

НАУКА НЕВОЗМОЖНОГО

ЭКЗОПЛАНЕТЫ

М Е Ж П Л А Н Е Т Н А Я

ПРЕЖДЕ ЧЕМ ОСТАВИТЬ СЛЕДЫ НА ПЫЛЬНЫХ ТРОПИНКАХ ДАЛЕКИХ ПЛАНЕТ, ЛУЧШЕ ОБЗАВЕСТИСЬ НАДЕЖНЫМИ КАРТАМИ. К ТОМУ, ЧТОБЫ РАЗЛИЧИТЬ ОЧЕРТАНИЯ МАТЕРИКОВ, ГОРЫ И ОКЕАНЫ ЭКЗОПЛАНЕТ, АСТРОНОМЫ ОСТОРОЖНО ПОДСТУПАЮТСЯ УЖЕ СЕГОДНЯ.

Наблюдать напрямую из почти что 4000 известных экзопланет удалось меньше 50, и все это – газовые гиганты массой больше Юпитера. Считается, что следующим поколениям телескопов будут доступны прямые наблюдения далеких небольших планет земного типа. Однако и тогда они в лучшем случае будут видны как тусклые, неверно мерцающие точечные источники. Но и такой слабой точки может быть достаточно для того, чтобы если не увидеть, то хотя бы реконструировать ключевые детали на поверхности экзопланеты, включая даже возможные сооружения инопланетной цивилизации.

ТРЕНИРУЕМСЯ НА ЗЕМЛЕ

Когда космический аппарат Deep Impact на пути от одной кометы к другой повернулся в сторону Земли, от нас его уже отделяли десятки миллионов километров. Сделанные им тогда снимки ученые дополнительно сжали, получив точечный источник. Именно так может выглядеть какая-нибудь неродная и далекая экзопланета в очень мощный телескоп.

Суточные изменения яркости этой точки регистрировались на семи длинах волн в видимом и инфракрасном диапазонах. Эти элементарные наблюдения позволили восстановить одномерную карту Земли – с востока к западу. На ней еще трудно различить отдельные материки, но большие участки суши в области Евразии с Африкой и вдоль двух Америк вполне заметны, как и широкие пространства Атлантического и Тихого океанов.

Вращаясь, Земля подставляет Солнцу то одну сторону, то другую. Суша и вода, ледники и растительность –

30°

0°

30°

60°

СЕМЕЙСТВО ИСКАТЕЛЕЙ

Проектируемые Planets Foundation телескопы разного масштаба для прямых наблюдений экзопланет и картографирования их поверхности. В них используют «внеосевые» зеркала, свет в центральной части которых не затеняется и позволяет получать более точную картинку.

КАРТОГРАФИЯ



PLANETS

Зеркало: 1,85 м
Для строительства уже выбрано место на одном из Гавайских островов, собрана большая часть нужной суммы в 4 млн долларов. Планируется, что PLANETS заработает к концу 2019 года.

все это по-разному поглощает излучение, создавая небольшие, но вполне заметные изменения в отражающей способности (альбедо) планеты. Это и позволило реконструировать одномерную карту, связав перепады альбедо с более темной водой или со светлыми, лучше отражающими пространствами суши.

Такие колебания альбедо планеты повторялись бы каждые сутки, если бы она не совершала еще и годичное движение. Оборачиваясь вокруг Солнца, разные участки Земли освещаются то под одним, то под другим углом. Вместе с суточным циклом это создает довольно сложную динамику изменений альбедо, которая зависит от характеристик звезды, от планеты и ее орбиты, а еще от ее атмосферы и объектов на поверхности.

Идею, которую в 2009 году Николас Кован и его соавторы опробовали на данных Deep Impact, развили Светлана Бердюгина и Джефф Кун. Их статья, вышедшая в 2017 году, также рассматривает пример «точечной Земли», но уже с учетом всей годовой динамики изменений альбедо. Моделирование показало, что такие данные позволяют восстановить довольно узнаваемые очертания континентов, включая и маленькую Австралию. Конечно, это в идеальном случае – например, без учета облачности. Но даже с ней модельные карты, представленные учеными, более или менее соответствовали реальной Земле.

