

ГРАВИТАЦИОННАЯ АСТРОНОМИЯ

ЛИНЗА ПО ИМЕНИ СОЛНЦЕ

ТЕКСТ: АНАСТАСИЯ ШАРТОГАСHEВА



ИСПОЛЬЗУЯ СОЛНЦЕ КАК ОГРОМНУЮ ЛИНЗУ, МОЖНО СДЕЛАТЬ ЧЕТКИЙ СНИМОК ПЛАНЕТЫ, КОТОРАЯ ВРАЩАЕТСЯ ВОКРУГ ДРУГОЙ ЗВЕЗДЫ. ДЛЯ ЭТОГО ПОТРЕБУЕТСЯ ОТПРАВИТЬ РОЙ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛЕСКОПОВ ДАЛЕКО ЗА ПРЕДЕЛЫ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ, НО СНАЧАЛА УЧЕНЫМ ПРЕДСТОИТ ОПРЕДЕЛИТЬСЯ С «ФОТОМОДЕЛЬЮ»: ЕЙ ДОЛЖНА СТАТЬ ЭКЗОПЛАНЕТА, НА КОТОРОЙ С БОЛЬШОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ ЕСТЬ ЖИЗНЬ.

Если устроить конкурс на самую популярную у широкой публики область науки, то астрономия наверняка окажется в тройке победителей – точнее, та ее часть, которая занимается поиском жизни за пределами Земли. Особенно модной эта тема стала с середины 1990-х, когда астрономы нашли методы, позволяющие искать планеты у далеких звезд, оценивать их массу, расстояние до их светила и даже получать информацию о составе их атмосфер.

ЛУЧШЕ ОДИН РАЗ УВИДЕТЬ

Сегодня счет открытых экзопланет идет на тысячи; любовь публики к новостям о них, а особенно о потенциально обитаемых планетах, позволила найти средства на строительство специализированных инструментов, таких как космические об-

серватории Kepler и GAIA, и выделить на поиск экзопланет месяцы наблюдательного времени наземных телескопов. Мы уже очень много знаем об открытых экзопланетах, умеем оценивать температуру воды на их поверхности и количество кислорода в атмосфере. Но никто из живущих еще ни разу не видел экзопланеты так, как мы видели планеты Солнечной системы, – на фотографиях, где можно разглядеть детали рельефа или, например, облака. Большую часть экзопланет обнаруживают косвенными методами – измеряя скорость звезд, колебания их яркости и отклонения орбит. Напрямую наблюдать можно только очень немногие из планет – те, что находятся относительно близко. Их можно даже фотографировать, но качество таких снимков получается ниже, чем у надевшей шуму первой фотографии черной дыры. Как правило, планеты выглядят на них как несколько ярких пикселей.

Однако получить четкие фотографии планет у других звезд теоретически возможно, и группа ученых из Лаборатории реактивного движения (JPL) предложила такой проект. Сейчас SGLP (Solar Gravity Lens Project) занимаются JPL и некоммерческая организация Aegospace. Идея заключается в том, чтобы использовать Солнце как гравитационную линзу и через нее получить увеличенные в сто миллиардов раз изображения планет, которые обращаются вокруг чужих звезд.

