

ЭКЗОПЛАНЕТЫ: ВВЕДЕНИЕ

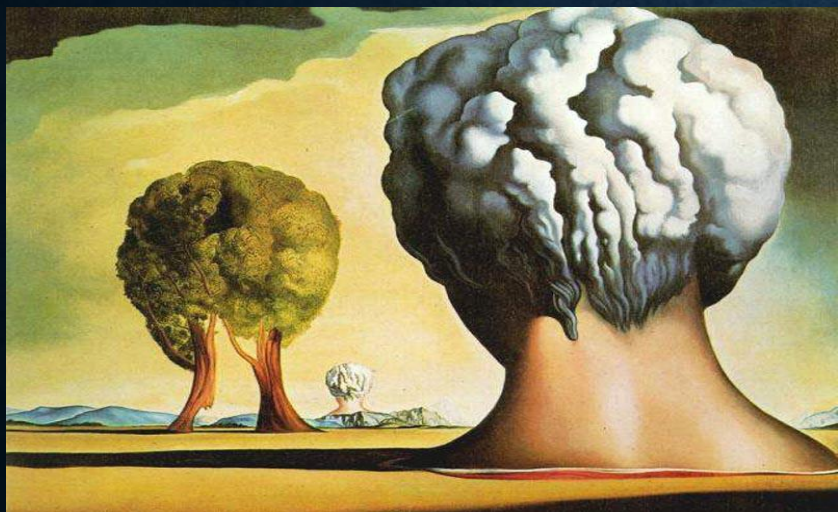
С.Б. Попов

Экзопланеты

Одним из самых важных открытий последних 25 лет стало обнаружение экзопланет.

Сейчас специализированные наземные программы и спутники существенно увеличили число известных планет у других звезд.

На данный момент >4000 планет (exoplanet.eu) плюс несколько тысяч кандидатов.



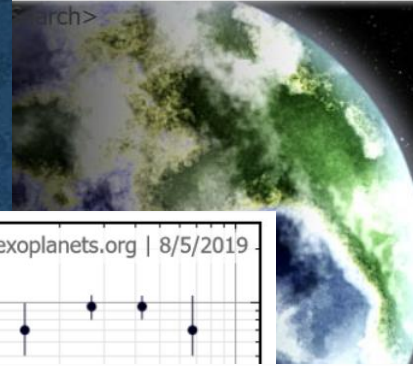
Область быстро развивается и с точки зрения новых наблюдений (и постройки приборов), и с точки зрения теории (т.к. оказалось, что многое мы не понимали или понимали не так).

В 2015 г. впервые экзопланетам присвоили имена.

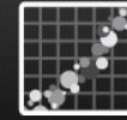
Какая экзопланета была открыта первой?

- Первая надежно подтвержденная планета, вращающаяся вокруг другой нормальной звезды (51 Пегаса), была открыта в 1995 году Майором и Кело. В результате конкурса имён МАС планета получила название Димидий (Dimidium)
- Однако еще в 1992 году надежнейшее обнаружение планеты было сделано Вольцшаном и Фрейлом, но вращалась она вокруг ... радиопульсара!
- В 1988 году появилась работа Кэмпбелла и др., в которой говорилось о планетном кандидате, но надежно подтвердить его удалось только в 2003 году.
- Наконец, в 1989 году Латам и др. открыли спутник одной из звезд, у которого долгое время масса была оценена недостаточно точно, чтобы сказать, планета это или бурый карлик. Теперь мы знаем – что это бурый карлик (1910.07835).





Table



Plots

3236

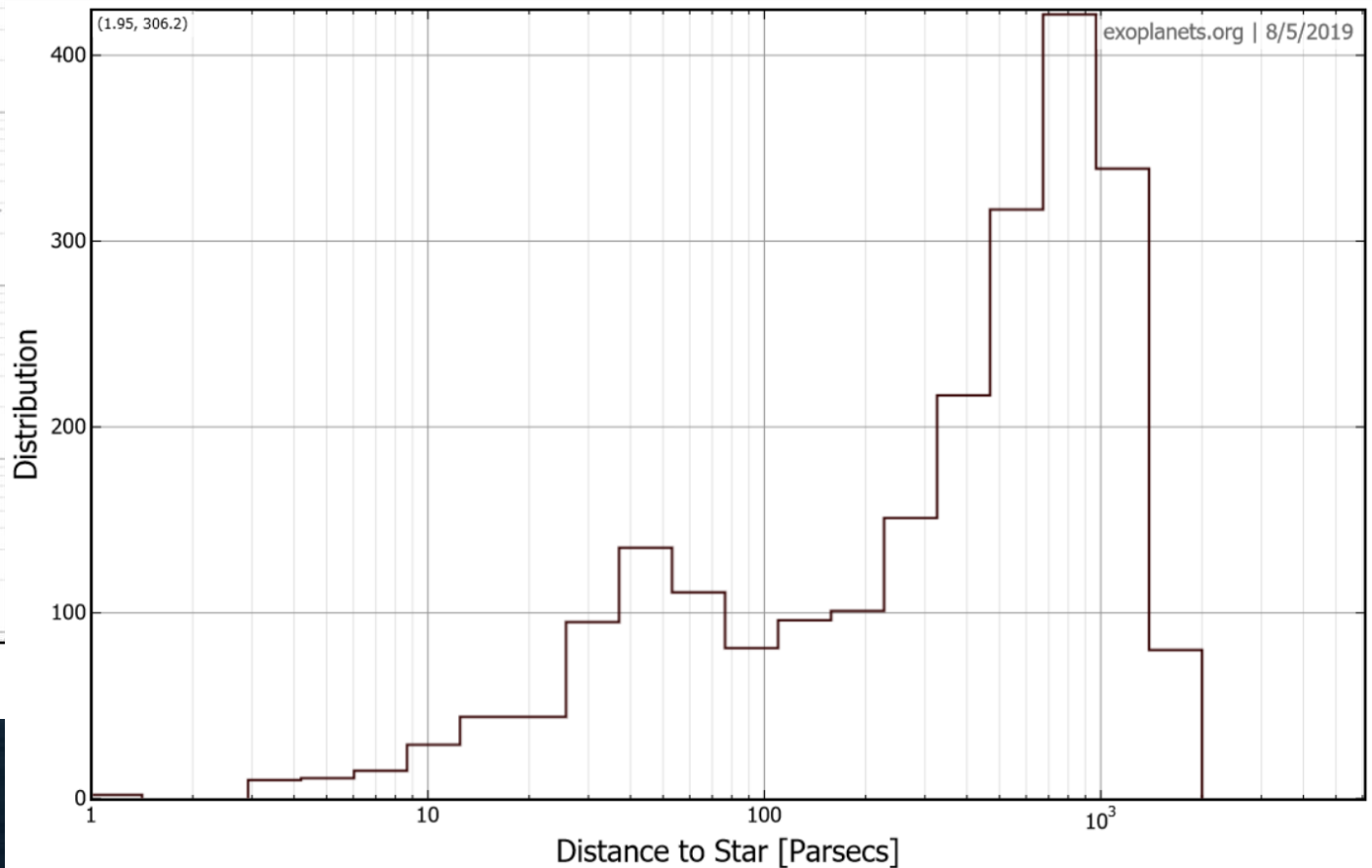
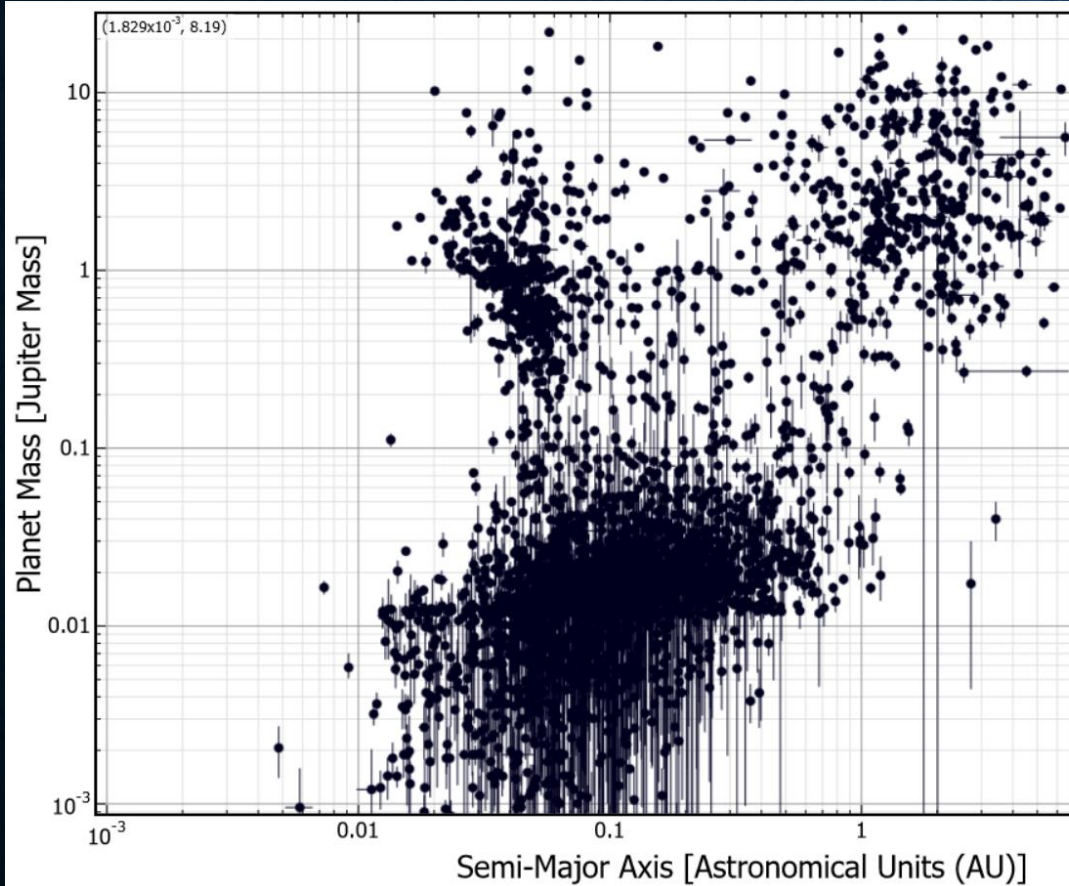
EOD Planets
Planets with good orbits listed
in the Exoplanet Orbit
Database

