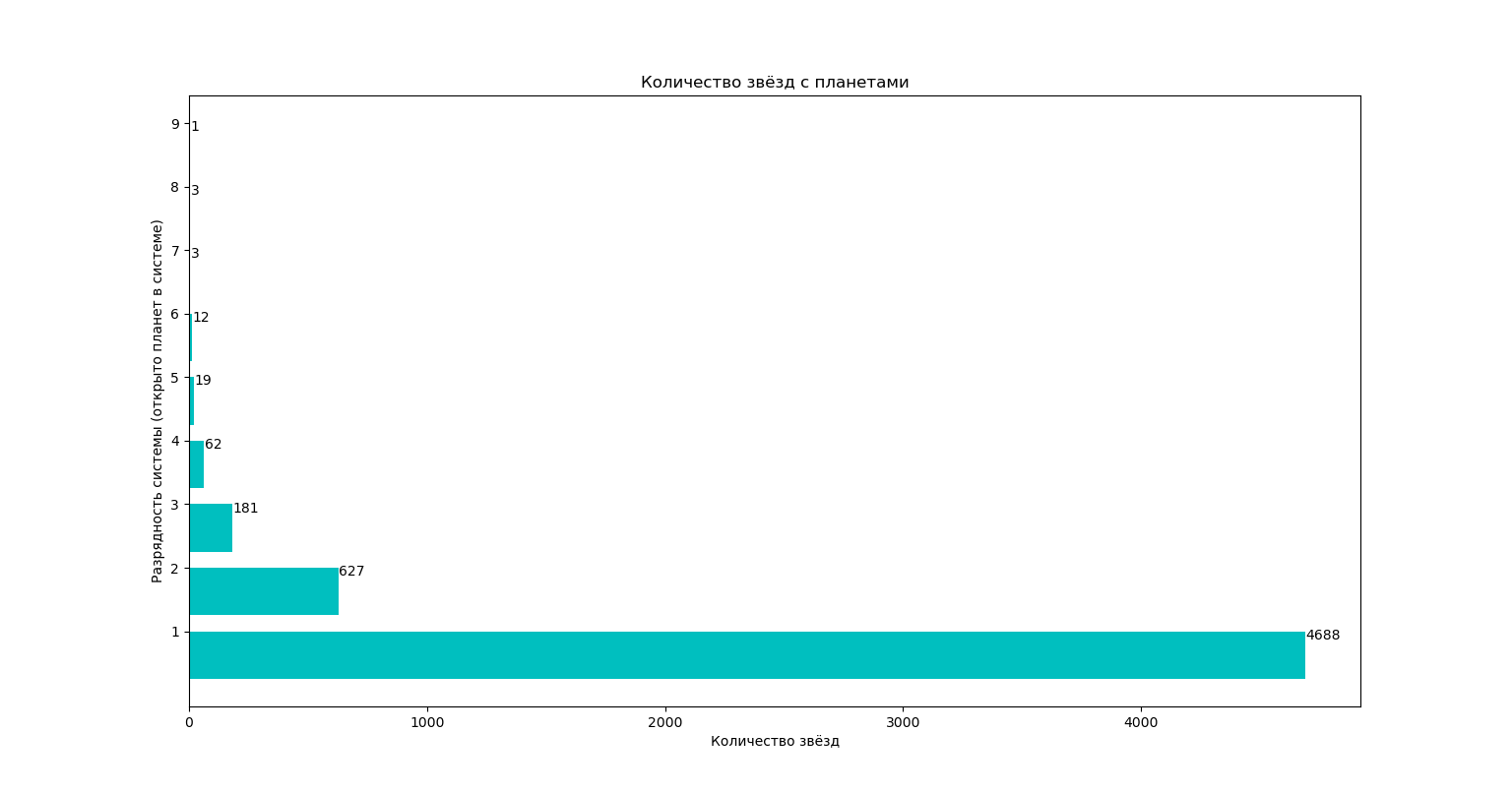
Все планеты делятся по статусу:



За время проведения исследования часть планет перешло из кандидатов в подтверждённые.



В базе данных экзопланет множество незаполненных значений. Это связано с тем, что не всю информацию удалось получить или рассчитать из за определённых помех при наблюдении планеты. Практически все параметры планет имеют пробелы, почти для всех планет известно название звезды вокруг которой она обращается, для примерно половины известна масса, но более сложные показатели такие как угол лямбда известны у меньшинства планет.



Большинство открытых экзопланет единственные в системе со звездой. Это связано с тем, что открыты наибольшие планеты в системе, а также невозможностью на данном этапе открытия дополнительных планет в их системах. То есть говорить о том, что большинство звёзд имеют одну планету спутник пока рано. Касательно многопланетных систем сохраняется закономерность: чем больше планет имеет звезда, тем меньше таких звёзд. 9-планетная система лишь одна - [HD 10180](https://ru.wikipedia.org/wiki/HD_10180) (но точно подтверждено в ней только 7).



Перейдём к информации о только подтверждённых экзопланетах. Наиболее интересны наибольшие и наименьшие показатели по различным категориям.

**Масса**

**Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца масса: 1238**

Самая большая масса у экзопланет (в массах Юпитера):

|  |  |
| --- | --- |
| HD 87883 b | 81.90 |
| HD 1160 b | 79.00 |
| 6 Lyn b | 68.80 |
| 2M1059-21 b | 66.95 |
| 2M0805+48 b | 66.28 |

Самая маленькая масса у экзопланет (в массах Земли):

|  |  |
| --- | --- |
| WD 1145+017 b | 0.00067 |
| Kepler-1520 b | 0.02 |
| PSR 1257 12 b | 0.022 |
| Kepler-138 b | 0.067 |
| TRAPPIST-1 h | 0.331 |

