

Български астроном откри забележителна планета

Петко Негялков

Неотдавна колектив от 69 астрономи, работещи в 40 от най-престижните институции по света, предвождан от българина Трифон Трифонов, оповести за откритието на скалиста транзитивна екзопланета, наречена Глизе 486 b – една от малкото с достъпни за изследване екзопланетни атмосфери. Вестта за новата планета бе публикувана на 4 март 2021 г. във влиятелното научно списание Science.

Трифон Трифонов е възпитаник на катедра „Астрономия“ при Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, където през 2009 получава магистърска степен по астрономия и астрофизика. Неговата магистърска теза и първите му научни публикации имат



Трифон Трифонов

за предмет новите в галактиката М31. По времето на своето следване той се присъединява към изследователската група по тази тематика, сформирана в катедрата през 2004 г.

През 2010 г., по време на ежегодните международни школи по астрономия, организирани от германското сдружение „Макс Планк“, Трифонов е оценен високо и по-късно започва докторантура в Хайделбергския университет „Рупрехт Карлс“, където през 2014 г. защитава дисертация под научното ръководство

на проф. Андреас Куиренбах (Andreas Quirrenbach), директор на Федералната астрономическа обсерватория в Кьонигшул и ръководител на група по извънслънчеви планети.

Далече от своята Алма матер, по време на докторантурата си в чужбина, Трифонов не забравя своите

български колеги. Предоставя им оригинален наблюдателен материал за нови в М31, получен с роботизирания от него телескоп на Кьонигшулската обсерватория. Помага и за роботизирането на телескопа на катедра „Астрономия“, работещ в Студентската астрономическа обсерватория Плана.

След успешната защита на дисертацията си, г-р Трифонов специализира две години при светилото по планетна динамика г-р Ман Хои Ли (Man Hoi Lee), ръководител на департамента „Науки



Д-р Трифон Трифонов (втори ред, вторият отляво) и неговият научен ръководител проф. Андреас Куиренбах (втори ред, най-отдясно) заедно с групата по извънслънчеви планети пред телескопа на Федералната астрономическа обсерватория на Хайделбергския университет (2019 г.)

за Земята“ в Хонгконгския университет. От 2016 г. досега г-р Трифонов е научен сътрудник в департамента „Плането-и звездообразуване“ на Института по астрономия „Макс Планк“, Хайделберг. Неотдавна той печели стипендия по българската национална научна програма „Млади учени и докторанти 2019“, която отчита с престижна публикация, определена като най-цитираната статия в област „Физически науки“ на автор, работещ в българска научна институция за 2020 г. През същата година Гьотингенската академия на науките го отличава с Наградата за млади учени в областта на математиката и природните науки.

Най-общо, изследователската му работа е свързана с търсене на планети около маломасивни звезди от главната последователност и на гиганти с междинна маса от късни спектрални класове посредством точна доплерова спектроскопия. Специалист е по наблюдения, обработка и анализ на спектрални данни за лъчевите скорости на звезди. Той е и експерт в анализа на устойчивостта на екзопланетните орбити – особено трудна задача, когато екзопланетата обикаля около едната от компонентите на двойна звезда. Разработил е специализиран програмен продукт за периодограмен анализ, който позволява да бъдат търсени планети около изследва-



Доц. г-р Петко Недялков е завършил „Астрономия“ във Физическия факултет на СУ „Св Климент Охридски през 1988 година. Остава на работа в катедра „Астрономия“, където защитава докторска дисертация през 1998 година. От 2005-а година е доцент, а в периода 2011 – 2015 и ръководител на катедрата. Той е бил научен ръководител на младия български астроном Трифон Трифонов, който участва в откриването на новата екзопланета.

ните звезди. Български учени от катедра „Астрономия“, в сътрудничество с него, прилагат през 2020 г. този съвременен софтуер, за да уточнят променливостта на най-дългопериодичната цефеида от галактиката Андромеда и определят, през 2021 г., периода на блазар, чийто блясък показва строго периодически изменение.

