

Какво научихме за извънслънчевите планети след година работа на новия космически телескоп „Джеймс Уеб“?

Светослав Александров

Това е особено вярно за изследванията на извънслънчевите планети (екзопланети), тъй като за пръв път притежаваме възможността да изучаваме подробно химичния състав на

техните атмосфери. Доjde времето да направим равностетка – какво сме научили за екзопланетите година по-късно?

Една година е твърде кратък период, за да се даде отговор на най-дългоочаквания въпрос: „има ли някъде живот във Вселената?“. Нека да си представим, че в Галактиката има планета – свършен близък на Земята, която обикаля око-

През това лято ние отбелязахме отминаването на първата от общо 20 години очаквана работа на новия космически телескоп „Джеймс Уеб“ (*James Webb Space Telescope* или *JWST*). Данните, получени до този момент от него, са с високо качество и притежават потенциала да обогатят и разширят познанията ни в различни дисциплини, свързани с космическите науки.

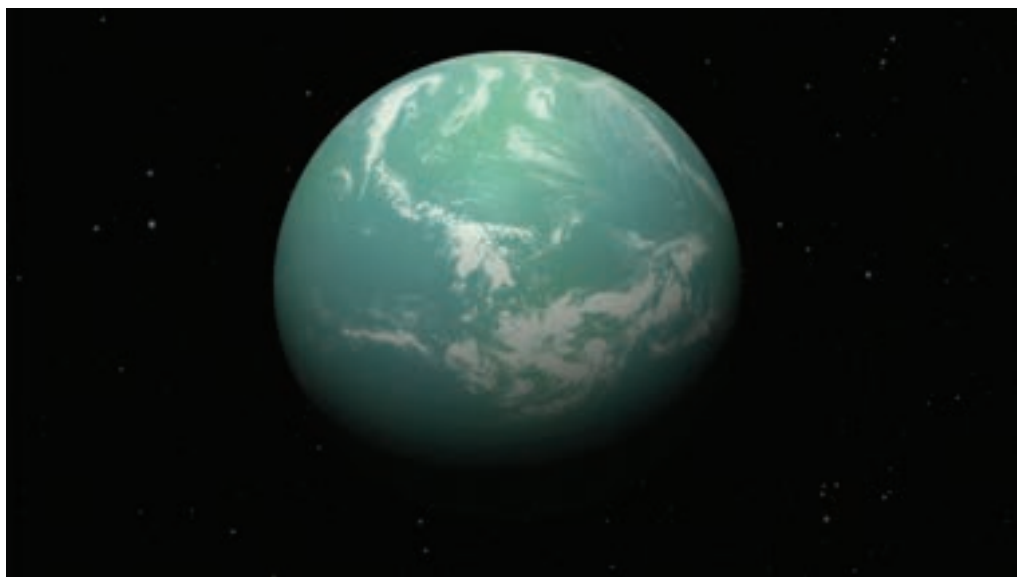
ло звезда – свършен близък на Слънцето на същото разстояние като нашата планета. Понастоящем учените разчитат най-вече на т.нар. пасажен метод, за да изучат извънслънче-

вите планети – когато те преминат пред своята звезда от гледна точка на земния наблюдател и когато звездната светлина премине през планетарната атмосфера, тя променя спектралните си характеристики по начин, позволяващ установяването на атмосферния състав. Но предпологаемата планета – близък на Земята, ще провежда по

един пасаж пред слънцето си веднъж годишно. Това означава, че за да се получи достоверен резултат за тази планета, ще трябва да отминат три години – за едно наблюдение и две повторения.

Но не всички планети са като Земята и не всички звезди са като Слънцето. В астробиологията се използва понятието „обитаема зона“ – това е разстоянието от звездата, позволяващо съществуването на вода в течено агрегатно състояние. Нашето Слънце е звезда от типа жълто джудже, но най-често срещаните звезди в нашата галактика Млечен път са червени джуджета. Звездите от този тип са по-малки от Слънцето, по-студени са и планетите трябва да се намират по-близо до тях, за да попаднат в обитаемата зона, в сравнение с разстоянието Земя – Слънце. Съответно пасажите са по-чести и по-удобни за наблюдаване от телескопи като „Джеймс Уеб“.