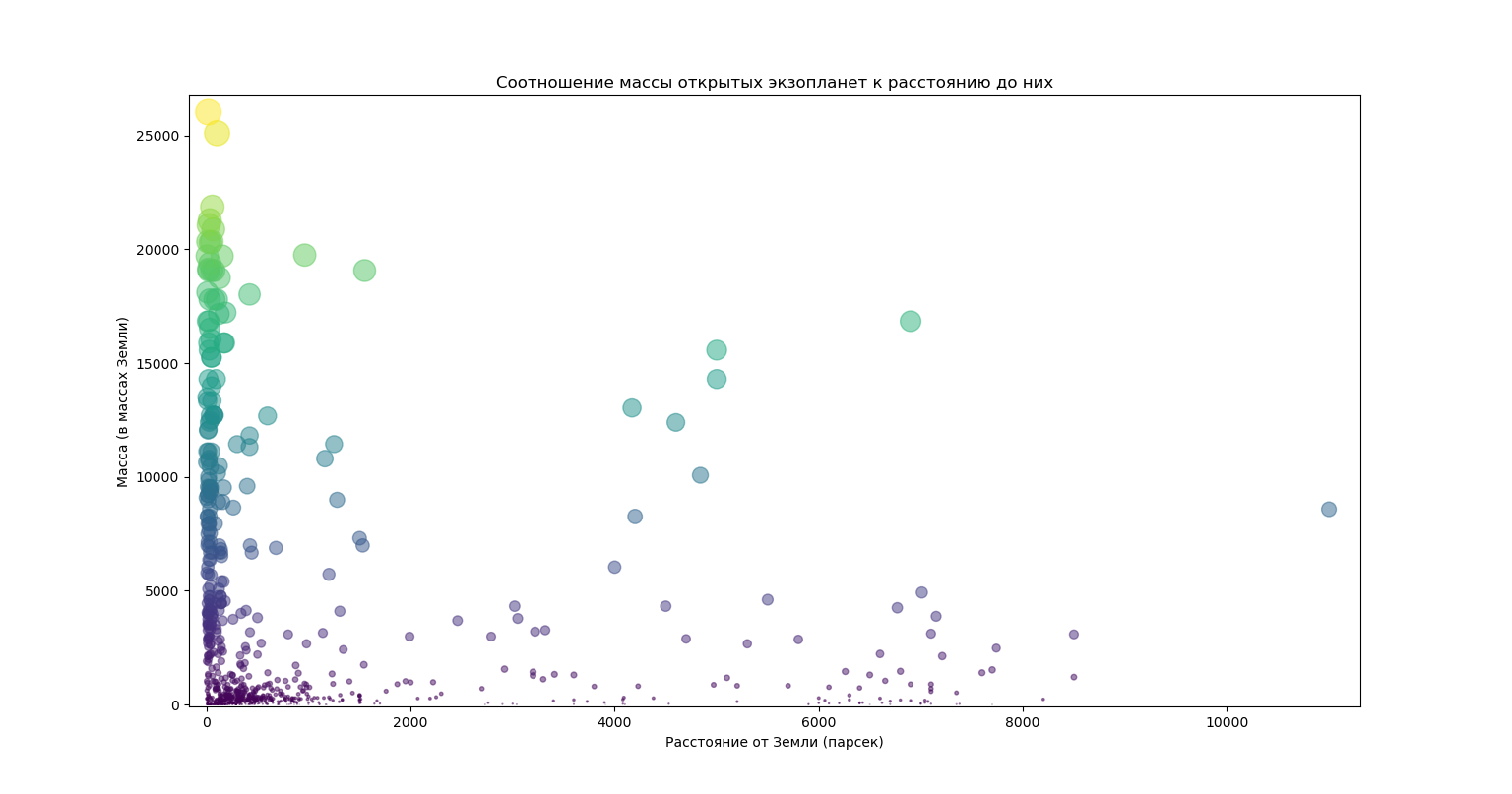
Почти такую же массу как и Земля имеют:

|  |  |
| --- | --- |
| Kepler-138 c | 1.001 |
| Kepler-42 d | 1 |
| EPIC 248545986 c | 0.9 |
| KOI-2700 b | 0.86 |
| TRAPPIST-1 b | 0.86 |

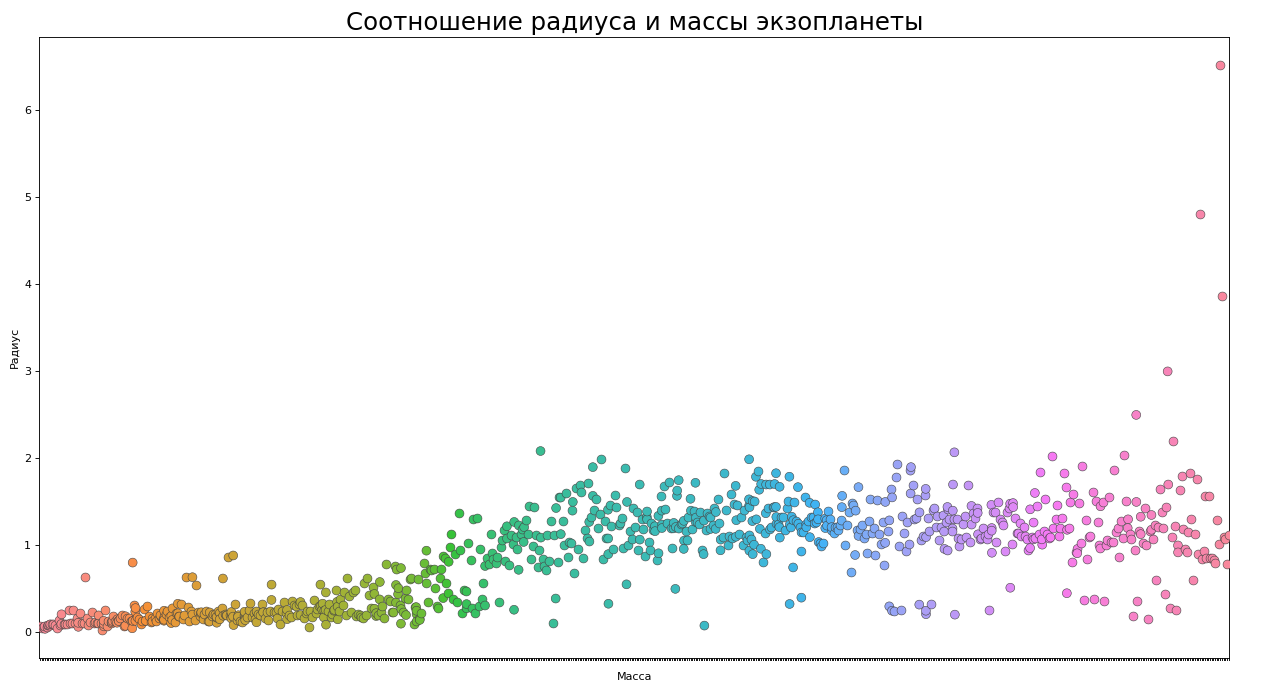
Экзопланет масса которых больше чем имеет Земля: 1222