СМОТРИМ ДАЛЬШЕ

Можно представить три ключевые причины изменения света далекой экзопланеты: собственное вращение, вращение вокруг звезды и затмение (например, той же звездой), во время которого мы можем зарегистрировать свет от все уменьшающейся – а затем снова растущей – части планеты. Все эти данные сохраняются даже в точечном источнике, позволяя произвести обратные математические преобразования. Для крупных планет такие исследования ведутся достаточно давно и не без успеха.

Так, за последние годы астрономы составили одно-, а затем и двухмерные температурные карты атмосфер газовых гигантов HD 189733 b, Kepler-7 b и WASP-43 b. О полно-

ценных картах для таких планет говорить не приходится ввиду отсутствия у них твердой поверхности. Однако Светлана Бердюгина и Джефф Кун подсчитали, что для картографирования небольшой Проксимы Центавра b – землеподобной планеты у ближайшей к Солнцу звезды – будет достаточно оптического телескопа с зеркалом диаметром 12–20 м. А 30 м и более позволят рассмотреть уже десятки, а то и сотни планет земного типа.

Разработку таких инструментов ведет Planets Foundation – международное партнерство исследователей. Первый из них должен заработать в декабре 2019 года, а еще через несколько лет будет запущен уже более масштабный телескоп ELF, который сумеет рассмотреть Проксиму Центавра b. «Что еще более увлекательно – это следующий шаг, когда мы сможем различать отдельные детали на континентах, – говорит Светлана Бердюгина. – Это могут быть области локализации растительности или даже структурные сооружения, возведенные внеземными цивилизациями».

В самом деле, так же, как определенный характер поглощения света скажет о присутствии на планете океанов, он может выдать и жизнь, прежде всего фотосинтез. Ведь какие бы пигменты ни использовали для этого земные или неземные организмы, они должны эффективно поглощать свет «своей» длины волны, чтобы преобразовывать его в энергию химических связей. Это основа развитой биосферы, и нет причин думать, что где-то на другой планете она устроена иначе.

Однако интенсивное поглощение фотонов определенной длины усиливает поляризацию непоглощенной части излучения, делая обнаружение растительной жизни вполне реальным. Так что на будущих картах далеких планет у нас есть все шансы увидеть не только моря и континенты, но и широкие густые леса, ждущие первых путешественников с Земли. **ИИМ**



EXOLIFE FINDER (ELF)

Зеркала: 16 по 5 м
Эффективное разрешение телескопа – 40 м – позволит рассмотреть поверхность планеты у Проксимы Центавра, ближайшей к Солнцу звезды, а также других недалеких экзопланет.