Д-р Трифонов е автор на над 100 научни публикации, от които повече от половината са във високоимпактни списания, попадащи в първия квартал (Q1) на най-престижните наукометрични бази данни. Трудовете му са цитирани повече от 1500 пъти, а за неговия авторитет на световно признат учен говори и фактът, че той рецензира статии в най-реномираните астрономически списания по света.

Екзопланети около червени джуджета. Преди откриването на Глизе 486 b

са известни 4685 извънслънчеви планети в 3460 планетни системи, сред които кратните (с повече от една планета) са 768 системи. Два са най-ефективните методи за търсене на екзопланети в съвременната астрономия: 1) на пасажите/транзитите, при които планетата затъмнява диска на родителската звезда, и 2) на лъчевите скорости, при които планетата разлюлява леко родителската звезда, променяйки периодически нейната скорост по зрителния лъч. Преди 4 март 2021 г. 3402 извънслънчеви планети са открити по пасажния метод и 911 – по метода на лъчевите скорости.

Измерването на физическите характеристики на екзопланетите и звездите, около които те обикалят, е възможно благодарение на съчетаването на прибори с висока чувствителност, обезпечаващи различен тип данни. В случая на Глизе 486 b това са приборът КАРМЕНЕС (тук заг КА в абревиатура се разчита обсерваторията Калар Алто, заг МЕ – джуджета от спектрален клас М с Екзопланети, а заг С – Спектрограф) и космическият телескоп ТЕСС (Сателит за обзор на Транзитиращи Екзопланети). КАРМЕНЕС е създаден от консорциум, обединяващ усилията на 11 научни института от Германия и Испания, ръководен от проф. Киуренбах, бивш научен ръководител на г-р Трифонов, а ТЕСС е проект на НАСА.

Неслучайно със спектрограф като КАРМЕНЕС се търсят екзопланети около червените джуджета от спектрален клас М. Тяхната неголяма маса (в рамките от 1/10 до 1/2 слънчеви маси) прави по-лесно откриването на малки планети около тях. Звездите джуджета синтезират в своите недра хелий от водород. Цветът на М-джуджетата е червен заради ниските им – по звездни мащаби

– температури от около 3000 градуса. Малката им маса е главната причина те да изразходват ядреното си водородно гориво толкова икономично, че то им стига за стотици милиарди години. С други думи, възрастта на най-старите от тях е почти колкото възрастта на Вселената. В същото време в спирални галактики като Млечния път, процесът на раждане на звезди действа и понастоящем. Това означава, че всички червени джуджета, и родените преди 13 млрд. години, и родените сега, са живи. И тъй като веществото, от което се раждат звезди, е в непрекъснат процес на обогатяване с тежки елементи, които астрономите наричат метали, сред М-джуджетата има всякакви – от най-стари и бедни на метали до най-млади и богати на метали. Именно наличието на достатъчно метали е съществено за възможността да съществуват екзопланети от земен тип, тъй като добре известно е, че значим дял в масата на Земята имат елементи, по-тежки от водорода и хелия.