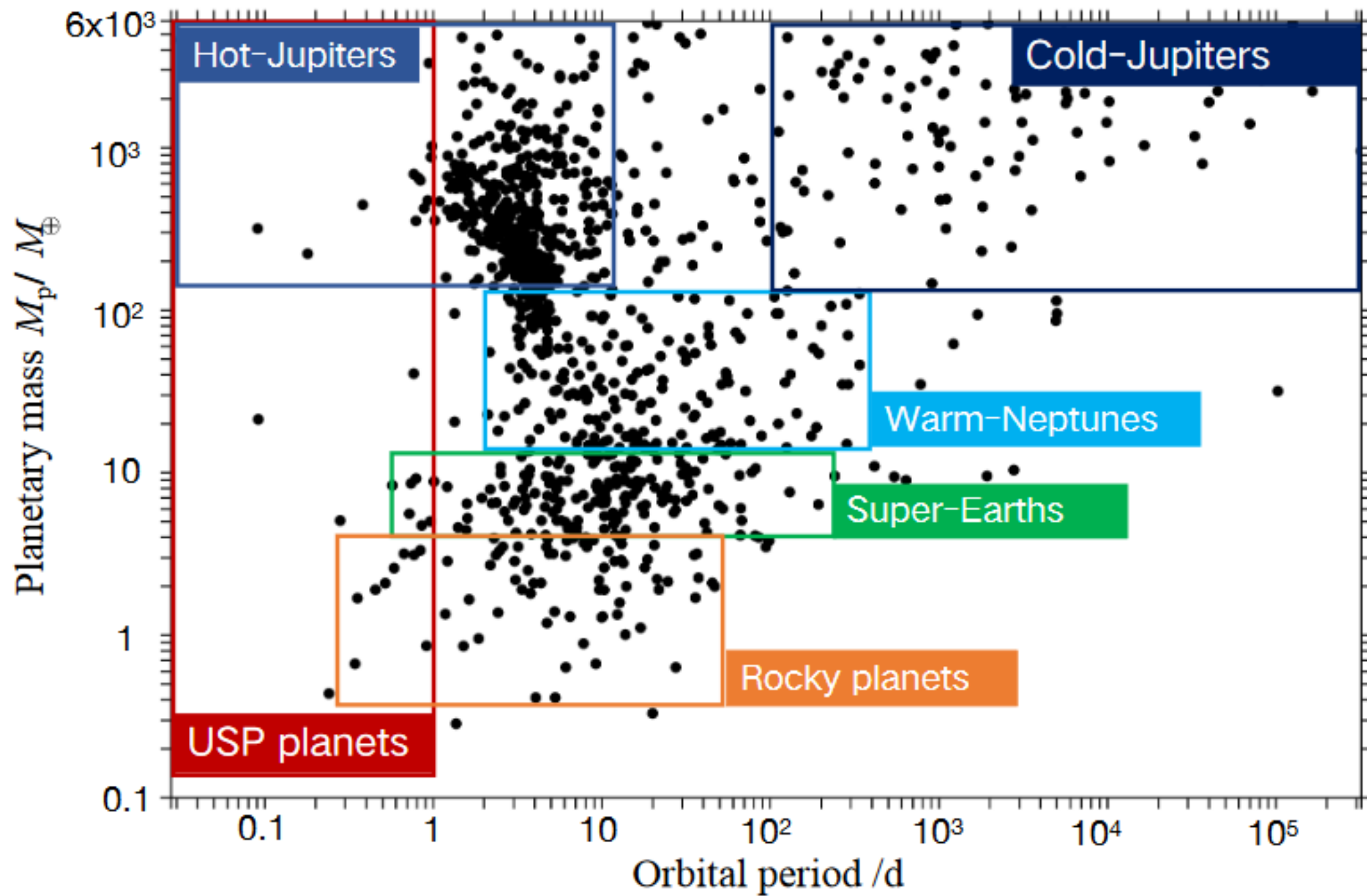
26

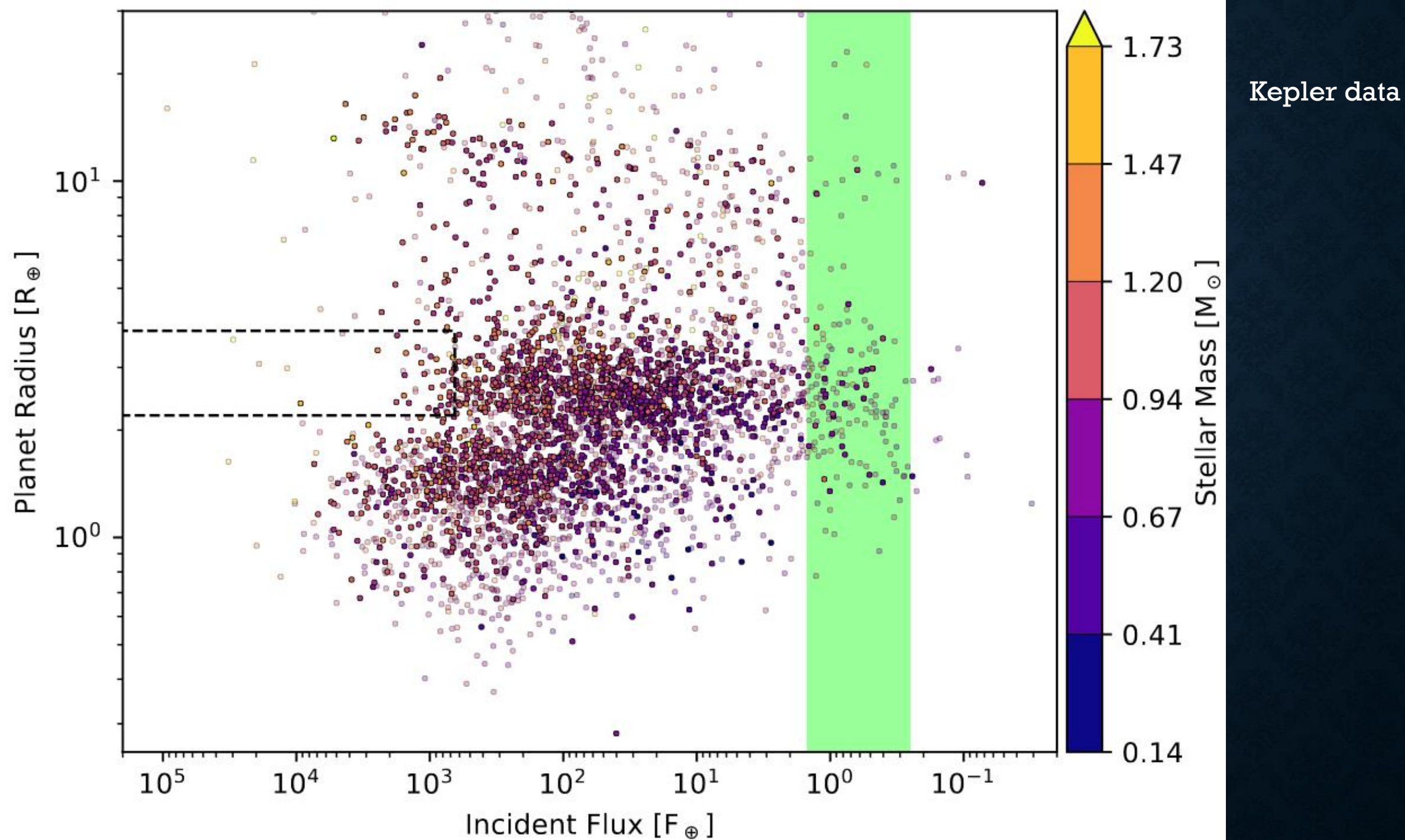
Other Planets
Including microlensing and
imaged planets