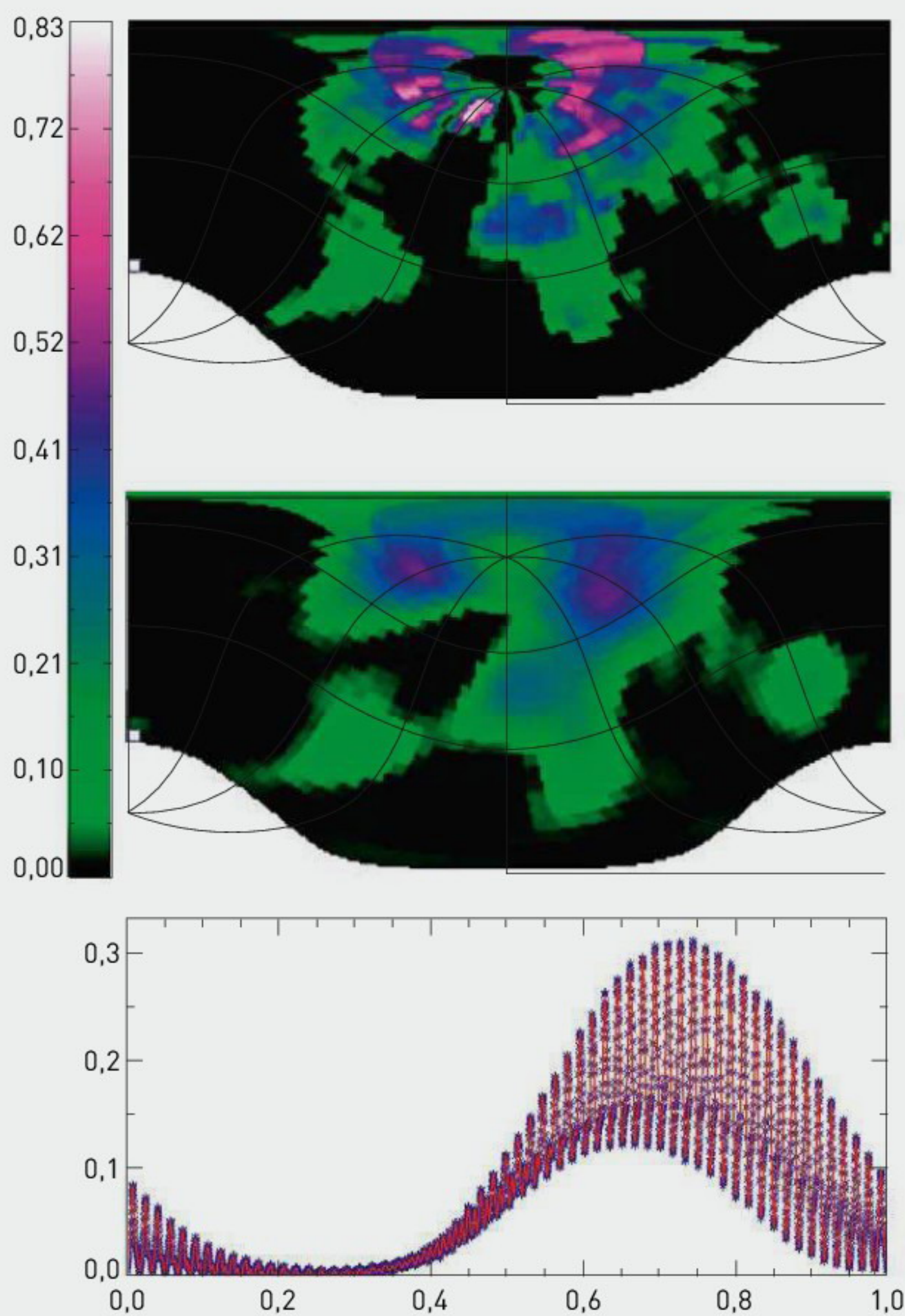
30°

60°

90°

120°

КАРТЫ НА СТОЛ



Сверху вниз: исходная карта Земли, ее реконструированная версия и соответствующие изменения альbedo планеты, полученные компьютерным моделированием.



СВЕТЛАНА БЕРДЮГИНА

ПРОФЕССОР ФРАЙБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, СОСНОВАТЕЛЬ PLANETS FOUNDATION

«Экзопланеты очень далеки от нас. Чтобы сфотографировать хотя бы какие-то детали на их поверхности напрямую, нужны телескопы размерами в десятки километров. Таких телескопов мы еще строить не умеем, и еще недавно казалось, что можно изучать лишь одномерные карты экзопланет. Сейчас, используя примеры Земли и других планет Солнечной системы, мы научились реконструировать двумерные, даже цветные карты далеких планет. Для этого нужны телескопы от 15 м и больше, и это вполне реализуемо. Телескоп-интерферометр ELF оптимизирован как раз для такой задачи, причем его стоимость не превосходит 100 млн долларов. При наличии определенного фонда инструмент может быть построен через пять лет, и мы сможем открыть новые неизведанные земли, возможно, даже колонии внеземной жизни и цивилизаций. Я думаю, это изменит наше отношение к своей собственной планете – пока еще единственной, подходящей для жизни».

©PLANETS FOUNDATION

COLOSSUS

Зеркала: 58 по 8 м
При эффективном разрешении 74 м должен стать крупнейшим оптическим телескопом в мире. От 10 до 100 таких инструментов могут быть соединены в массив с еще большим разрешением.

150°

180°

210°

240°