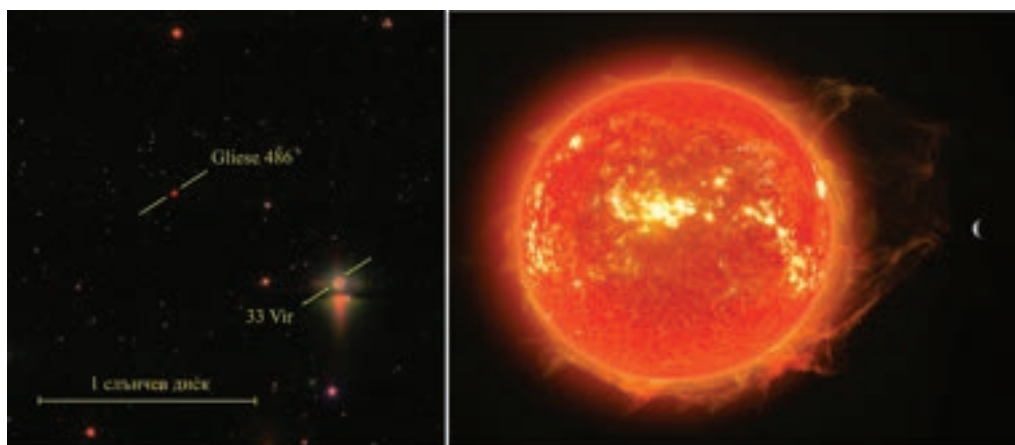
За астрономите особен интерес представляват не просто планетите със земни размери и химически състав, а такива, които попадат в т.н. „обитаема зона“ – в обхвата от разстояния около гадена звезда, в който водата може да съществува в течно състояние на повърхността на планетата. Очакваните периоди на обикаляне на земни планети в обитаема зона около М джуджета са от порядъка на няколко десетки дни, а очакваните изменения на лъчевата скорост на звездата, които такива планети предизвикват, са достатъчно големи, за да се регистрират със съвременните инструменти. С цел да получат по-силен сигнал, астрономите естествено се ограничават до звезди в близката слънчевата околност от

33 св. г., където М джуджета са 283 на брой или около 80% от всички звезди върху главната последователност. Сред тях са известни 50 екзопланети, които обикалят около 35 М джуджета, в това число най-близките екзопланетни системи, като Проксима Центавър и „лещащата“ звезда на Барнард.

Екзопланетата и нейното „слънце“. Колективът, воден от г-р Трифонов, изследва червено джудже от спектрален тип М3.5, на разстояние 26,4 св. г. от нас. Тя е слаба звезда с блясък от 11,4 звездна величина, попадаща в съвездието Дева, а 33 Vir е най-близката до нея звезда, видима с просто око. Глизе 486 е най-обикновена звезда с радиус 1/3 от слънчевия, маса 1/3 от слънчевата маса и период на околоосно въртене около 130 денонощия, но е малко по-богата на метали от слънцето.

По спектри, получени с КАРМЕНЕС и още два подобни спектрографа, е измерена многократно лъчевата скорост на звездата Глизе 486 и е установено, че те се менят с период 1,467 денонощия, дължащ се на смущения от невидима планета, обикаляща около звездата. Същата периодичност от 1,467 денонощия е потвърдена и по 13 пасажа на екзопланета пред диска на родителската звезда по фотометрични данни от ТЕСС. Съгласно правилата на Международния астрономически съюз за наименуване на екзопланети ѝ е гадено името Gliese 486 b. Измерените лъчеви скорости и апроксимиращата ги крива на лъчевата скорост, произведена с програмния продукт на г-р Трифонов, са показани на схемата на стр. 40 заедно с пасажа на екзопланетата по данни на ТЕСС.

Уникалното в нейния случай е фактът, че Глизе 486 b се нарежда като третата по близост до нас екзопланетна система и като най-близката до нас транзитираща



Вляво: Фрагмент от звездното небе с размер $1^\circ \times 1^\circ$ около звездата Глизе 486 (в центъра), получено с 2.5м телескоп на американската обсерватория Апаچی пойнт. В долния десен ъгъл е ярката звезда 33 Vir, чиято неправилна форма е артефакт. Вдясно: Екзопланетата и нейната родителска звезда, нарисувани в близък план от художник

ща екзопланета около червено гжудже с измерена маса.

Строго погледнато, данните за лъчевата скорост позволяват да се определи само периода на обикаляне на екзопланетата и отношението „маса на планетата/маса на звездата“. Масата на звездата обикновено е известна госта точно от нейните спектрални характеристики. Въпреки това остава неизвестен един важен фактор – наклонът на равнината на орбитата спрямо лъча на зрение. Но ако планетата има пасаж, както е случаят с Глизе 486 b, равнината на нейната орбита трябва почти да съвпада с лъча на зрението. Важни физически параметри на планетата като радиус и плътност се определят от дълбочината на пасажа. Равновесната температура на планетата се определя по баланса между количеството енергия, която тя получава от звездата и количеството енергия, което излъчва (но тук трябва да се приеме някаква стойност за отражателната способност на планетата, т.н. „албедо“, което зависи преди всичко от наличието или отсъствието на облаци в нейната атмосфера). Във формата

на кривата на лъчевата скорост е закодирана важна информация за ексцентрицитетата на планетната орбита.