Экзопланет масса которых меньше чем имеет Земля: 16

Экзопланет масса которых больше чем имеет Земля в 76.38 раз больше



Большинство экзопланет, которые мы открыли конечно находятся рядом. Поэтому почти все планеты расположились в левой части графика, до 2000 парсек. В общем то все видные кружки это крупные по массе планеты, учитывая что наша Земля это 1. Можно заметить очевидную зависимость – чем дальше, тем меньше экзопланет открыто. А также неочевидную зависимость – большинство открытых экзопланет крупнее по массе Земли в сотни-тысячу раз.



Можно отметить, что большинство планет имеют радиус в промежутке от 0 до 2 радиусов Юпитера. В то время как по массе планеты значительно более разнообразны.

**Радиус**

**Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца радиус: 3137**

Самый большой радиус у экзопланет (в Юпитерах):

|  |  |
| --- | --- |
| V\* V2384 Ori a | 6.52 |
| V\* V2384 Ori b | 4.81 |
| USco1610-1913 b | 3.87 |
| HD108236 e | 3.12 |
| TYC 8998-760-1 b | 3.00 |

Самый маленький радиус у экзопланет (в Землях):

|  |  |
| --- | --- |
| 1I/'Oumuamua | 0.00002 |
| 2I/Borisov | 0.0007 |
| SDSS J1228+1040 b | 0.01 |
| Kepler-391 b | 0.285 |
| Kepler-37 b | 0.32 |

1I/'Oumuamua это астероид пролетавший через Солнечную систему в 2017 году. 2I/Borisov также межзвёздная комета, проходившая Солнечную систему в 2019 году.

Почти такой же радиус как и Земля имеют:

|  |  |
| --- | --- |
| Kepler-1288 b | 1 |
| Kepler-285 c | 1 |
| Kepler-1082 b | 1 |
| Kepler-334 b | 1 |
| Kepler-1164 b | 1 |

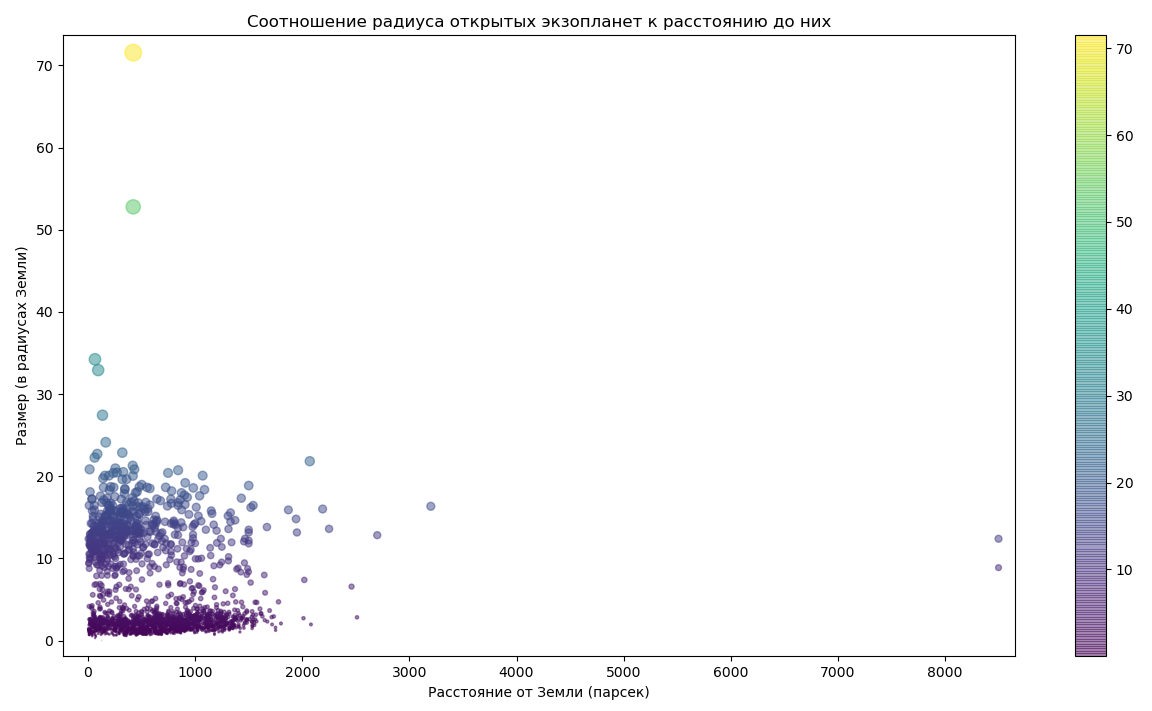
Эти планеты, открытые «Кеплером», из разных планетных систем.

Экзопланет радиус которых больше чем имеет Земля: 2891

Экзопланет радиус которых меньше чем имеет Земля: 237

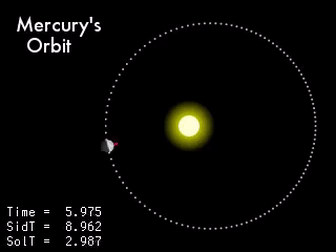
Экзопланет радиус которых больше чем имеет Земля в 12.20 раз больше

Большинство планет имеет больший чем Земля радиус. Вероятнее всего это связано также с открытием только самых больших планет на данном этапе.