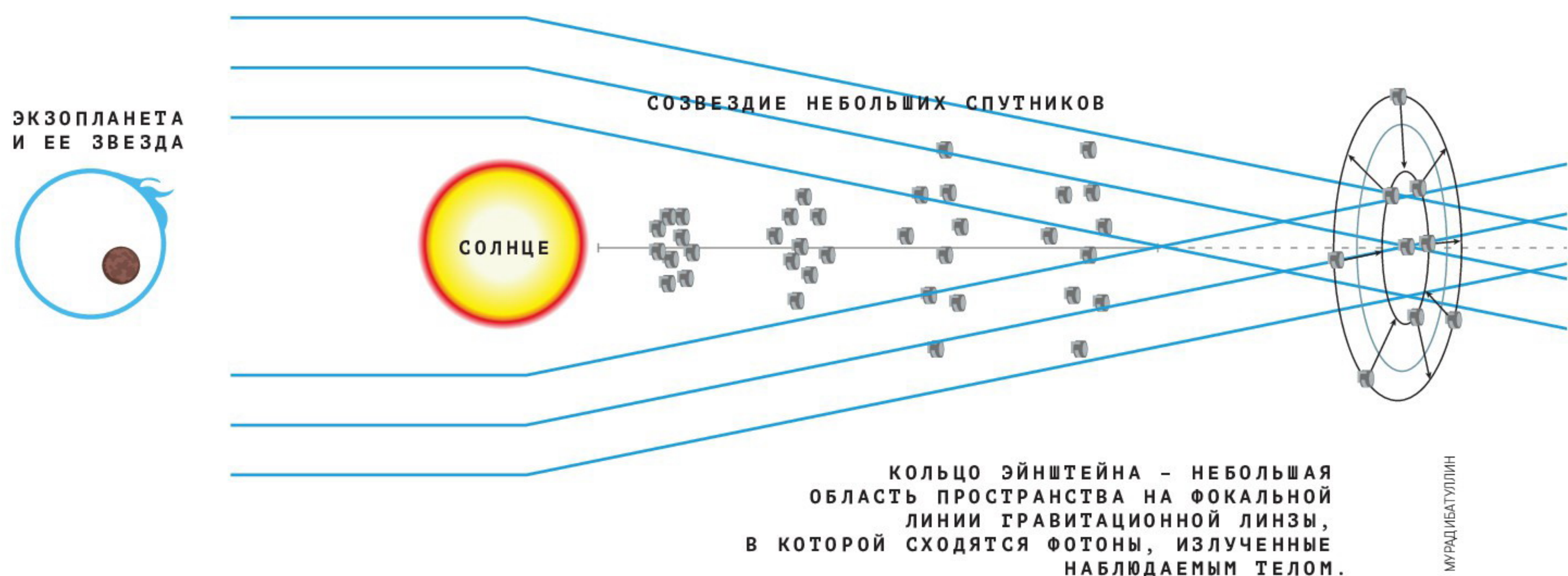
По предварительным расчетам, даже небольшой телескоп с зеркалом диаметром в метр и скромным по современным меркам коронографом (устройством, позволяющим блокировать свет Солнца), размещенный в фокусе солнечной гравитационной линзы, даст изображение экзопланеты, удаленной на сто световых лет, – такое, на котором каждый пиксель будет соответствовать километру поверхности экзопланеты. Для того чтобы снять аналогичное изображение без солнечной линзы, потребовался бы телескоп с зеркалом диаметром около 80 км.