Налице са сериозни аргументи в подкрепа на твърдението, че шансът около червените джуджета да съществуват планети, на които е еволюирал живот, да е нисък. Не само обитаемата зона е близко разположена до звездата, което означава, че всяка планета в тази област би била изложена в сериозна степен на нейната активност, но съществуват данни, че периодично настъпват опасни изригвания – в много по-голяма степен, отколкото това е характерно за жълтите джуджета като Слънцето. Също така близостта на звездата с потенциално обитаемите планети би попречила на тяхното околоосно въртене. Предполага се, че съществена част от тези планети винаги са обърнати с едната си страна към звездата и там е вечен ден, докато на другата ще е вечна нощ. Въпреки този основателен скептицизъм, все отнякъде трябва да се положи началото на издирването на



*Планета тип „Суперземя“ – т.е. скалист свят с радиус, по-голям от земния
Изображение: JPL-Caltech*



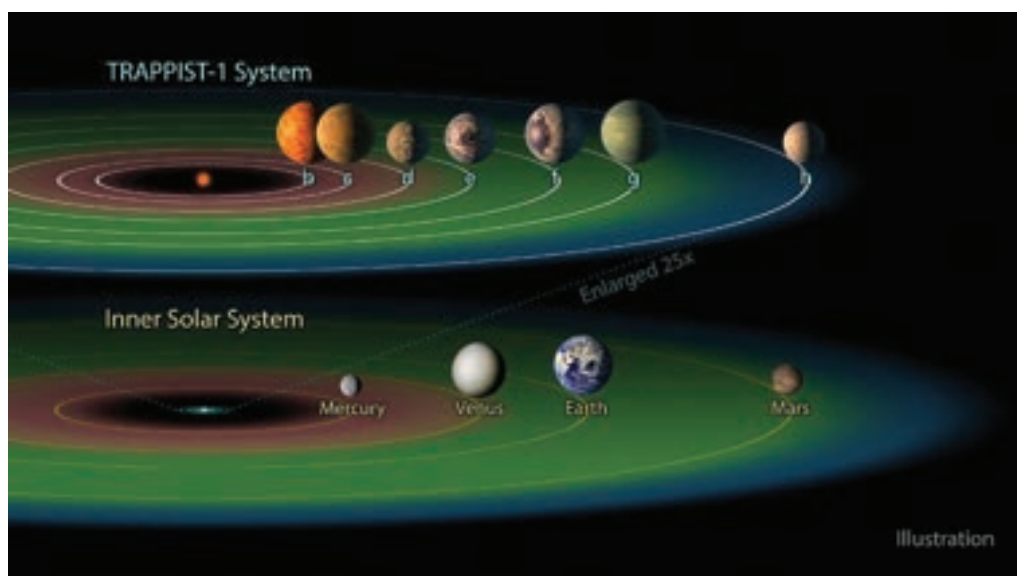
*Червените джуджета са най-често срещаните звезди в Млечния път – среднестатистически 20 от 30 звезди в галактиката са такива
Илюстрация: NASA's Goddard Space Flight Center/S. Wiessinger*

извънземен живот, а червените джуджета и техните системи са сравнително лесни за изучаване, така че е логично да се почне именно с тях.

Една от най-вълнуващите и популярни планетарни системи е системата TRAPPIST-1. Тя е разположена сравнително близо до нас, на 39.46 светлинни години от Земята. Причината, поради която системата придоби такава голяма популярност в медиите е, че това бе първият път, когато учените откриха множество планети, обикалящи около една звезда – общо седем. При това планетите са скалисти, от т.нар. земен тип, а не газови гиганти като Юпитер и Сатурн. Също така три от тях попадат в обитаемата зона и съществуват потенциал да притежават подходящите условия за живот. Самата звезда е малка – размерът ѝ е само 8% от този на Слънцето – типично червено джудже,

а най-външната планета TRAPPIST-1h прави една пълна обиколка около него за 18 земни дни, толкова продължава местната година (за сравнение Меркурий, планетата от Слънчевата система с най-къса година, обикаля около Слънцето за 88 земни дни). Така напълно естествено TRAPPIST-1 стана една от първите системи, които „Джеймс Уеб“ започна да изучава.