Из следующей диаграммы становится понятно, что основная часть открытых планет вне зависимости от размера находится в пределах 2000 парсек. Но есть и два исключения SWEEPS 04 b и 11 – это планеты расположенные недалеко от центра нашей галактики, одни из самых далёких из известных на данный момент. По радиусу сравнимы с Юпитером.

**Орбитальный период в днях**



Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца орбитальный период: 4020

Орбитальный период это время, за которое тело совершает полный оборот вокруг звезды. Орбитальный период Земли соответственно равен 365,256 дней.

Самый большой орбитальный период у экзопланет:

|  |  |
| --- | --- |
| 11 Oph b | 2000 лет |
| Fomalhaut b | 876,7 лет |
| kappa And b | 589 лет |
| HR 8799 b | 450 лет |
| WISE 1711+3500 b | 342,4 лет |

Да, планета 11 Oph b делает полный оборот вокруг звезды 11 Oph за 2000 лет.

Самый маленький орбитальный период у экзопланет:

|  |  |
| --- | --- |
| XTE J1807-294 b | 40 минут |
| XTE J1751-305 b | 42 минуты |
| GP Com b | 46 минут |
| J1433 b | 1 час 17 минут |
| PSR 0636 b | 1 час 36 минут |

XTE J1807-294 b имеет орбитальный период 40 минут.

Почти такой же орбитальный период как и Земля имеют:

|  |  |
| --- | --- |
| Kepler-1536 b | 364.758031 |
| HD 47366 b | 363.300000 |
| HD 38283 b | 363.200000 |
| HD 96063 b | 361.100000 |
| HD 4732 A b | 360.200000 |

Экзопланет орбитальный период которых больше чем имеет Земля: 520

Экзопланет орбитальный период которых меньше чем имеет Земля: 3500

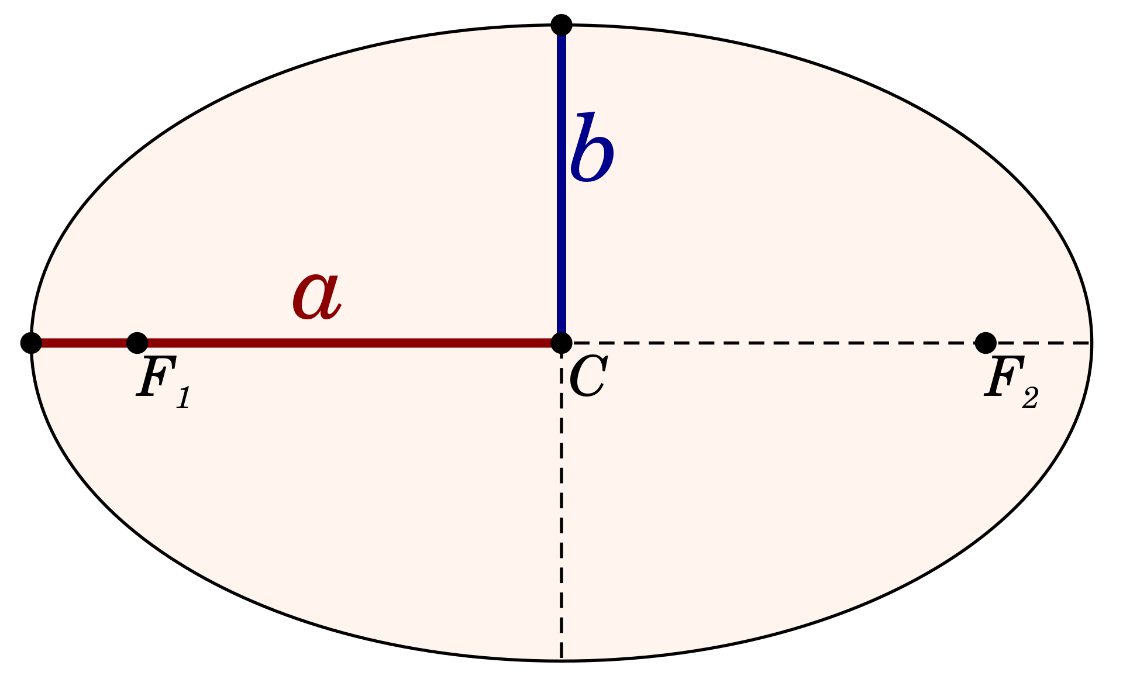
Экзопланет орбитальный период которых меньше чем имеет Земля в 6.73 раз больше

Большинство планет вращается вокруг своих звёзд быстрее Земли. Это может быть связано с тем, что планету проще обнаружить, если они находится ближе к звезде, и соответственно быстрее вокруг неё вращается.

**Большая полуось**

Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца большая полуось: 2729

Большая полуось выраженная в астрономических единицах это расстояние а (максимальное расстояние от звезды до планеты) на картинке (наибольший радиус эллипса орбиты). Земное расстояние до Солнца принято за эталонное и равняется 1 астрономической единице (хотя земная орбита ближе к кругу чем изображение ниже).



Самая большая полуось у экзопланет:

|  |  |
| --- | --- |
| HD 118865 B | 9200 |
| 2M J2126-81 b | 6900 |
| beta Cir b | 6656 |
| USco 1556A b | 3500 |
| HIP 77900 b | 3200 |

Этих планет расстояние до родительской звезды которых превосходит расстояние Земля-Солнце в тысячи раз, открыто не так много. Точно неизвестно, почему они находятся на таком чрезвычайно далёком расстоянии от своей звезды.