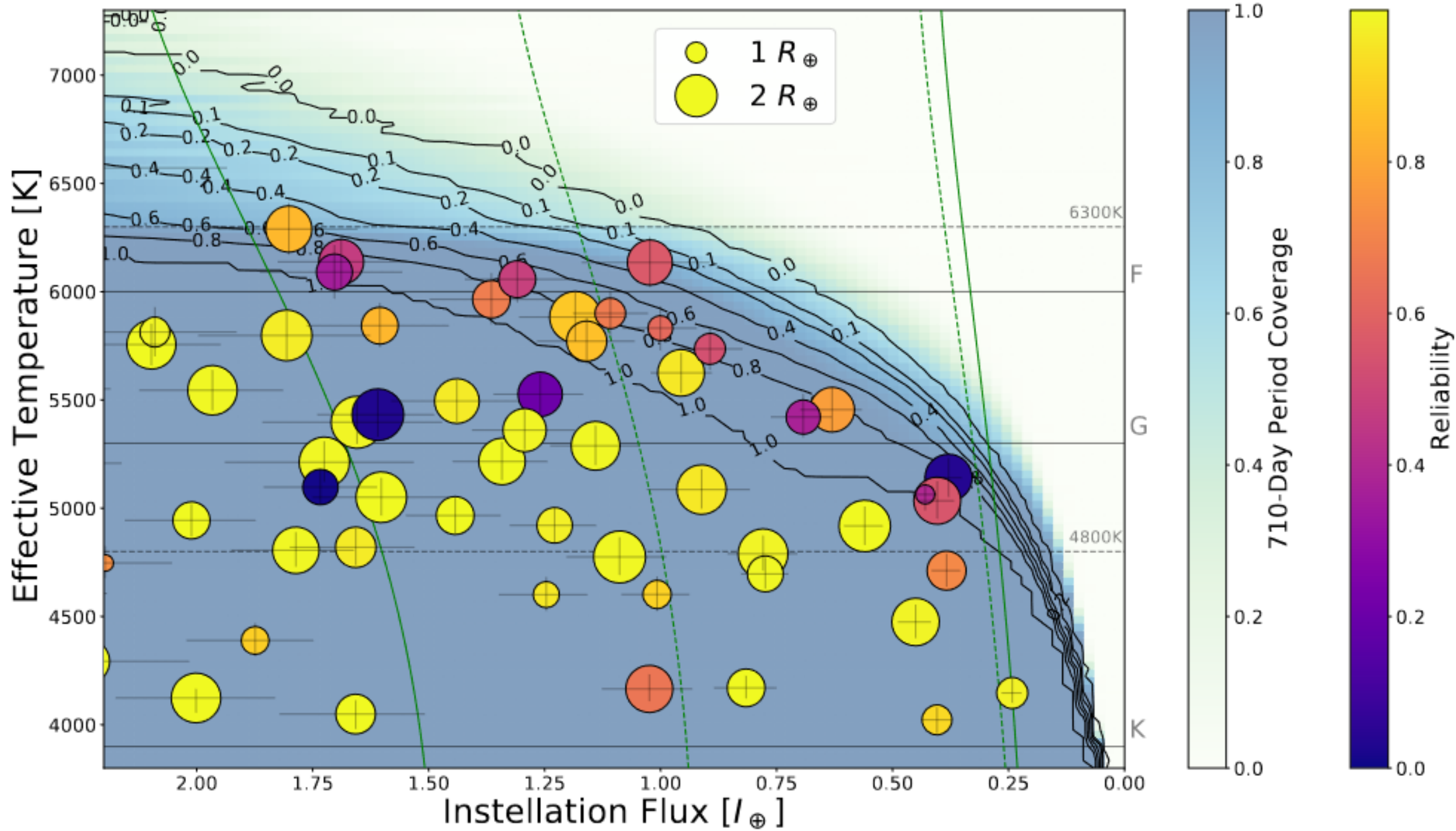
3262

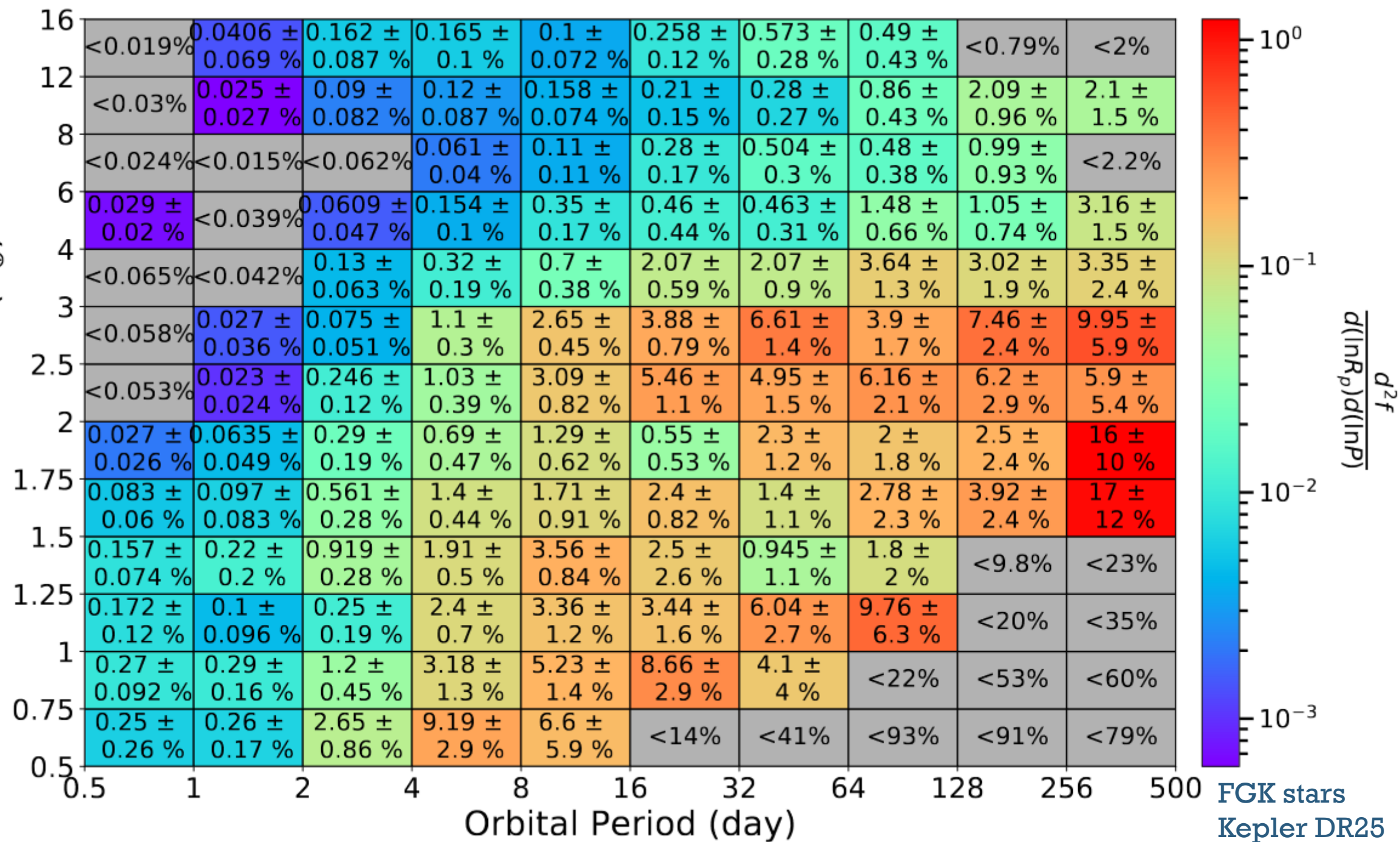
Total Confirmed
Planets

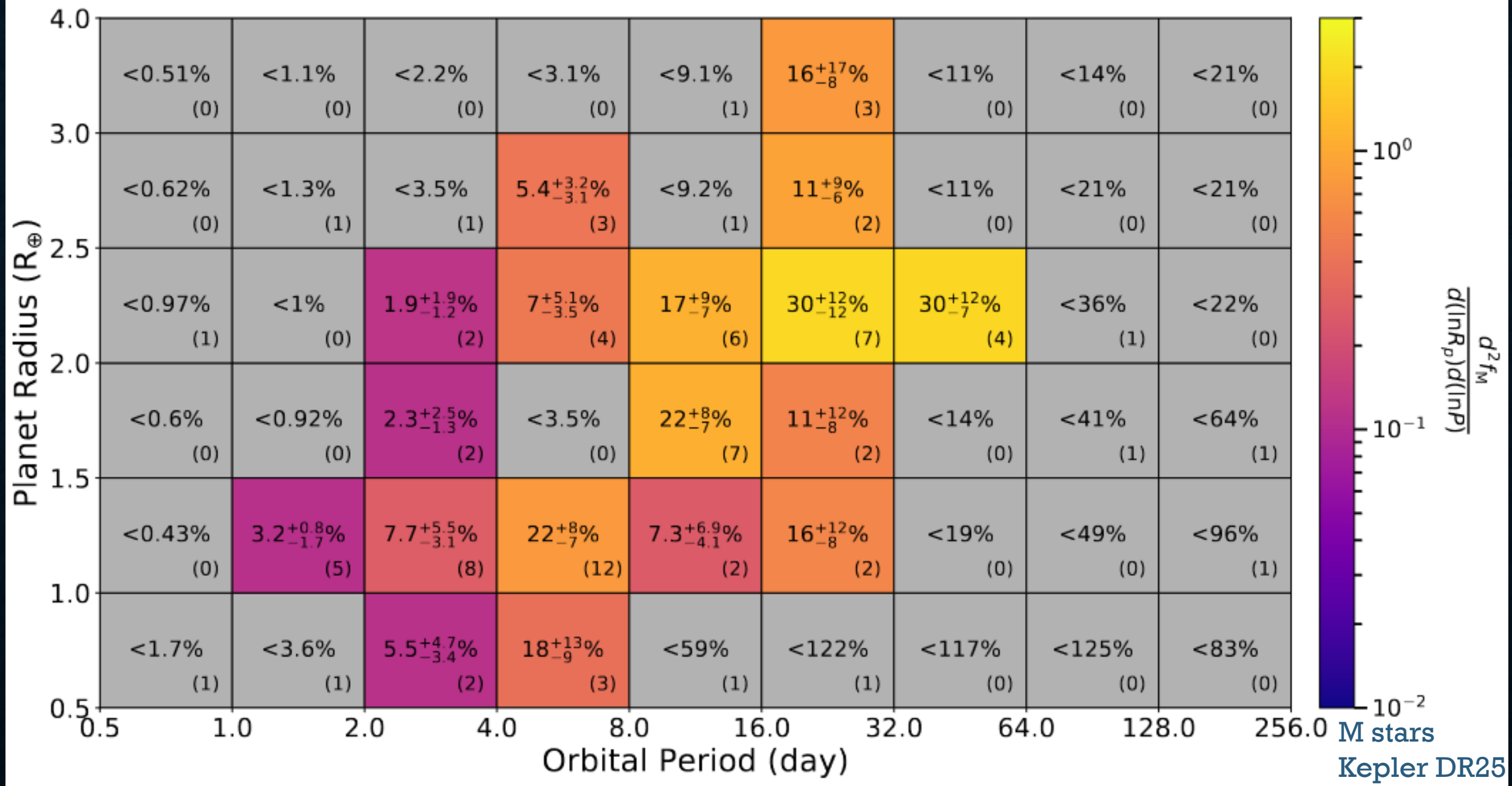