Ето какво смятахме за планетите от системата отпреди епохата „Джеймс Уеб“. Предполагаше се, че TRAPPIST-1b, най-близката до звездата си планета, е аналог на Меркурий, а TRAPPIST-1c – аналог на Венера, със сходен на венерианските радиус и маса. Третата планета TRAPPIST-1d се считаше за относителен аналог на Марс, тъй като е с радиус 79% и маса 30% от земните. Четвъртата, TRAPPIST-1e, със своя радиус 91% и маса 77% от земните, бе възприета за ана-



Системата TRAPPIST-1, сравнена със Слънчевата система

лог на Земята. TRAPPIST-1f е особен случай – с радиус 4% по-голям от земния, но парадоксално, със само 68% от земната маса тази планета е истинска загадка. Бе предположено, че е възможно да е воден свят. Тези трите – TRAPPIST-1d, TRAPPIST-1e и TRAPPIST-1f лежат в обитаемата зона около своята звезда, което позволява да се предположи, че на тях може и да има течна вода. Следващата, TRAPPIST-1g, има сходна плътност с тази на Земята и съвсем малко по-голям радиус и се намира по външния ръб на обитаемата зона, т.е. все още има някакъв шанс да притежава течен океан. Последната планета, TRAPPIST-1h, има една трета от масата на Земята и 76% от диаметъра ѝ. Тя обаче е твърде далече от звездата си и вероятно представлява леден свят.

„Джеймс Уеб“ започна най-напред да изучава най-близката до нейното слънце планета – TRAPPIST-1b. Предварителни

те резултати от телескопа съвпаднаха с очакванията – високи температури, достигащи около 230°C и липса на плътна атмосфера, т.е. тя наистина се оказва аналог на Меркурий.

Истинските изненади дойдоха, когато космическият телескоп проведе наблюдения на втората от планетите – TRAPPIST-1c. Оказа се, че на нея няма плътна въглеродна атмосфера – т.е. това не е аналог на Венера, дори и радиусът и масата да са същите. Данните от „Джеймс Уеб“ са съвместими с предположението за планета, която е гола скала без атмосфера, или с много тънка въглеродна атмосфера – по-тънка от тази на Марс.

Макар че все още не са пристигнали данните от трите най-интересни планети, TRAPPIST-1d, TRAPPIST-1e и TRAPPIST-1f, резултатите от проучването на TRAPPIST-1c загатват песимистични сценарии за техните характеристики.



*Илюстрация на TRAPPIST-1c. Изображението е единствено с илюстративна цел – „Джеймс Уеб“ не е заснел нито една снимка на планетите от системата TRAPPIST-1
Image credit : NASA, ESA, CSA, Joseph Olmsted (STScI)*

Отсъствието на плътна атмосфера на TRAPPIST-1c предполага, че тя се е формирала от първичен материал без съществено количество вода. И ако същият материал е участвал в образуването и на трите планети от обитаемата зона, това вероятно означава, че те не притежават нужните компоненти, за да загвият биологичната еволюция. TRAPPIST-1, за съжаление, не се оказва точен аналог на нашата Слънчева система.

На фона на песимизма покрай системата TRAPPIST-1, през месец януари и май телескопът „Джеймс Уеб“ проведе наблюдения на друга планета от груга планетна система. Това е планетата K2-18b, намираща се на 124 светлинни години от Земята и отново обикаляща около звезда тип червено джудже в обитаемата зона. Счита се, че K2-18b получава същото количество слънчева светлина, каквото Земята получава от Слънцето, което загатва за възмож-

ността за наличието на течен океан. Тази планета обаче не е истински аналог на нашия гом – масата ѝ е 8 пъти по-голяма от земната, а радиусът – 2.6 пъти по-голям, поради което K2-18b се класифицира като мининептун.

Резултатите от изучаването посредством „Джеймс Уеб“, публикувани в статия с водещ автор Никку Магхусудхан (Nikku Madhusudhan), свидетелстват, че планетата е богата на метан и въглероден диоксид, но не и на амоняк. Тези характеристики предполагат, че си имаме работа с представител на хипотетичните „хицеански“ планети (терминът обединява две думи на английски – hydrogen – водород, ocean – океан). Или иначе казано, планетата притежава водородна атмосфера и огромен воден океан. Авторите твърдят също така, че резултатите от „Джеймс Уеб“ показват наличието на диметил сулфид, вещество, което на Земята се образува

само по биологичен път, най-вече от микроводораслите, съставляващи фитопланктона в морските местообитания.