Самая маленькая большая полуось у экзопланет:

|  |  |
| --- | --- |
| NLTT 5306 b | 0.00263 |
| WD 0137-349 b | 0.00300 |
| SDSS J1228+1040 b | 0.00340 |
| PSR 1719-14 b | 0.00440 |
| PSR J1544+4937 b | 0.00537 |

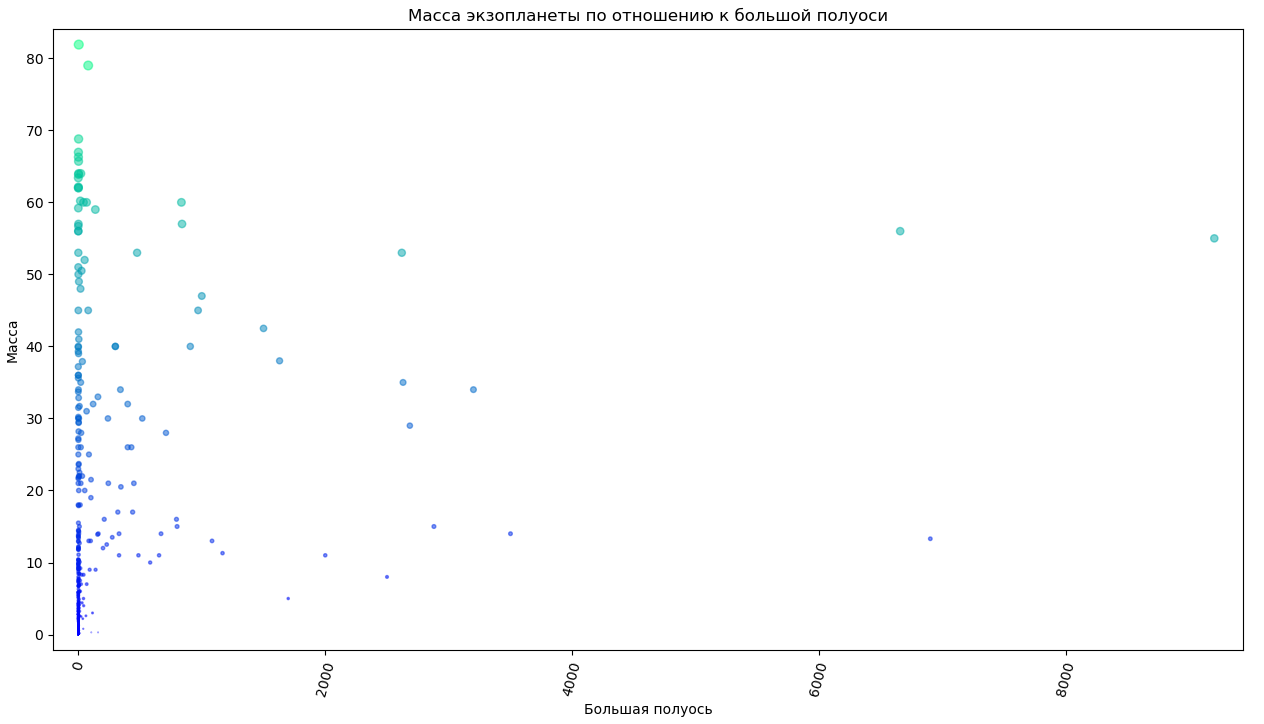
Почти такая же большая полуось как и Земля:

|  |  |
| --- | --- |
| HIP 57274 d | 1.010 |
| BD+48 738 b | 1.000 |
| WISE J0458+6434 A | 1.000 |
| 30 Ari B b | 0.995 |
| HD 148164 c | 0.993 |

Экзопланет большая полуось которых больше чем имеет Земля: 652

Экзопланет большая полуось которых меньше чем имеет Земля: 2077

Экзопланет большая полуось которых меньше чем имеет Земля в 3.19 раз больше



Как сказано выше, планеты близкие к своим звёздам и большие обнаружить проще. Что и доказывает информация выше: большинство открытых планет больше Земли, но находятся ближе к своей звезде.

**Эксцентриситет**

Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца эксцентриситет: 1642

Самый большой эксцентриситет у экзопланет:

|  |  |
| --- | --- |
| 2I/Borisov | 3.15500 |
| 1I/'Oumuamua | 1.19600 |
| HD 20782 b | 0.97000 |
| HD 80606 b | 0.93366 |
| HD 7449 A b | 0.92000 |

Самый маленький эксцентриситет у экзопланет:

|  |  |
| --- | --- |
| WASP-106 b | 0 |
| WASP-151 b | 0 |
| GJ 9827 d | 0 |
| GJ 9827 b | 0 |
| WASP-96 b | 0 |

Почти такой же эксцентриситет как и Земля имеют:

|  |  |
| --- | --- |
| Pr 0211 b | 0.017 |
| WASP-124 b | 0.017 |
| Kepler-411 e | 0.016 |
| HAT-P-22 b | 0.016 |
| NGTS-1 b | 0.016 |

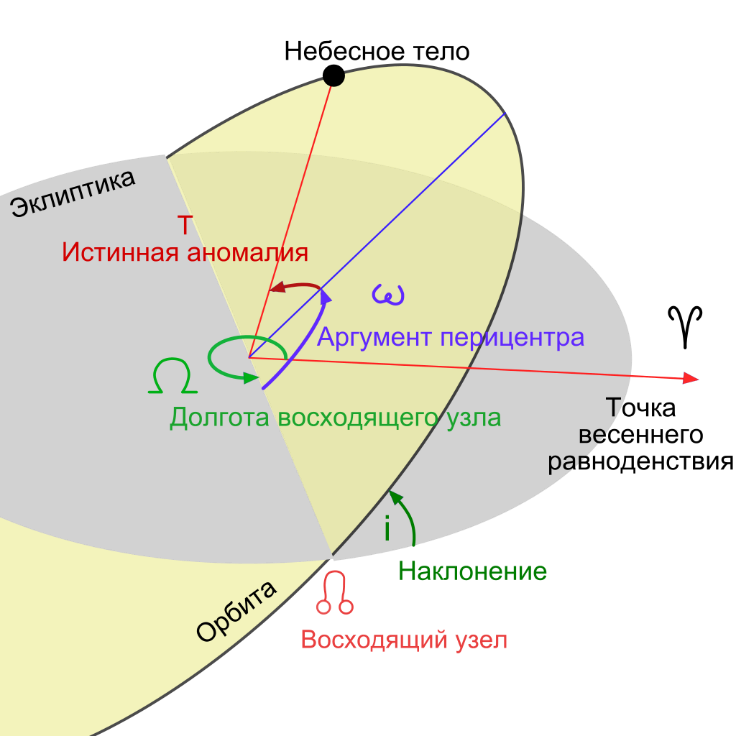
Экзопланет эксцентриситет которых больше чем имеет Земля: 1249

Экзопланет эксцентриситет которых меньше чем имеет Земля: 393

Экзопланет эксцентриситет которых больше чем имеет Земля в 3.18 раз больше

Эксцентриситет равный 0 это круговая орбита. 320 планет имеют такую орбиту. Наша земная орбита также не сильно далека от круга, но большая часть открытых планет имеют больший эксцентриситет, то есть их орбиты отклоняются больше в сторону эллиптических.