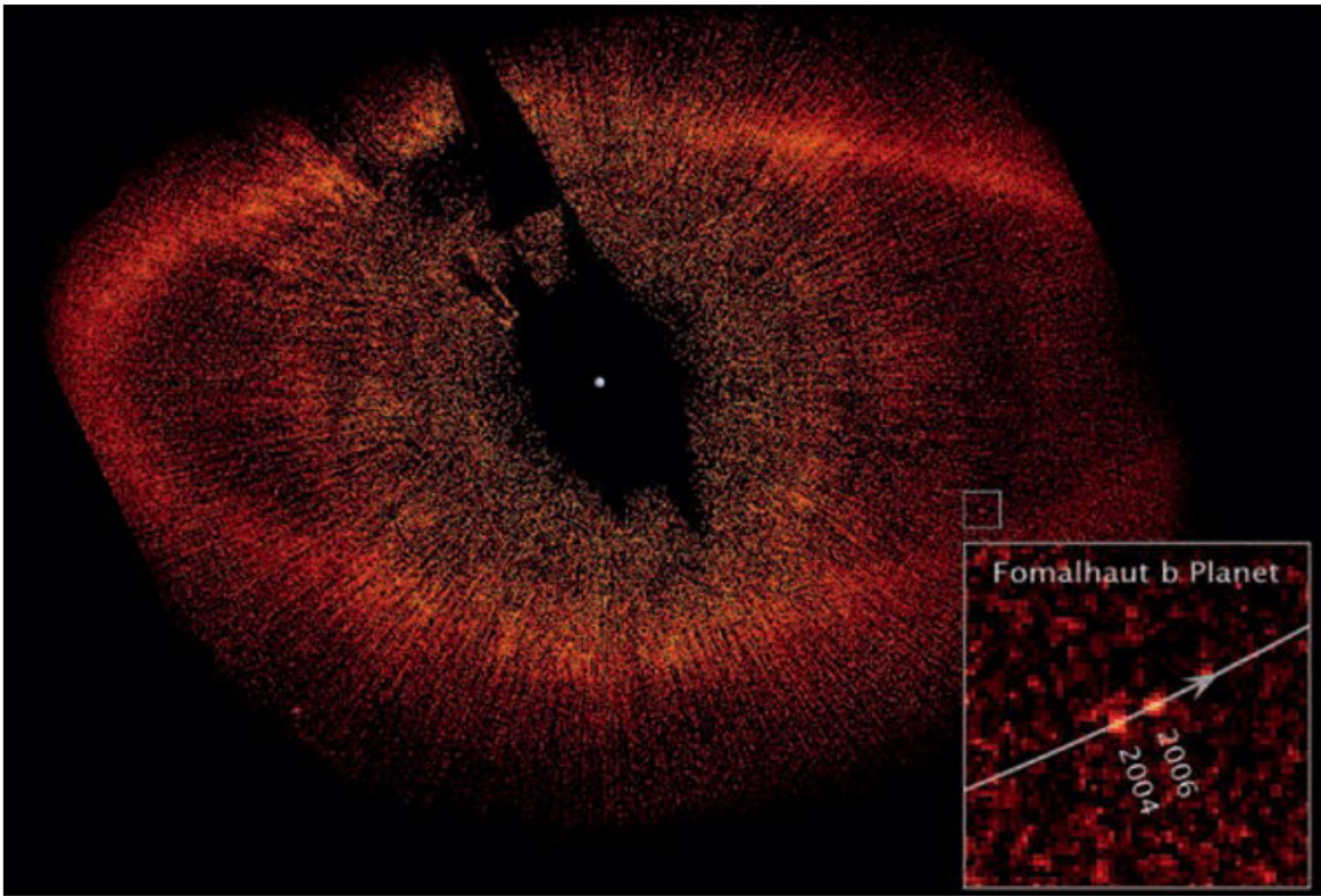
СОЛНЦЕ КАК ЛИНЗА

Существование гравитационных линз предсказал еще Эйнштейн; из его общей теории относительности вытекает свойство массивных объектов искривлять пространство-время, а вместе с ним и траекторию распространения света. Вблизи очень тяжелых тел – галактик и их скоплений, черных дыр и даже отдельных звезд – фотоны летят по кривой, кривизна которой зависит от массы этих тел. Поэтому для наблюдателя, находящегося по другую сторону от наблюдаемого источника света, массивное тело может служить линзой, позволяющей увидеть очень далекие объекты. Сегодня гравитационное линзирование – распространенный астрономический метод; с его помощью получают, например, изображения галактик, расположенных далеко за пределами возможностей наших телескопов.