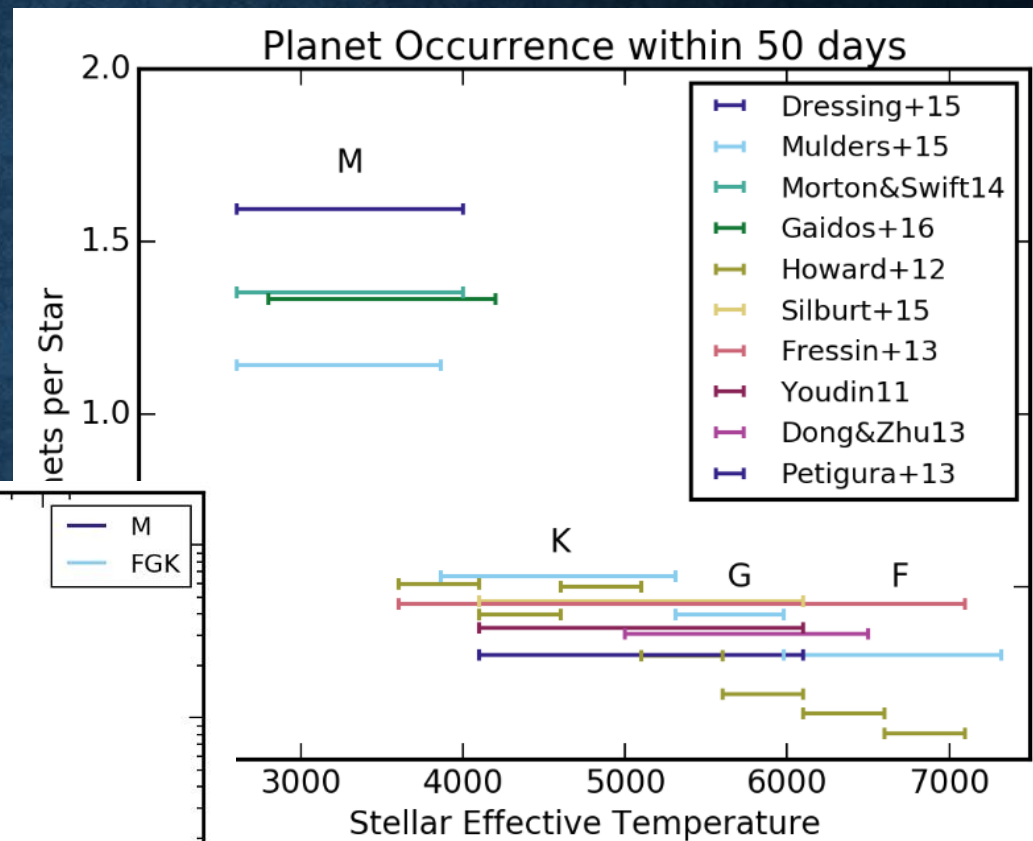
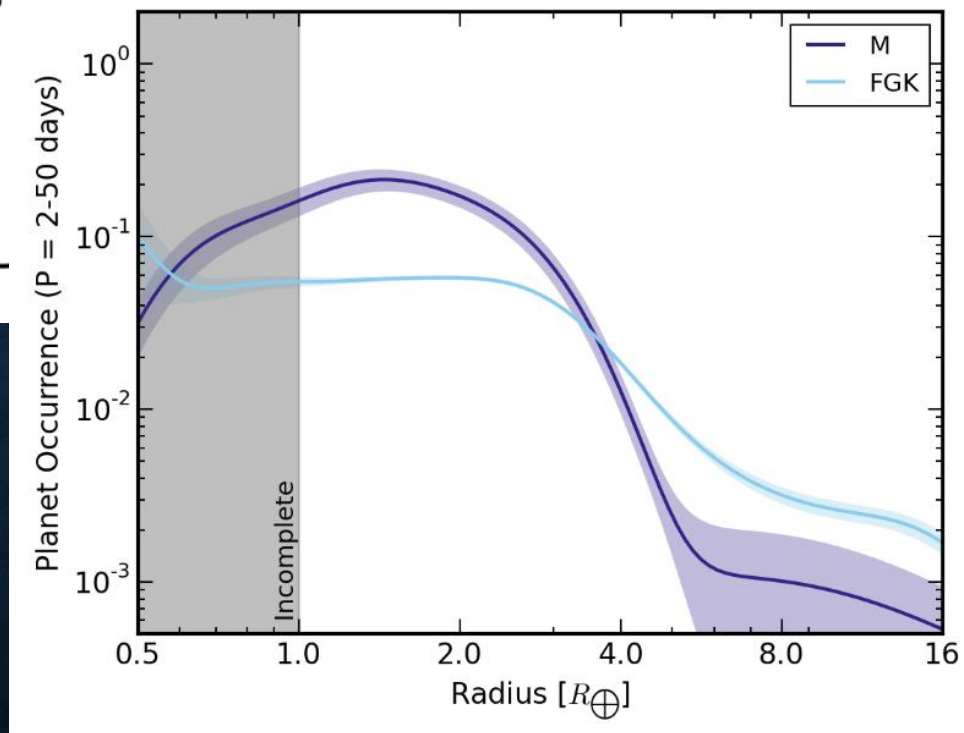
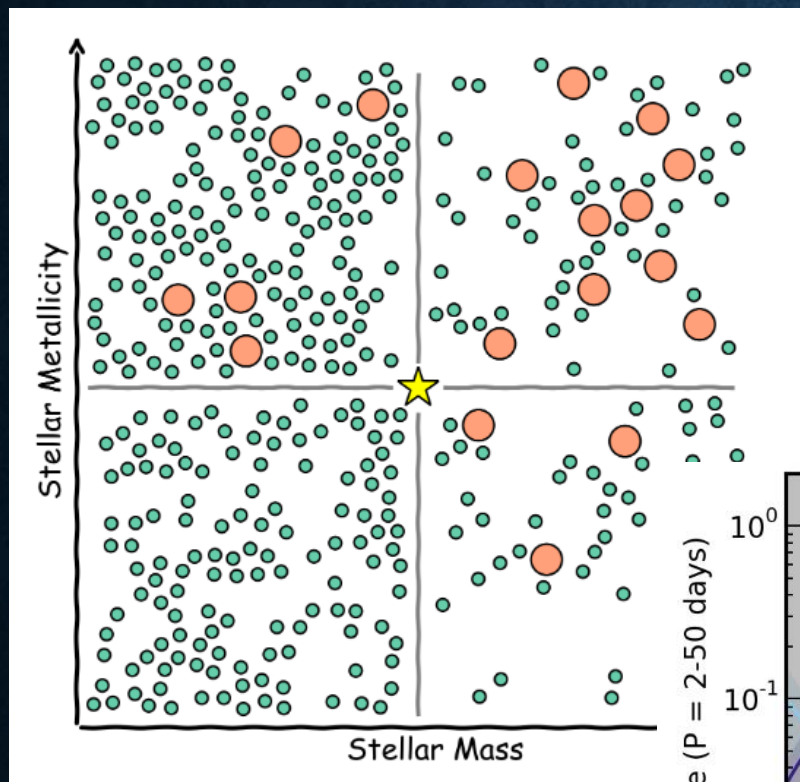