Бидейки човек, който работи в сферата на алгологията, тези заключения силно ме заинтригуваха. Но други учени се изказаха скептично относно изводите и призоваха колегите си да подхождат с изключително внимание, когато тълкуват данните от „Джеймс Уеб“. Миналата година изследователят Праджвал Нираула (Prajwal Niraula) от MIT и екипът му установиха, че моделите, които се използват за тълкуването на спектри, не са прецизни. Ето защо дадена група астрономи би могла да използва даден модел и да стигне до заключението, че в атмосферата на дадена планета има 5% водни пари, а друга група да използва друг модел и да установи, че става въпрос за 25%. Ще отнеме време и още много наблюдения на извънслънчеви планети, докато моделите станат доста-

точно точни за качествена интерпретация на данните от „Джеймс Уеб“.

Същото напомни и изследователят Раян Макдоналд (Ryan MacDonald) от Университета в Мичиган, който се специализира в изучаването на спектри на екзопланети, веднага щом излезе публикацията за K2-18b. Ученият призова да се проведат допълнителни независими анализи за тази планета, преди да се направят категорични заключения.

Най-сериозният проблем с проучването на K2-18b касае това дали планетата притежава диметилсулфид в своята атмосфера. Дори и учените все още да спорят за точното съдържание на въглероден диоксид или метан, ясно е със сигурност от данните на „Джеймс Уеб“, че тези съединения действително съществуват на K2-18b, като увереността е съответно 5 σ и 3 σ . Уточнение – колкото по-висока е стойността на σ , толкова по-голяма е вероятността да



Илюстрация на K2-18b. Изображението има единствено илюстративен характер – „Джеймс Уеб“ не е заснел снимка на планетата

Photo credit : ESA/Hubble

става въпрос за истинско откритие, а не за статистическо отклонение или случайна грешка. Златният стандарт във физиката на елементарните частици е резултат със статистическа значимост 5σ – напр. за откритието на Хигс бозона значението на тази стойност е 0,00003% шанс за статистическа флуктуация. При астрономията, съобщава Макдоналд, стандартът е 3σ .

Установяването на метан в гадена планетарна атмосфера е доста трудна задача – например до ден днешен се спори какво е съдържанието на това вещество в атмосферата на Марс. Фактът, че за наличието на метан в атмосферата на K2-18b, се дава стойност 3σ , показва, че това е достатъчно достоверен резултат – може да сме сигурни, че съединението наистина съществува, а не става въпрос за грешка. Но когато става въпрос за диметил сулфид, резултатът има статистическа значимост 1σ . Според Макдоналд това не е достатъчно добър резултат, за да се твърди, че има диметил сулфид на K2-18b.

Ако откритието се потвърди след анализ на други изследователи и на K2-18b наистина бъде установено със сигурност наличието на диметил сулфид, това ще е сериозна находка. Това все още няма да означава със сигурност, че сме открили чуждоземен живот – да, на Земята съединението се получава само по биологичен път, основно от микроводорасли, но дали е навсякъде така във Вселената? Всички усилия трябва да бъдат впрезнати, за да се потърси дали не съществува някакъв небιологичен път за синтезирането на това съединение – нека напомня, че мининептуните са почти изцяло непознати за учените, и макар и да са най-често срещаните планети в Галактиката, в нашата собствена Слънчева система такъв тип планета няма.

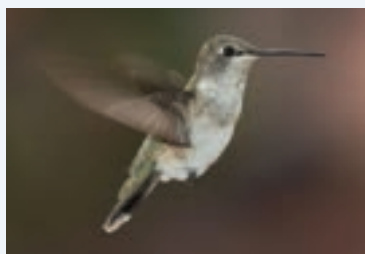


Гл. асистент д-р Светослав Александров работи в ИФРГ-БАН. Неговите научни интереси са в сферата на водорасловите биотехнологии, физиологията на растенията, растителната еволюция и космическата биология.