Солнце – самый массивный объект в нашей планетной системе и единственный достаточно тяжелый для того, чтобы создаваемая им гравитационная линза позволила получить изображение тела планетных масштабов, удаленного на расстояние до ста световых лет. Но, чтобы воспользоваться способностью звезды искривлять пространство, нужно находиться в фокусе солнечной гравитационной линзы. В отличие от обычных линз, у гравитационных нет точки фокусировки – вместо этого у них есть фокальная линия; у Солнца она начинается на расстоянии 547,8 а. е. от звезды, то есть в 547,8 раза дальше, чем наша планета, и далеко за пределами Солнечной системы. Даже «Вояджер-1», самый далекий от Земли космический аппарат, одолел пока только 140 а. е. «Вояджер» – один из главных источников вдохновения для SGLP: запущенный сорок один год назад, он до сих пор подчиняется командам с Земли. В 2017-м астрономы ненадолго включили его двигатели, в последний раз работавшие за 37 лет до этого. Опыт «Вояджера» показывает, что современный уровень развития земных технологий позволяет создавать технику, способную работать в космосе десятилетиями, и управлять ей на огромных расстояниях.

Согласно одному из концептов, предложенному командой SGLP, созвездия небольших космических аппаратов можно будет запускать на фокальную линию каждый год; те, что прилетят на место раньше, смогут поделиться с новоприбывшими данными и настройками. Кроме того, такая стратегия позволит наблюдать за экзопланетой в течение долгого времени.