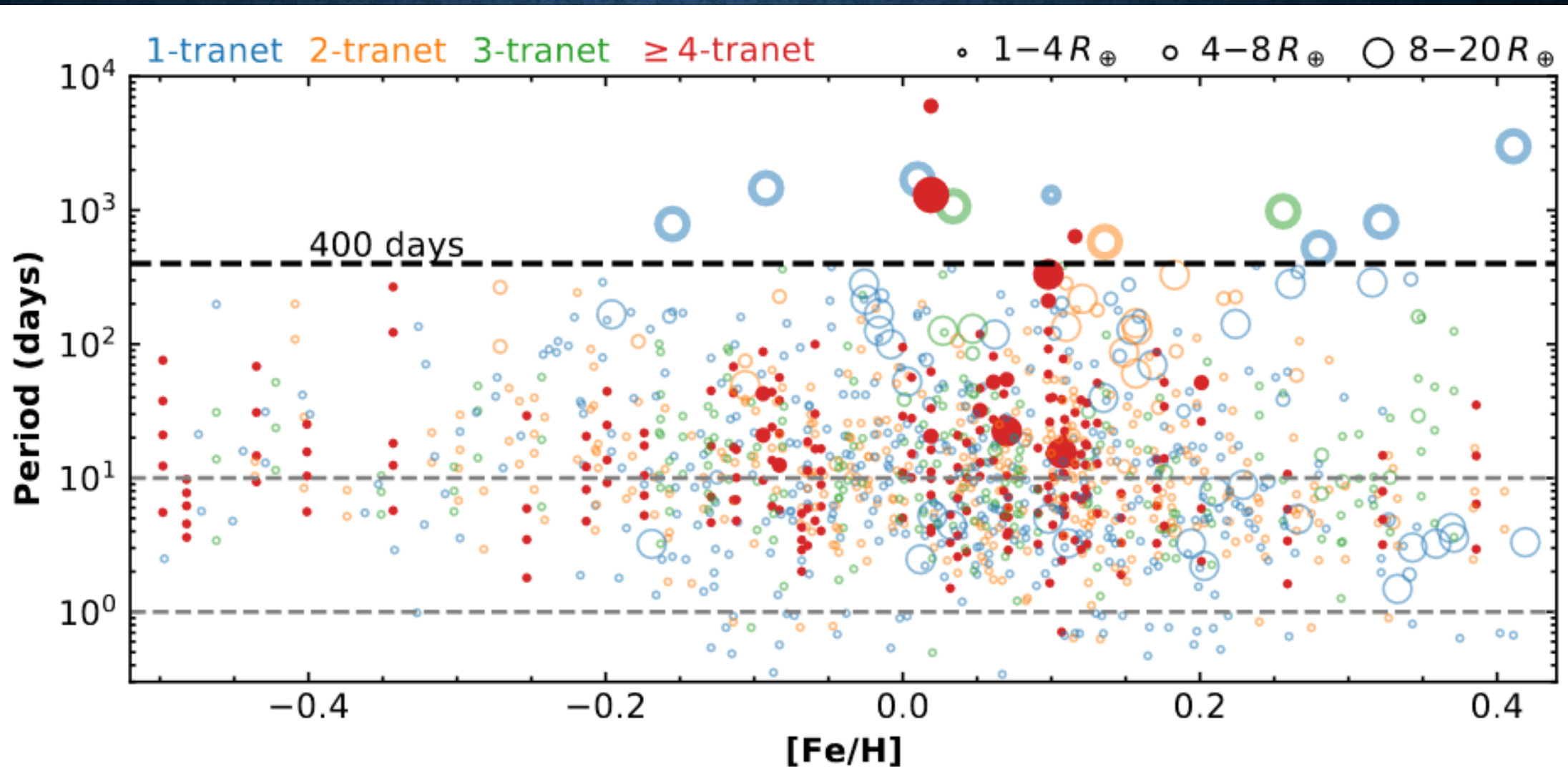


PLANET PROPERTIES VS. STELLAR

1805.00023

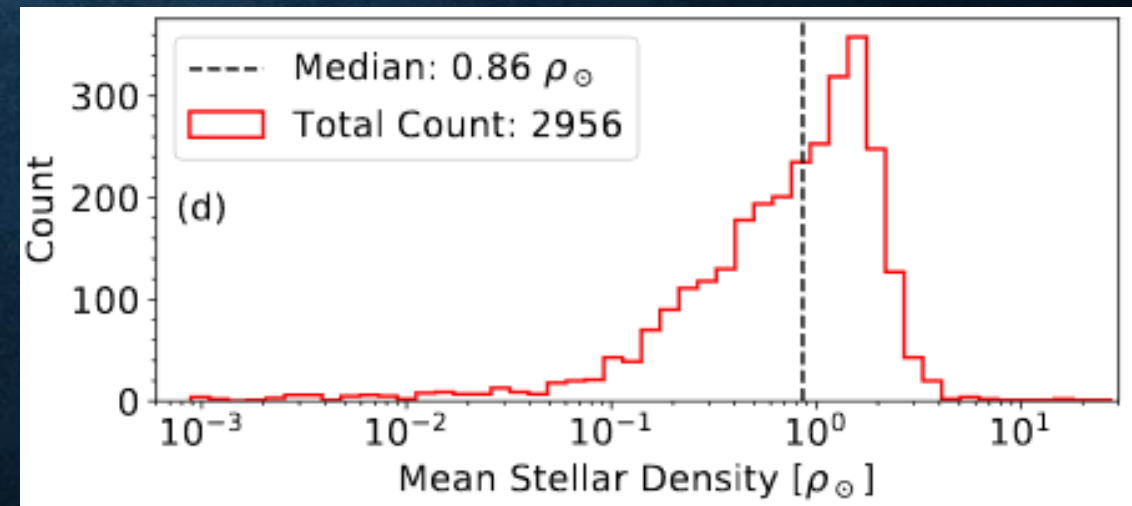
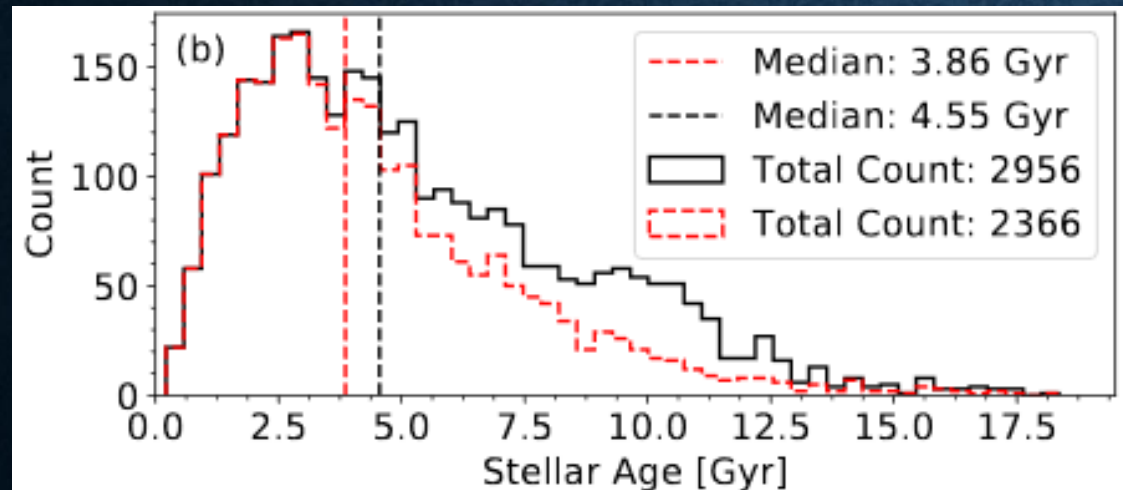
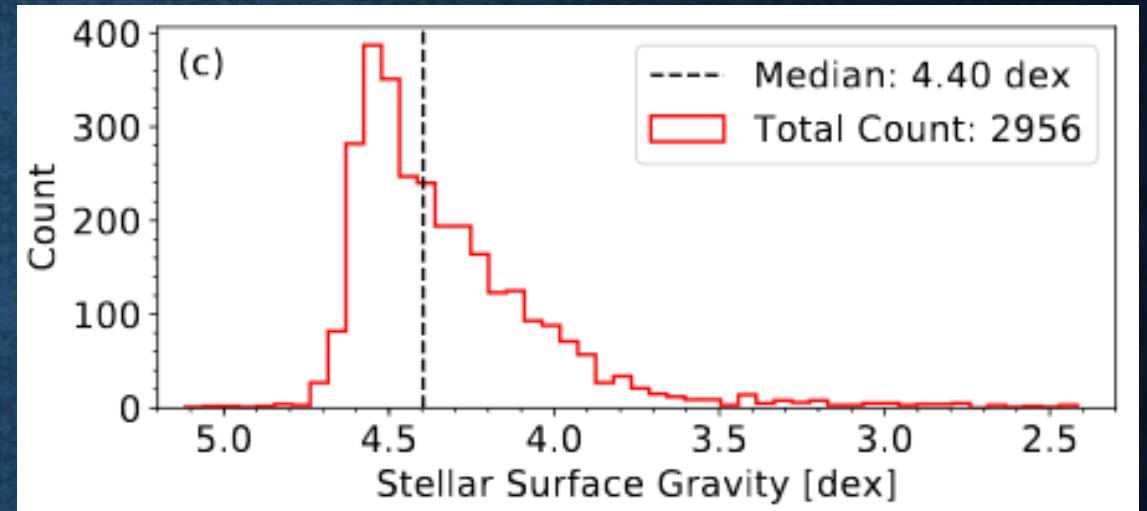
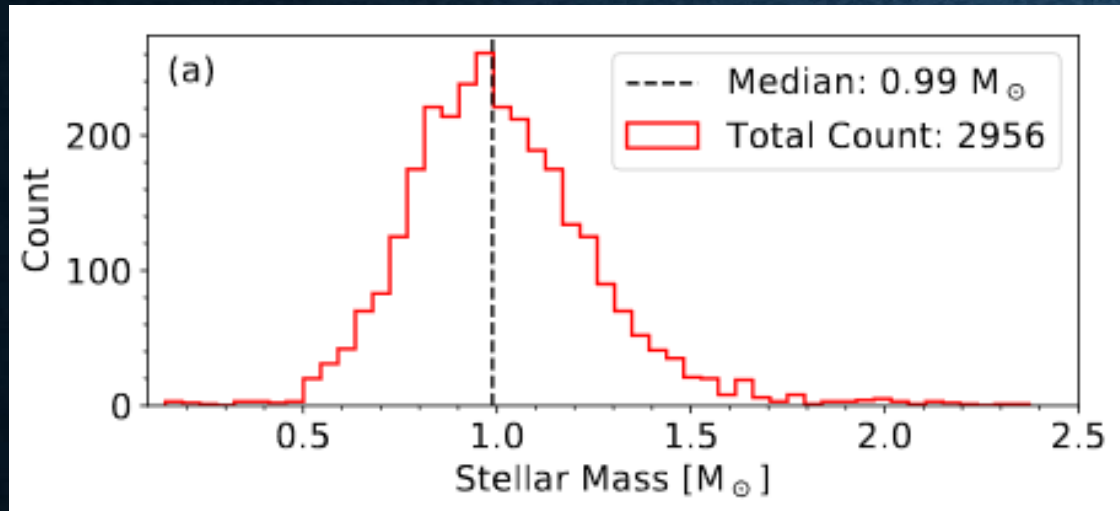