Живеем в изключително вълнуващи времена. Изминали са само две десетилетия от получаването на първия спектър на атмосферата на извънслънчева планета (планетата HD 209458b, в атмосферата на която през 2001 г. бе установено наличието на натрий). Преди 20-тина години човечеството притежаваше способност да изучава по-подробно характеристиките единствено на газови гиганти, по-големи от Юпитер, които са изключително горещи и обикалят на близко разстояние около своята звезда. Днес вече разполагаме с технологичната способност да изучаваме за пръв път планети с размера на Земята, намиращи се в обитаемата зона около своята звезда. Ние обаче сме още съвсем в началото на това приключение – не само сме далеч до изясняването на въпроса дали сме сами във Вселената, но едва сега се доближаваме до разбирането чуждоземните планети какви атмосфери и повърхности имат. Но важно е следното – за пръв път разполагаме с данни, за да могат учените да разсъждават по тях и да дискутират. ■

Колибри пазят гнездата си под „чадър“ на ястреби

Колибрите са най-гребните и беззащитни съвременни птици. Обитават обширен район на американския континент от Аляска на север до Огнена земя на юг, но истинското им царство са влажните гори около река Амазон-



ка. Днес са познати около 340 вида, които са обединени в отделно сем. Колиброви (Trochilidae) към разряда на Бързолетоподобните птици (Apodiformes). Най-гребният познат вид колибри – *Mellisuga helenae* има дължина на тялото само около 3 – 5 см т.е. колкото една едра пеперуда, а теглото му е едва 1.8 грама! А най- едрото колибри – *Patagonia gigas* едва достига размерите и теглото на едно нашенско врабче. Но независимо от гребните си размери колибрите учудват биолозите с изключителната бързина на техните крилца, които могат да „пърхат“ около цветовете на растенията със скорост до 200 маха в секунда, а сърдечният им пулс достига на моменти до невероятните 1000 удара в минута!

Както всички гребни обитатели на природата и те имат многобройни неприятели и често стават жертва на различни хищници – от гребни бозайници и влечуги до по-едри грабливи птици. Особено уязвими са техните гнезда, които макар и скрити в различни дървета, в почвата или скални теснини, често са обект на нападения от сойки, гризачи, гуцери, белки или други хищници. През 2009 г. американският орнитолог проф. Харолд Грийни (prof. Harold Greeney) забелязал и изказал хипотеза, че наблюдавал някои видове колибри, които предпочитали да гнездят в близост до гнездата на ястреби, независимо, че и те са едни от неприятелите им? Това вероятно било от полза за гнездещите птици?

Проверка на тази хипотеза направили в последните години американски и канадски орнитолози, които изследвали по-подробно

гнездовото поведение на широко разпространения вид колибри – *Aristolochus alexandri*, обитаващ юго-западните райони на САЩ от Мексико до Британска Колумбия в Канада. Резултатите са публикувани в

известното научно списание *Sciences Advances* (2023). Оказало се наистина, че колибрите Аристолохус александри предпочитат да гнездят в близост до гнездата на ястреба *Accipiter cooperii*, който се оказал и техен „защитник“. Колибрите не разполагали гнездата си в хоризонталната плоскост с тази на гнездата на ястреба, а винаги на определена височина под неговите гнезда. Когато ястребът е в гнездото си или до него той има обхват на погледа си към земята във формата на конус или чадър, обърнат с върха към гнездото му. Именно в този конус на „безопасност“ колибрите строят гнездата си. Когато белки, сойки или други хищници се насочат към гнездата на колибрите, още преди приближаването им към този конус или чадър, те биват нападени от ястребите и бързо прогонвани далече от гнездата на ястребите и колибрите. Дребните и бързи колибри обаче подхождали към гнездата си по вертикалата под него. Авторите на изследването даже установили, че когато гнездото на ястреба е на височина на дървото от 20 м., то диаметърът на конуса или чадъра на безопасност под него е с площ около 100 кв.м. и гнездата на колибрите имат преживяемост до около 70%, докато при липсата на такава „защита“ тази преживяемост била значително по-ниска – около 19%. Според изследователите, ястребите избягвали нападения на колибрите поради това, че те били твърде гребни жертви за тях и улавянето им било неизгодно и в енергетичен план за значително по-едрите хищници.

По *Live Science* и *Наука и Жизнь*