**Наклонение**



Наклонение это угловой показатель отражающий насколько сильно плоскость орбиты отклонена от плоскости эклиптики (экватором центрального тела). Для Земли наклонение принято за 0 градусов.

Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца наклонение: 966

Самое большое наклонение у экзопланет:

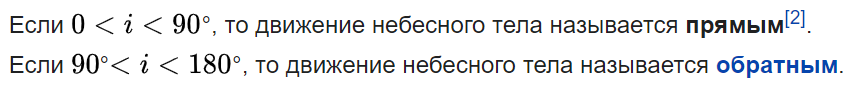
|  |  |
| --- | --- |
| gamma 1 Leo b | 172.1 |
| HD 106252 b | 166.7 |
| HD 136118 b | 163.1 |
| HD 95086 b | 153.0 |
| HD 206893 b | 150.0 |

Самое маленькое наклонение у экзопланет:

|  |  |
| --- | --- |
| Wolf 503 b | -2.00 |
| HD 181720 b | 1.75 |
| 6 Lyn b | 2.00 |
| HD 190228 b | 4.50 |
| HD 202206 (AB) c | 7.70 |

**Прямая и ретроградная орбита**

Наклонение обозначается как *i*.

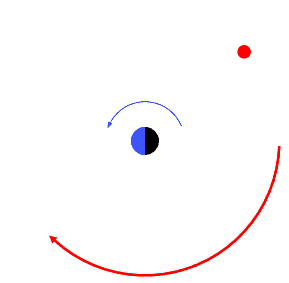


Экзопланет наклонение которых больше чем 90 градусов: 23

Экзопланет наклонение которых меньше чем 90 градусов: 933

У 10 планет наклонение равно 90 градусам.

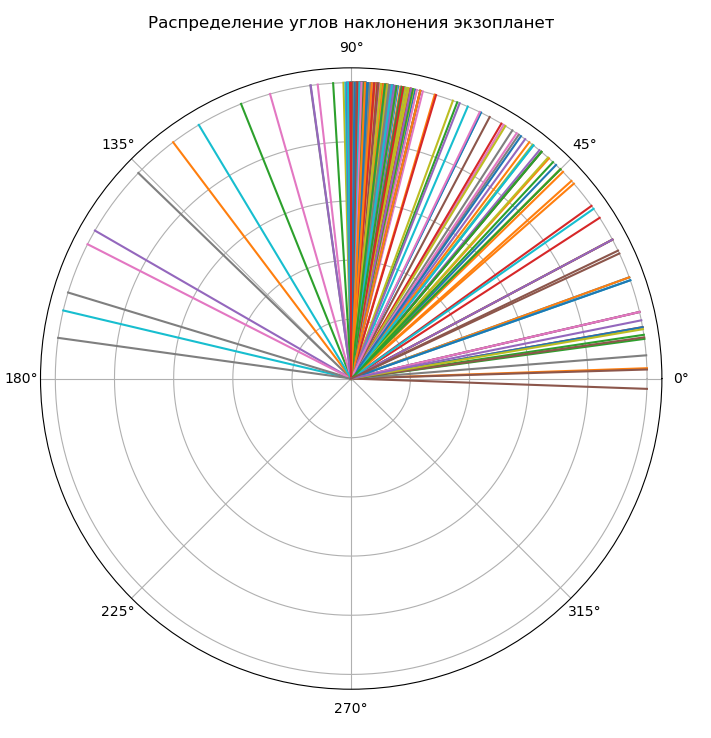
Получается, что большинство планет имеют всё таки прямое движение: звезда вращается вокруг своей оси в том же направлении в котором и планета вращается вокруг звезды. 23 открытым планетам свойственно ретроградное вращение, показанное на гифке (звезда вращается вокруг своей оси, планета вращается вокруг звезды в противоположную сторону).



У 10 планет наклонение равно 90 градусам. Это значит, что эти планеты лежат перпендикулярно плоскости вращения звезды вокруг своей оси. Таким образом планета проходит через полюса звезды. Чтобы проще представить такое движение, можно ознакомится с понятием [полярной орбиты](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82%D0%B0) или [прочитать статью](https://futurism.com/astronomers-have-found-a-planet-in-a-bizarre-polar-orbit-2).

Можно сделать вывод о том, что большинство планет имеют прямую орбиту вращения. Маленькая часть имеет ретроградную, и совсем исключениями являются полярные орбиты.

Распределение углов наклонения среди экзопланет показывает насколько редки планеты с ретроградной орбитой вращения. Но также можно заметить большое количество планет орбита вращения которых достаточно близка к полярной.



**Угловое расстояние**

Угловое расстояние это угол точками которого являются два объекта: планета и звезда, а вершиной наблюдатель. В таблице выражен в секундах дуги.

Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца угловое расстояние: 661

Самое большое угловое расстояние у экзопланет:

|  |  |
| --- | --- |
| WD 0806-661 B b | 130.208333 |
| HN Peg b | 43.206522 |
| Fomalhaut b | 14.927310 |
| Ross 458 (AB) c | 10.245614 |
| SR 12 (AB) c | 8.664000 |

Самое маленькое угловое расстояние у экзопланет:

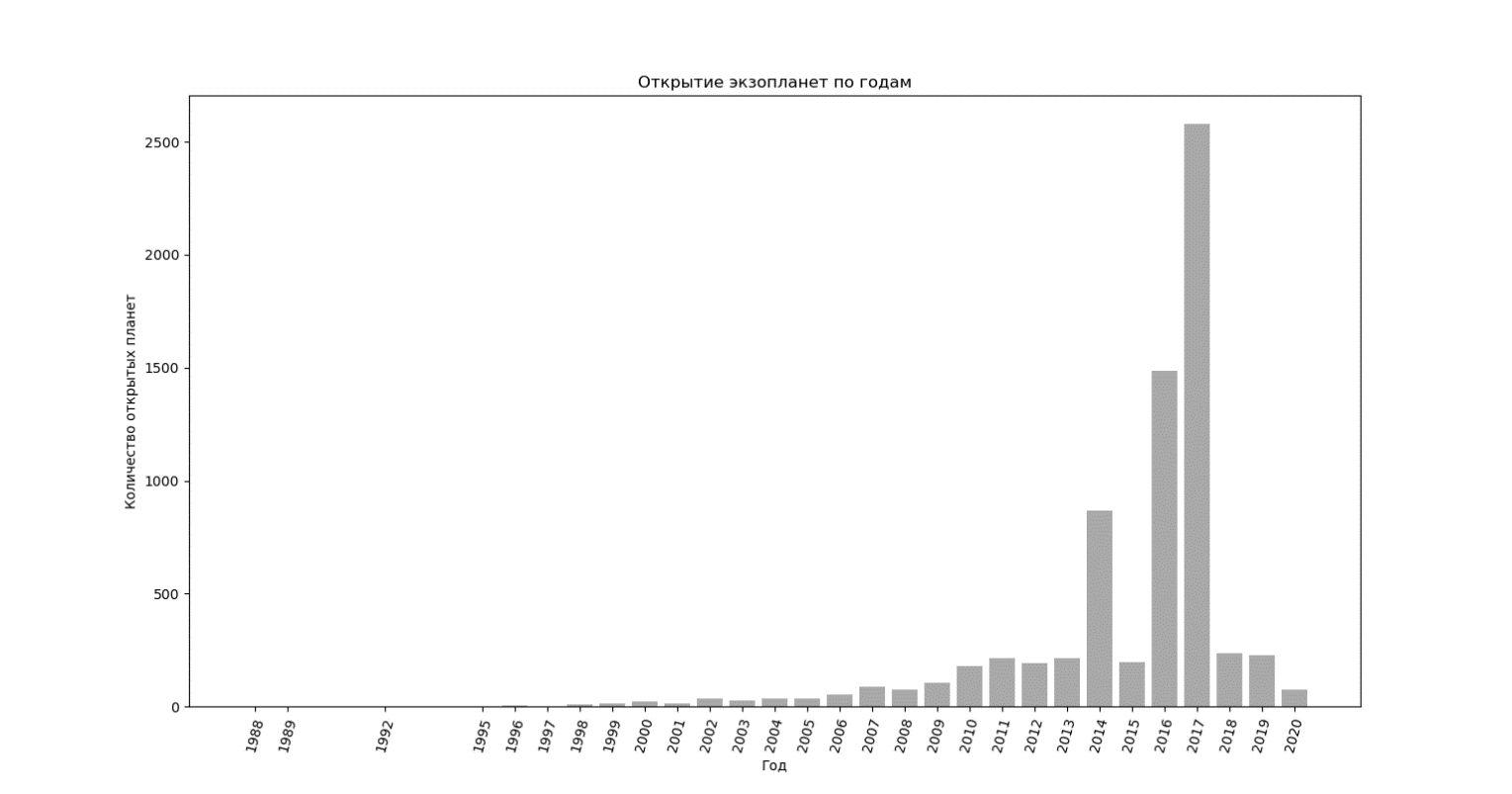
|  |  |
| --- | --- |
| SWEEPS-11 b | 0.000004 |
| Kepler-70 b | 0.000005 |
| Kepler-70 c | 0.000006 |
| SWEEPS-04 b | 0.000006 |
| OGLE-TR-113 b | 0.000015 |