РОЛЬ МЕТАЛЛИЧНОСТИ

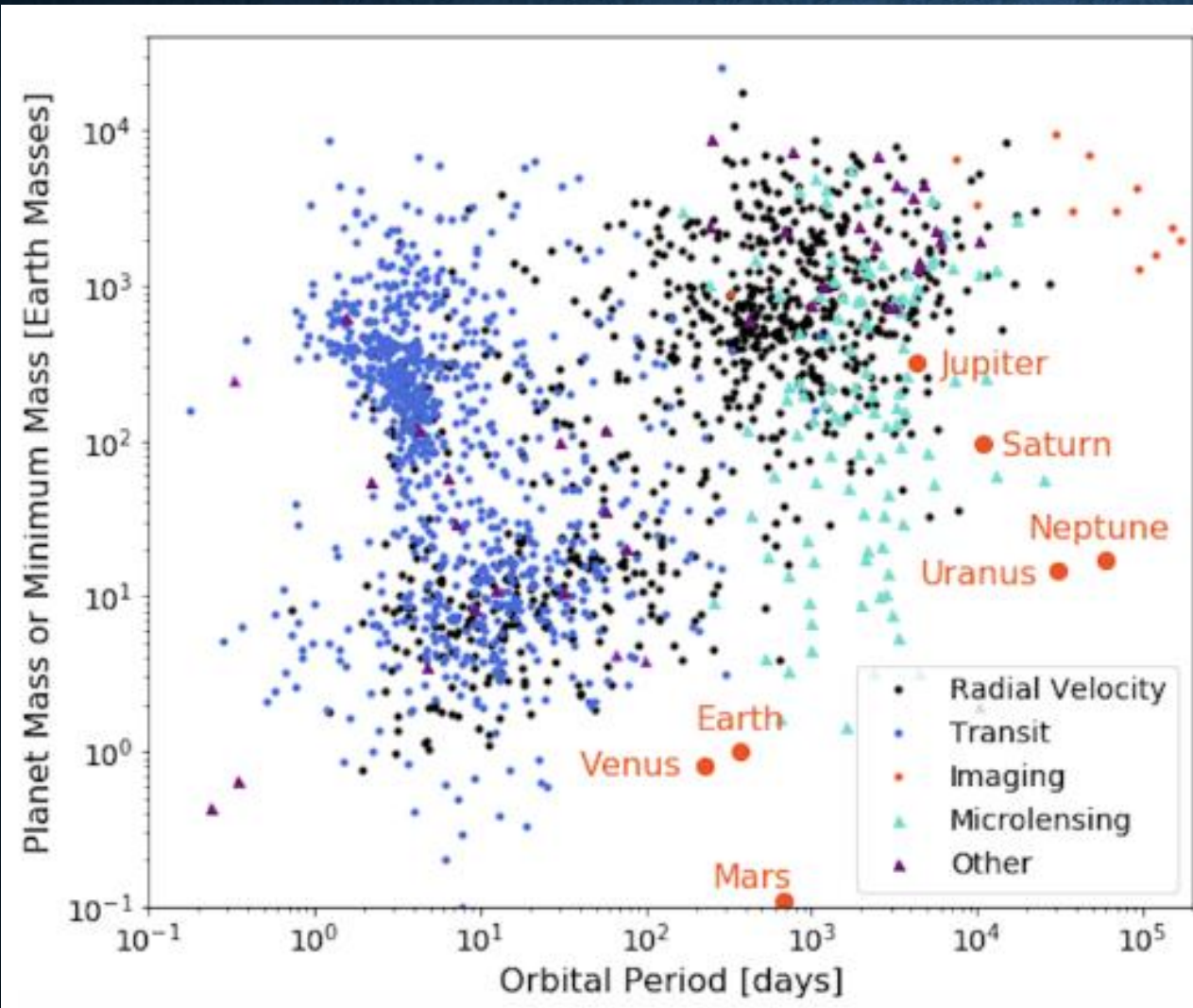


Данные
Кеплер
(кроме
«толстых
бубликов»
на >400 днях)
2103.02127

GAIA-KEPLER DATA TOGETHER

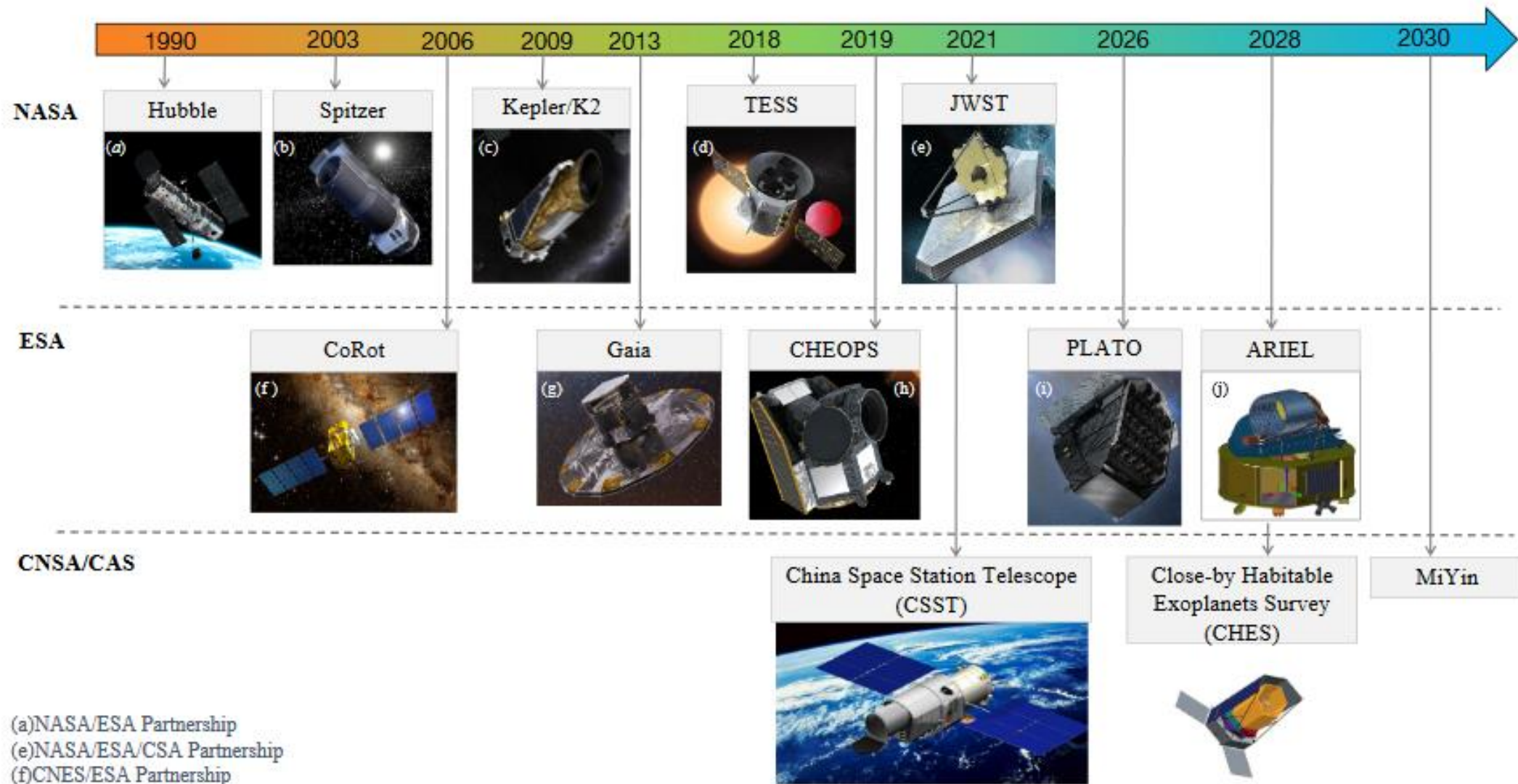


СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕГИСТРАЦИИ



Различные методы дополняют друг друга, поскольку пока чувствительны к планетам с разными параметрами.

ИСТОРИЯ СПУТНИКОВ



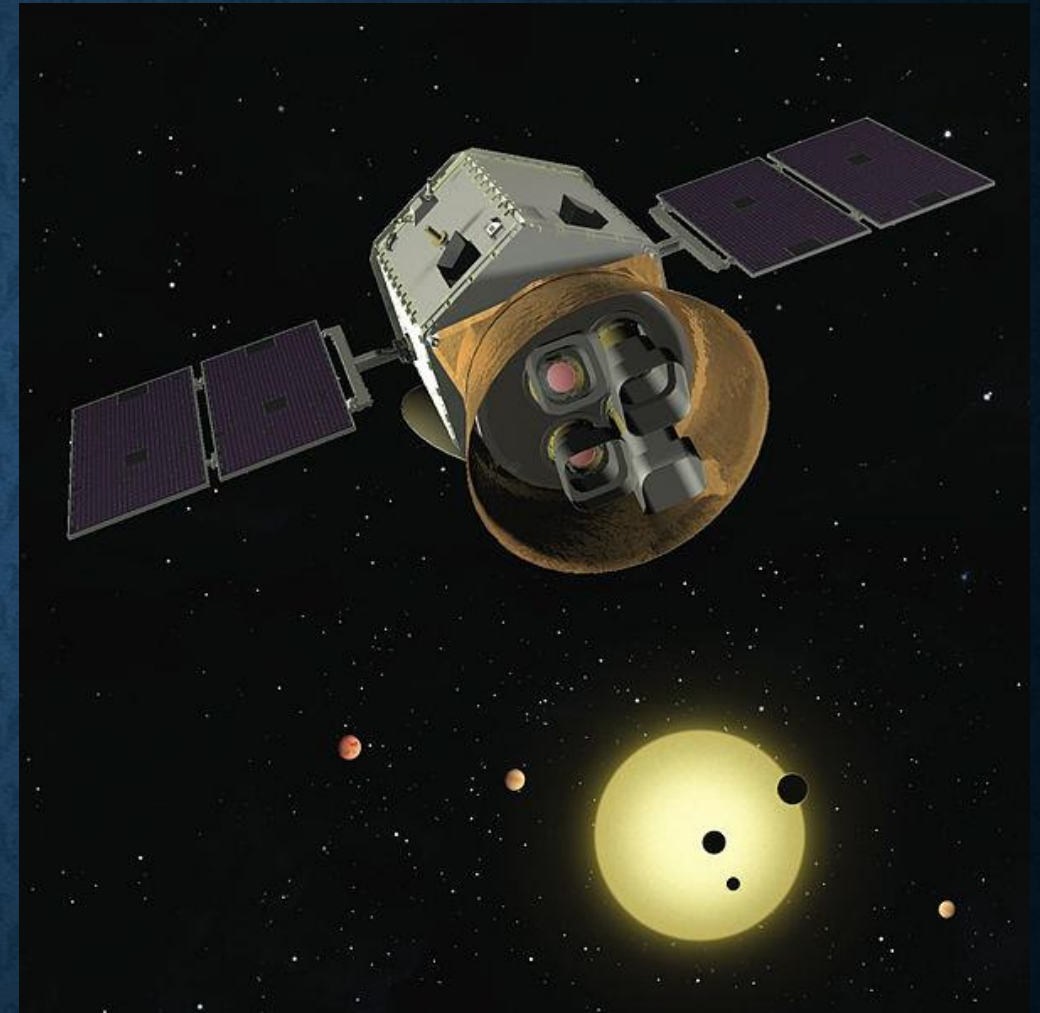
TESS

Поиск транзитных экзопланет
у близких (ярких) звезд.