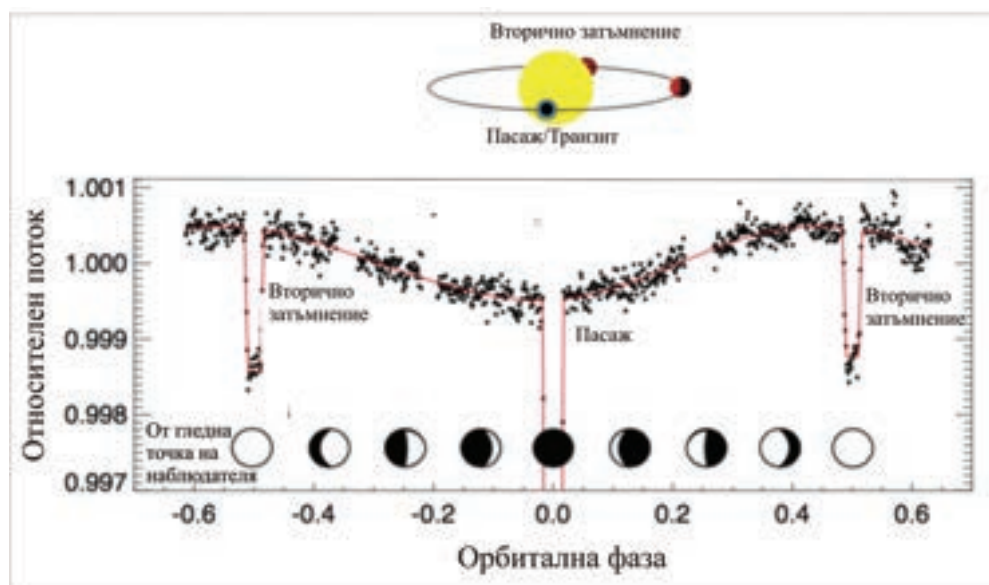
Д-р Трифонов и колегите му извървяват всички стъпки на този сложен анализ. Глизе 486 b се оказва планета с маса 2,8 земни маси и радиус 1,3 земни радиуса, което я поставя между планетите от тип „Земя“ и „Свръхземя“. Тя се движи в равнина, много близка до зрителния лъч, по почти кръгова орбита около родителската си звезда, на разстояние едва 1/50 от разстоянието Земя-Слънце. Гравитационно ускорение на повърхността на екзопланета е 1,7 по-голямо от земното. Средната плътност на екзопланета сочи, че желязото и силицият са в пропорция, близка до земната и тази на Венера.

Глизе 486 b получава от своето „слънце“ 40 пъти повече енергия, отколкото получава Земята от Слънцето. При предположение за реалистично албедо 0,3 (което означава, че около 1/3 от получената енергия се отразява обратно в космоса, а 2/3 се поглъщат), температура на нейната повърхност би следвало да е 640 K. В случай, че планетата