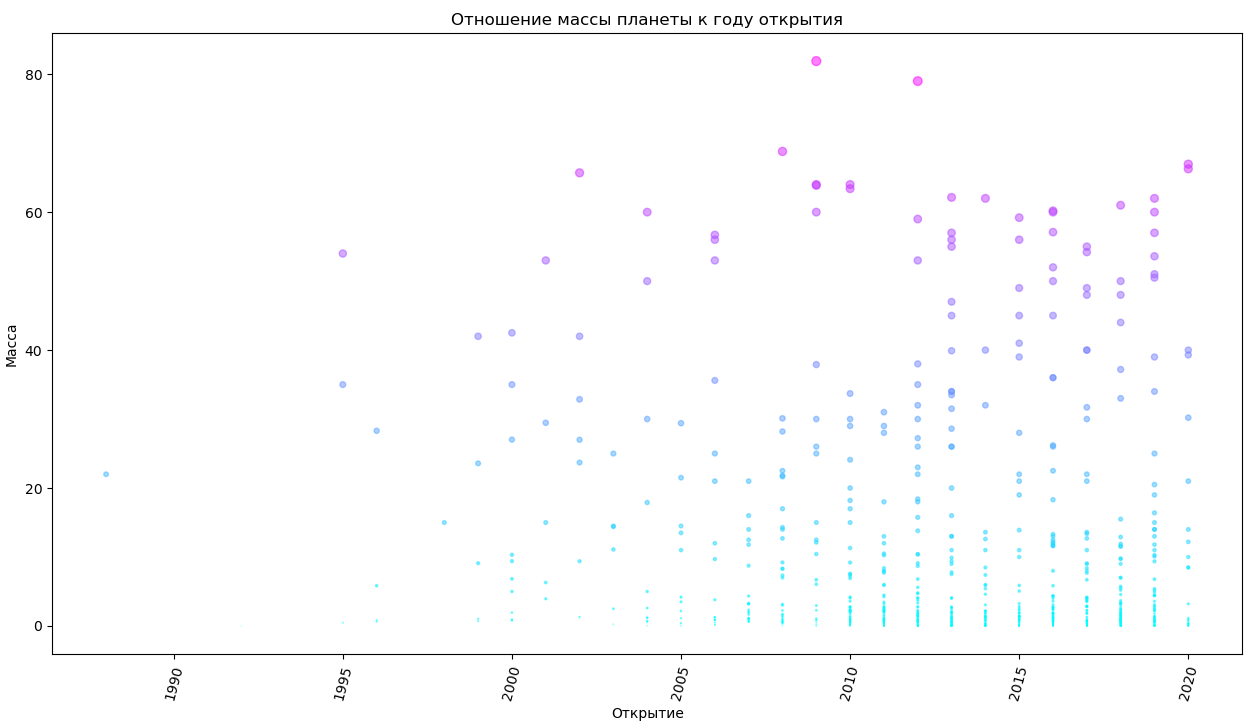
**Год открытия**

Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца открытие: 4260

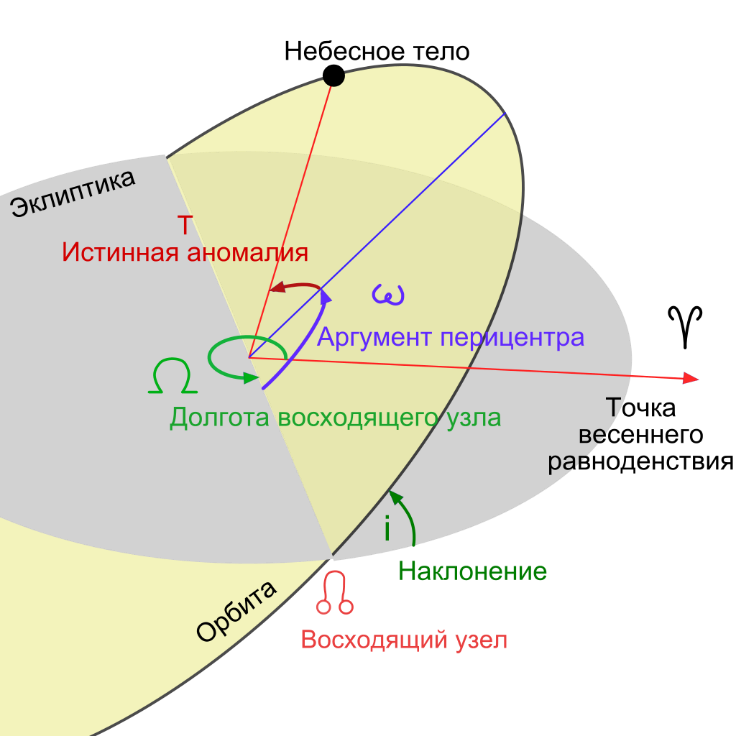
Среди открытых в 2020 году планеты: OGLE-2017-BLG-0406 b, TOI-700 b, TOI-849 b, HD108236 e и т. д.

Одними из первых открытых экзопланет являются: PSR B1957+20 b (1988), PSR 1257 12 b (1992), PSR 1257 12 c (1992), PSR 1257 12 d (1992), Teide 1 (1995).





**Аргумент перицентра**

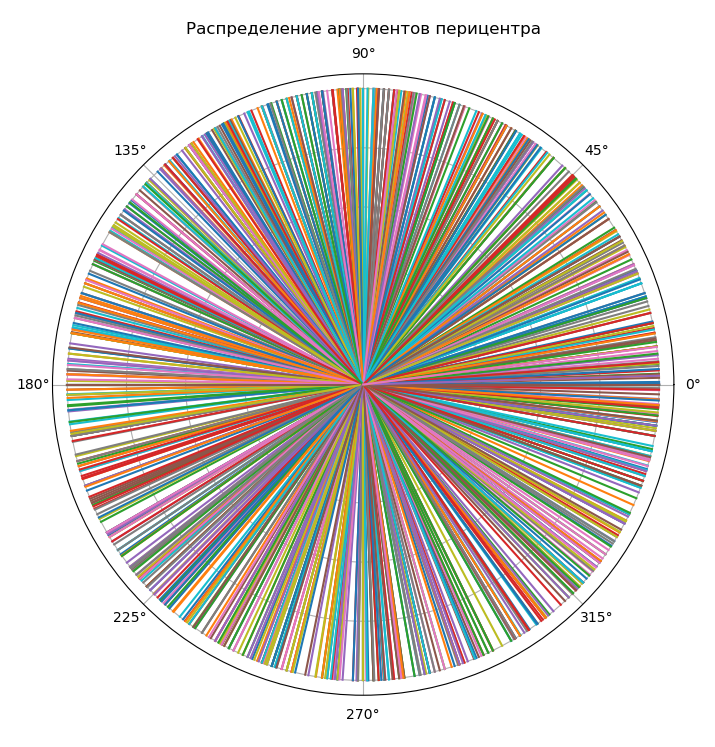


Аргумент перицентра представляет собой угол между линией плоскости экватора центрального тела и линией перицентра по плоскости орбиты.

Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца аргумент перицентра: 1007

Среди планет с самым большим аргументом перицентра (360 градусов) экзопланеты: HD 37124 d, GJ 876 e, Kepler-102 e.

Самый маленький аргумент перицентра у экзопланет: Kepler-130 c (0), HD 1397 b (0.1), MARVELS-10 b (0.1), GJ 674 b (0.5), BD+26 1888 b (1.3).



Аргументы перицентра планет распределены равномерно.

**Лямбда угол**

Угол между плоскостью орбиты планеты и осью вращения звезды.

Подтверждённых планет, с заполненными полями столбца угол лямбда: 66

Самый большой угол лямбда у экзопланет:

name lambda\_angle

6892 WASP-84 b 359.70

251 EPIC 246851721 b 358.52

6792 WASP-166 b 357.00

6870 WASP-66 b 356.00

6894 WASP-87 A b 352.00

Самый маленький угол лямбда у экзопланет:

name lambda\_angle

1142 HD 63433 b 1.0

4134 Kepler-1115 b 1.0

3819 K2-29 b 1.5

6370 MASCARA-2 b/KELT-20 b 1.6

3866 KELT-1 b 2.0

Почти такой же угол лямбда как и Земля имеют:

name lambda\_angle

3866 KELT-1 b 2.0

6370 MASCARA-2 b/KELT-20 b 1.6

3819 K2-29 b 1.5

1142 HD 63433 b 1.0

4134 Kepler-1115 b 1.0