Ожидается, что будут открыты
каменные планеты в зонах обитаемости,
которые потом можно будет
изучать на JWST.

Примерно полмиллиона звезд классов G и K

За два года работы будет открыто
несколько тысяч планет.

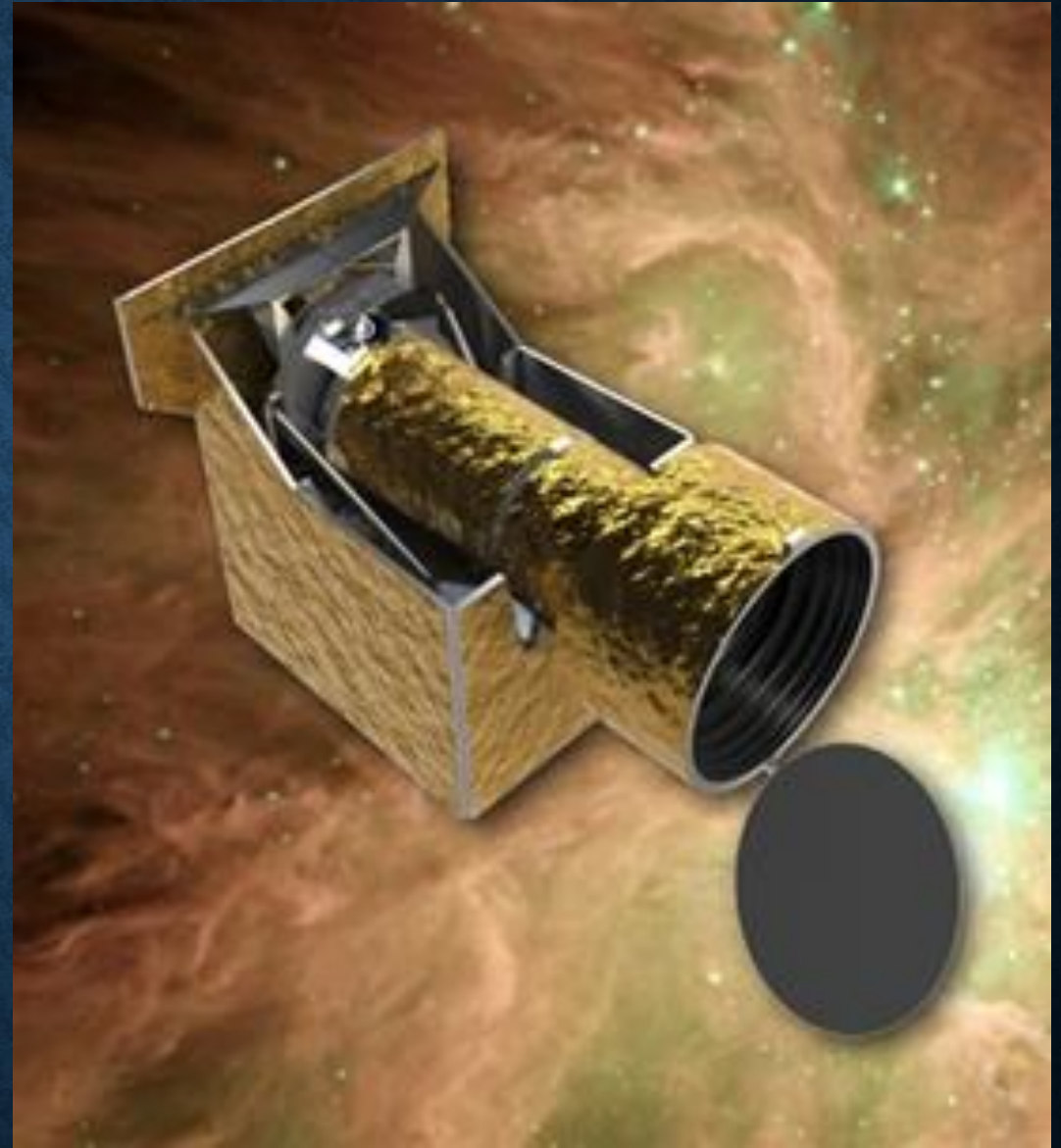


Transiting Exoplanet Survey Satellite

NASA, 2018

CHEOPS

Небольшой спутник для определения радиусов экзопланет у близких звезд, для которых с помощью наземных телескопов уже получены оценки массы.