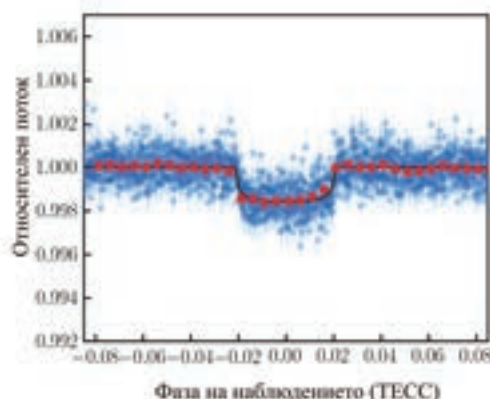
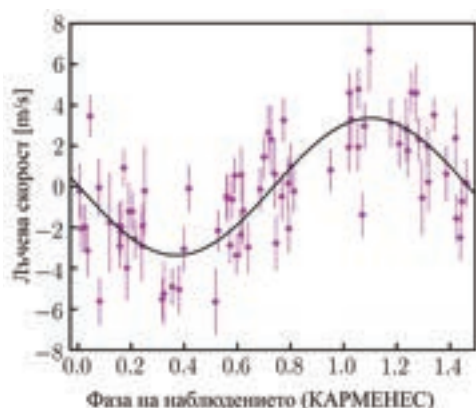
няма атмосфера и поглъща изцяло получената от своята звезда енергия, нейната температура би следвало да е 700 K, почти колкото на Венера.

Въпреки че Глизе 486 b е потвърдена по пасажния метод и метода на лъчевите скорости, нейната атмосфера все още не е изследвана детайлно. Причината за това е малкият размер на екзопланетата, който затруднява получаването на спектър с добро отношение сигнал/шум. Това ще стане възможно едва след планираното за 31 октомври 2021 г. извеждане в орбита на новия космически телескоп „Джеймс Уеб“. Един от начините за изследване на атмосферата на екзопланетата е методът на преминалата светлина, когато планетата преминава пред диска на родителската звезда (първично затъмнение). В този случай планетната атмосфера играе ролята на филтър, през който преминава част от светли-

ната на звездата. В резултат на това, в спектъра на звездата се „впечатват“ линии на поглъщане от атомите и молекулите в атмосферата на планетата. Друга възможност за изследване на планетната атмосфера е да се регистрира излъчване от планетата. Правят се наблюдения на планетата и звездата преди планетата да се скрие зад диска на родителската звезда (близо до вторичното затъмнение) и когато планетата е зад звездата (самото вторично затъмнение). Разликата между тези спектри дава спектър на планетата. В оптичния диапазон то се доминира от звездна светлина, отразена от облаците в атмосферата на планетата, а в инфрачервената област – от погълната от планетата светлина, преработена и преизлъчена като топлина. Схемата дава нагледна представа за големината на погобен ефект за планетата от тип



Примерна крива на инфрачервения блясък на звезда с планета горещ юпитер, с уверено регистрирани първично (по време на пасаж) и вторично затъмнение. Обърнете внимание на по-големия поток преди скриването на планета зад звездата, който се дължи на допълнителната светлина от планетата. Пригодена по Фиг. 1 от Bean et al., 2018, PASP, 130, 114402



Вляво: Средна фазова крива на лъчевата скорост за периода, определен с програмния продукт на д-р Трифонов. **Вдясно:** Средна фазова крива на блъсъка и индивидуалните оценки на блъсъка на звездата около пасажа на екзопланетата по данни на TESS за същия период. Пригодена по Фиг. 1 от Trifonov et al., 2021, Science, 371, 1038

горещ юпитер HD 189733 b – гигантска планета в близка орбита около родителската си звезда. В този случай промяната в регистрирания поток по време на транзит е 0,025 от средния поток, а по време на вторичното затъмнение – едва 0,002 от средния поток. В рамките на един период сумарният поток на планетата и звездата се променя плавно в рамките на 0,001 от средния, заради различната осветеност на планетата (фази, подобни на фазите на Луната или на Венера). При Глизе 486 b промяната в регистрирания поток по време на транзит е много малка – 0,002 от средния поток (вж. снимката вдясно), а вторичния минимум (досега незарегистриран), се очаква да бъде с един порядък по-малък, което прави много трудно регистрирането му с наличните в момента телескопи.