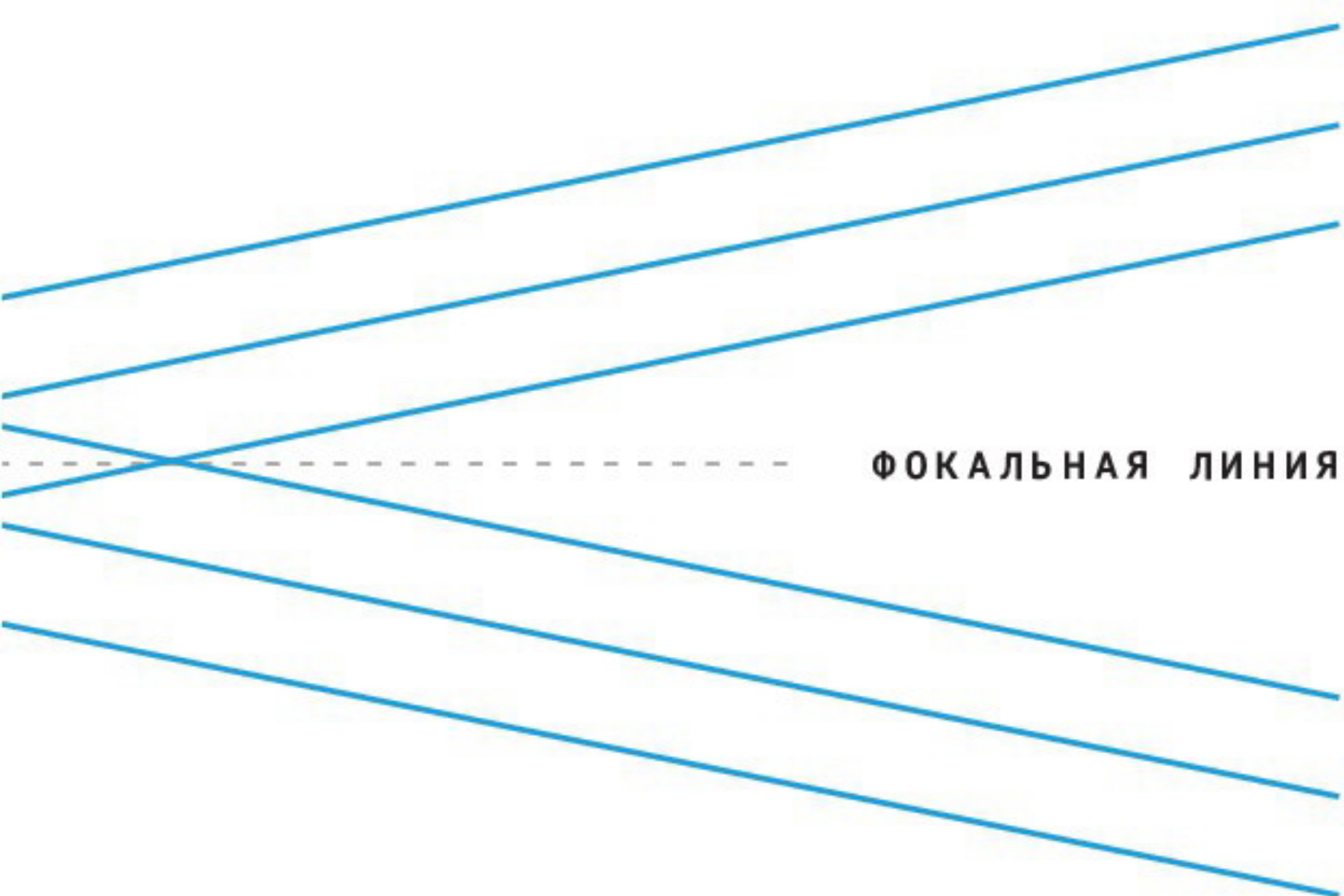




Крошечная точка на снимке остаточного диска пыли и обломков вокруг звезды Фомальгаут – это планета Дагон, или Фомальгаут b, первая, которую удалось обнаружить путем прямых наблюдений и сфотографировать. Снимок создан в результате наложения изображений, полученных космическим телескопом Hubble.

ЗЕМЛЯ 2.0

Участники проекта SGLP предлагают несколько концепций солнечной гравитационной обсерватории: она может выглядеть как один аппарат или рой небольших телескопов, которые выстроятся на участке фокальной линии. Пока второй вариант кажется более перспективным. Специалисты Aerospace предполагают, что миссия может состоять из нескольких аппаратов массой до 10 кг; небольшие размеры, в частности, позволят путешествовать быстрее за счет «солнечного паруса», использующего давление солнечного света на зеркальную поверхность.



Возможность ускориться для такой дальней миссии критически важна. На то, чтобы преодолеть необходимое расстояние, уйдут десятки лет, двадцать – при огромной скорости в 20–30 а. е. в год, до сих пор практически недостижимой.

Солнечный гравитационный телескоп сможет по пути собрать ценные данные, но главная цель у него будет одна: сфотографировать одну-единственную экзопланету, расположенную на одной прямой с аппаратом и Солнцем. Учитывая это, выбирать мишень для проекта нужно очень тщательно. Планета-кандидат должна быть каменной, находиться в обитаемой зоне своей звезды, иметь близкую к земной атмосферу. Выбрать такую планету (участники SGLP называют ее Землей 2.0) еще только предстоит – пока известно слишком мало планет земного типа вблизи Солнца и данных о них недостаточно. Ближайшие годы участники проекта со стороны JPL проведут, отслеживая результаты других экзопланетных миссий, уже осуществленных и планируемых. Большие надежды возлагаются на телескоп Джеймса Уэбба, который должен потратить несколько месяцев на изучение атмосфер уже известных экзопланет, и другие проекты космических телескопов, специализированных для поиска планет у других звезд. Как только достойный кандидат на звание Земли 2.0 будет найден, миссии SGLP будет дан старт.

Вполне возможно, что найти обитаемую экзопланету удастся традиционными методами, без солнечной гравитационной линзы, отмечают специалисты из JPL; тогда SGLP отправится на фокальную линию, чтобы прислать на Землю фотографию нового живого мира. Кроме оптического телескопа миссия будет нести и другие инструменты – спектрометры, которые дадут ученым даже больше информации о Земле 2.0, чем фотография в видимом свете. Но картинка есть и будет главной целью, потому что ее можно показать людям, далеким от астрономии. Участники SGLP говорят об этом в каждой научной статье и на каждой пресс-конференции: только при условии искреннего интереса публики возможно строительство дорогостоящих космических миссий. «Портрет» Земли 2.0 – это лучшее из того, что ученые могут дать нам взамен.