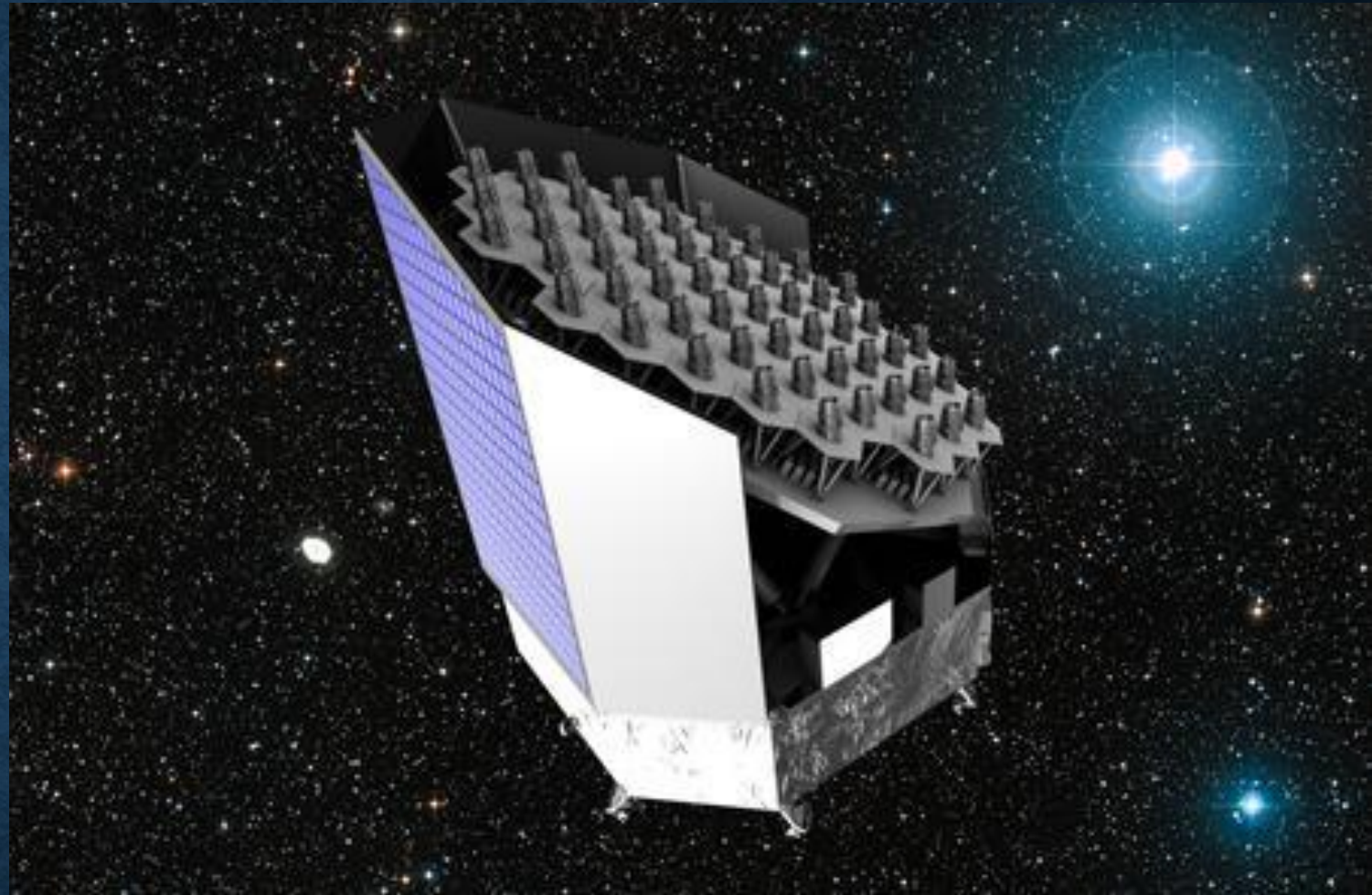


CHaracterising **ExO**Planets Satellite

ESA, 2019

PLATO

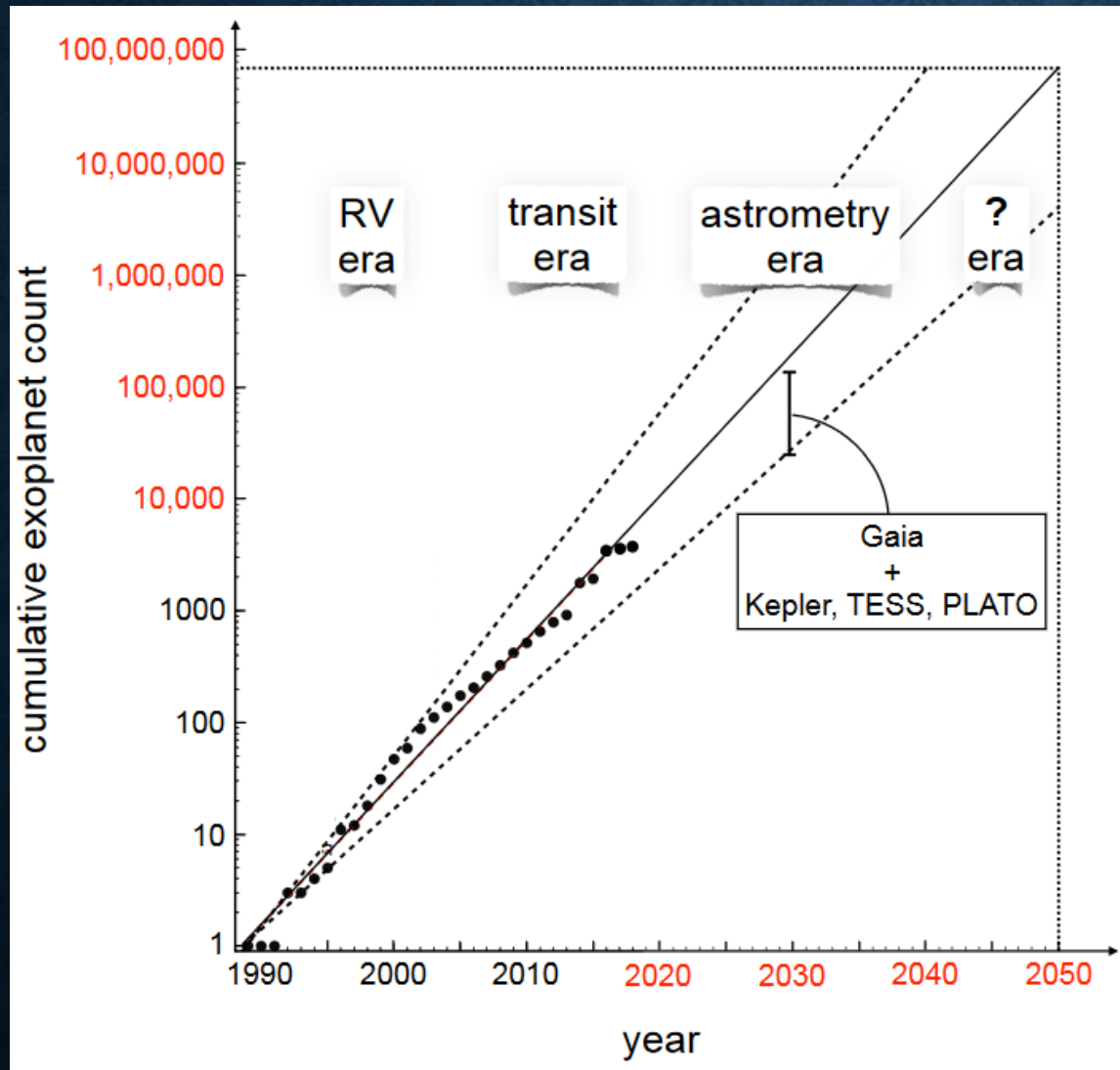
С помощью 34 небольших телескопов
будет проведен поиск планет
типа Земли у миллиона звезд.



Planetary Transits and Oscillations of stars

ESA, 2026

СКОЛЬКО ОТКРОЕМ?



В ближайшем будущем
большое прибавление
будет связано с **GAIA**.
Затем – с **PLATO**.

ARIEL

~1-метровый телескоп.

Одновременное
исследование
~1000 транзитных
планет в
оптическом и ИК-
диапазонах.

Изучение атмосфер.



ELT

Этот инструмент сможет внести большой вклад в изучение экзопланет.

Уже запланировано, что на нем будет стоять несколько специальных инструментов.

Можно будет непосредственно регистрировать планеты земного размера.

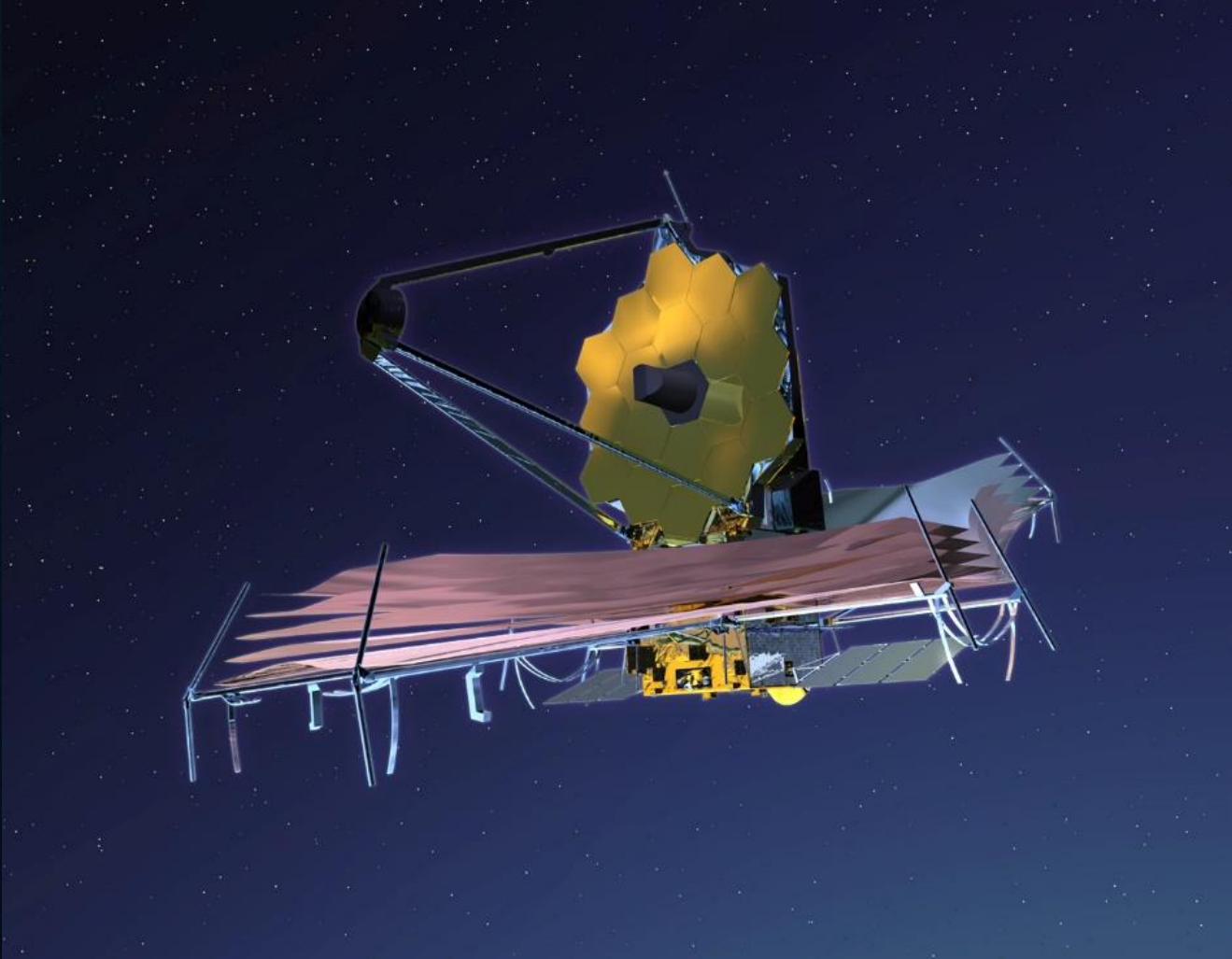
Для более крупных планет будет возможно получать хорошие спектры атмосфер.

Эффективный размер - почти 40 метров
Европейская южная обсерватория (ESO).
Пустыня Атакама, Чили.
Планируемые сроки первого света – 2027 г.



European Extremely Large Telescope

James Webb Space Telescope (JWST)



Космический телескоп
следующего поколения.

Ожидаемый запуск: 2022.

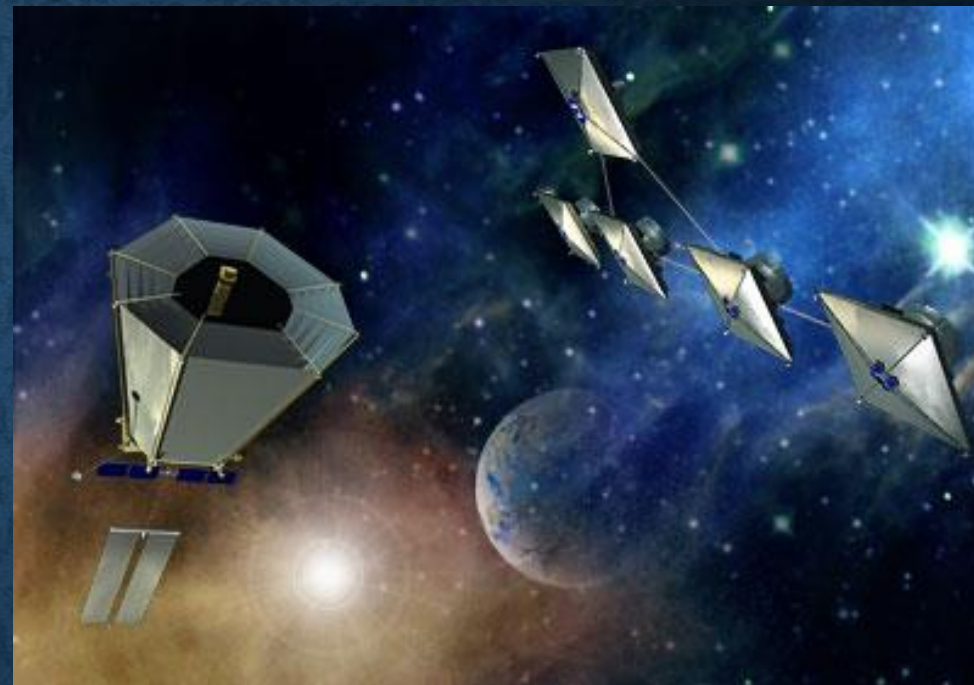
Инфракрасный диапазон.

Раскладывающееся зеркало
6.5 метра

Далекое будущее



Darwin



Terrestrial Planet Finder

Космические коронографы и космические интерферометры для детального исследования атмосфер планет типа Земли в зонах обитаемости на орбитах вокруг планет типа Солнца в наших окрестностях.

LITERATURE

- Demographics of exoplanets. 2011.04703
- Exoplanet statistics and theoretical implications. 2103.02127
- The Demographics of Wide-Separation Planets. 2102.01715