Стандартни диагностични показатели позволяват да се предскаже доколко атмосферата на една планетата е подходяща за изследване с методите на спектроскопията в преминала и излъчена светлина с космическия телескоп „Джеймс Уеб“. Авторите използват тази диагностика, за да сравнят Глизе

486 b с 25 скалисти планети с радиуси, по-малки от два земни радиуса. Тяхното заключение е, че Глизе 486 b е първа по очаквано отношение сигнал/шум за спектроскопия в излъчена светлина и втора, след ТРАППИСТ-1 b, – за спектроскопия в преминала светлина. Има голяма вероятност Глизе 486 b да е загубила напълно своята първична атмосфера от водород и хелий, които съставляват около 98% от масата на нейната родителска звезда. Но високата температура и вулканичната активност на подобни планети – подходящ пример е екзопланетата 55 Can e – могат да доведат до образуването и задържането на вторична атмосфера с по-сложен химичен състав. В крайна сметка Глизе 486 b не е достатъчно гореща, за да има изцяло разтопена повърхност от лава, което я прави забележителна планета, чиято атмосфера ще бъде изследвана в най-близко бъдеще. ■

Тази публикация е подкрепена по проект РАЦИО Д01 – 383/18.12.2020 от националната пътна карта за научни инфраструктури на МОН.

Неизвестна Сколопендра амфибия е открита в Япония

Сколопендрите са едни от най-егрите и най-отровни сухоземни представители на огромния клас на Многоножките (Myriapoda). Досега на науката са познати около 100 вида сколопендри, обединени в род Сколопендра (*Scolopendra*), които обитават основно сухи припечни места и са хищници. Нападат и се хранят с разнообразни животни – насекоми и техните ларви, червеи, паякообразни, мекотели и др. Често атакуват и по-дребни гущери, жаби, птици и гризачи. Опасното им оръжие са здравите и закривени хитинени челюсти на главата, снабдени и с отровни жлези за парализиране и убиване на жертвите. Ухапванията на някои по-егри тропически видове сколопендри са опасни и за човека. Най-егрите отровни представители на рода Сколопендра достигат внушителни размери до 20 – 30 см. и с право ги наричат „Гигантски сколопендри“.

През април 2021 г. в научното списание ZooKeys бе публикувано съобщение, че в Япония (префектура Окинава) и в Тайланд е намерена една непозната досега гигантска сколопендра, която навлиза понякога и в планинските реки и потоци, за да лови водни животни за храна. Тя достигала на дължина до 20 см. при дебелина на тялото около 2 см., което я нарежда на почетно място в редиците на гигантските многоножки в света. Оказва се, че тя е третият известен досега представител на стеножките, който навлиза да ловува и в различни водоеми, поради което я наричат и сколопендра амфибия. Интересно е да отбележим, че досега са открити и

описани в науката само 2 вида сколопендри амфибии. Първият от тях е намерен през 2016 г. също в потоци в Тайланд и е наречен от учените *Scolopendra satacista*, а вторият е открит в реки на Филипинските острови (Югоизточна Азия) през 2018 г. и е описан под научното име *Sc. paradoxa*. А името на новата сколопендра-амфибия в зоологическата класификация, открита през последните месеци, е *Sc. alcyona*. Според откривателите на новата сколопендра амфибия тя е наречена на името на древногръцкия митически герой Алцион, който бил наказан и превърнат от Зевс в дребна птица – земеродно рибарче.

Откривателите – г-р Шо Цукамото (Dr Sho Tsukamoto) и г-р Сатоси Шиманоа (Dr Satoshi Shimanoa) започнали и по-подробни екологични и молекулярно биологични изследвания. Те считат, че тя е останала неизвестна на науката, защото обитава само високопланински необитаеми райони и места

с бързи горски ручей, рядко посещавани от човека. В Япония вече е обявена за много рядък и застрашен вид. Извършените молекулярно генетични изследвания не са показали генетична близост с други известни видове сколопендри от страната, което поставя и въпроси относно нейния произход и еволюция. Изготвена е програма за мониторинг и по-подробно изучаване на биологията и екологията на вида с цел опазването му като оригинален компонент на японската и световната фауна.

По Zoo Keys и Популярная механика



Scolopendra alcyona, пълзяща по речното дъно за търсене на храна