**Почему телескоп James Webb так важен для науки**

Космический телескоп имени Джеймса Вебба успешно стартовал 25 декабря 2021 года и сейчас движется к месту своей будущей работы на расстоянии 1,5 млн км от Земли. Все астрономы радуются успешному запуску и предвкушают выдающиеся результаты исследований, которые должны значительно расширить, а может быть и изменить наши знания о Вселенной. Почему же именно он так важен для науки, и каких достижений можно ожидать от этого результата многолетнего труда «Вебб-разработчиков»?  
James Webb Space Telescope (JWST) обладает несколькими преимуществами, с которыми не сравнятся другие существующие или планируемые в ближайшее время наземные или космические телескопы. Сам JWST стал настоящим долгостроем и не раз оказывался под угрозой закрытия. Проект стартовал в 1996 году, и к моменту запуска обошёлся почти в $10 млрд. Такие сроки и стоимость определяются высочайшей сложностью аппарата, и требованиями к точности конструкции, качеству наблюдений и десятилетним сроком активной работы. Отличительной чертой телескопа выступает его главное раскладное зеркало, составленное из 18 шестиугольных сегментов. У телескопа раскладывается не только зеркало, но и тепловой щит, и вместе с оптическими элементами JWST становится настоящим космическим трансформером.  
Новый телескоп чаще всего сравнивают с космическим телескопом Hubble, который уже более тридцати лет служит мировой науке. Диаметр главного зеркала Hubble 2,4 м, а у JWST 6,5 метра. На Земле есть телескопы большего размера, например, Большой Канарский имеет диаметр 10,4 м, но из-за атмосферы он может сравниться только с Hubble, да и то не во всём.  
  
Попробую перечислить преимущества JWST, которые и определяют его флагманское значение для всей мировой астрономии на ближайшее десятилетие.**▍ Расположение**  
Размещение телескопа в космосе даёт несколько преимуществ. Прежде всего так избавляются от искажающего влияния земной атмосферы. В то же время сейчас освоено несколько методов повышения качества наблюдений земных телескопов. Некоторые 8-метровые земные телескопы по ряду возможностей уже превышают тот же Hubble, но отсутствие атмосферы — не единственное преимущество космоса. Космические телескопы обладают возможностью длительного накопления света во время наблюдений. В фотографическом деле это называется выдержка, т.е. время открытого затвора, за которое проецируется свет на светочувствительный элемент. А возможности цифровой обработки снимков позволяют суммировать несколько кадров одного и того же места. Вместе это позволяет вести длительное накопление фотонов. Например, рекордная съёмка [Hubble eXtreme Deep Field](https://ru.wikipedia.org/wiki/Hubble_Extreme_Deep_Field) позволила создать снимок с суммарной выдержкой 2 миллиона секунд или 23 дня.  
  
  
  
Такой обзор позволил взглянуть в ранние времена Вселенной до 13,2 млрд лет назад, т.е. самая древняя из заснятых галактик имеет возраст около 600 млн лет от Большого взрыва.  
Телескоп Hubble располагается на низкой околоземной орбите, и это не самое удобное место для такого аппарата. Земля и Солнце мешают наблюдениям, и часть времени «съедает» нижний радиационный пояс. Зато такая орбита дала возможность проводить обслуживание телескопа, что значительно продлило время его работы.  
  
Телескоп JWST располагается удобнее для наблюдений, но недоступно для шаттлов обслуживания — в точке Лагранжа L2 в системе Земля-Солнце. Это область космоса из которой и Земля, и Солнце всегда находятся примерно в одной области неба. Это значит, что наблюдения выбранных целей не придётся прерывать каждые 45 минут, как в случае с Hubble. JWST всегда будет сориентирован «спиной» к Солнцу, а значит, всё остальное небо будет доступно для наблюдений. Годовое движение вокруг Солнца позволяет наблюдать любую точку Вселенной.  
  
  
  
Такие условия делают эту точку популярной для космических телескопов и там уже находятся телескопы Gaia и «Спектр-РГ», до этого работали Herschel и Plank. Но не стоит опасаться, что телескопы будут там биться бортами друг о друга. На самом деле собственно в точке L2 ни один из этих аппаратов находится не будет, т.к. она неустойчивая, а летают они по широкой гало-орбите вокруг неё. При этом в поперечнике гало-орбита может достигать полутора миллионов километров, т.е. вероятность столкновения у таких телескопов намного меньше, чем опасность встречи космического мусора на низкой околоземной орбите.

## **▍ Размер**

Диаметр JWST примерно в два с половиной раза больше Hubble, а это один из важных параметров, определяющих разрешающую способность телескопа, т.е. возможность различать наименьшие детали на снимках. Впрочем, разрешение телескопа также зависит от длины волны света, на которой ведётся наблюдение, и здесь инфракрасный телескоп проигрывает, тому, который наблюдает в более коротковолновом видимом диапазоне. Длина волны света, видимого нашими глазами диапазона, в среднем составляет 0,5 мкм, а основные приборы JWST регистрируют от 0,6 до 5 мкм, а это значит, что разрешение снимков JWST будет начинаться с двойного превосходства над Hubble (благодаря большему диаметру главного зеркала), и уходить в пять раз меньшее разрешение (из-за большей длины волны света).  
  
Зато большой диаметр телескопа означает ещё и большую площадь главного зеркала, собирающей свет. Здесь JWST в пять раз превосходит Hubble, что также повышает качество наблюдений.

## **▍ Диапазон наблюдаемого света**

Астрономические наблюдения сейчас ведутся практически во [всех диапазонах электромагнитного излучения](https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/563520/), но есть две основные причины, которые сделали приоритетным именно инфракрасный для JWST. Это [межзвёздное поглощение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B7%D0%B2%D1%91%D0%B7%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и [космологическое красное смещение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5). Первый эффект вызван пылью в межзвёздном пространстве, а второй — расширением Вселенной после Большого взрыва.  
  
Космос — довольно пыльное место. Хотя нашими глазами этого не видно, но одна из причин, почему наше небо не сияет миллиардами звёзд — именно межзвёздная пыль. У астрономов есть даже термин «зона избегания» — это часть неба, где облака межзвёздной пыли в плоскости нашей галактики настолько плотные, что не позволяют вести наблюдения отдалённых объектов. Именно межзвёздная пыль долгое время не позволяла подтвердить присутствие сверхмассивной чёрной дыры в центре нашей галактики и именно с помощью инфракрасного наблюдения это удалось подтвердить. Причина такого преимущества инфракрасного света проста — пыль поглощает свет на длине волны, которая короче размера пылинки. Размер межзвёздных пылинок от 0,1 мкм до 100 мкм, а количество их растёт пропорционально уменьшению их размера. То есть на длине волны видимого диапазона света около 0,5 мкм свет в межзвёздном пространстве будет поглощаться намного эффективнее, чем в более длинноволновом инфракрасном диапазоне. Это хорошо видно при наблюдении наиболее запылённых участков космоса.  
  
  
  
Можно, конечно, уйти в ещё более длинноволновой диапазон — субмиллиметровый и миллиметровый, тогда пыль станет ещё меньшим препятствием. Этим путём идут российские учёные, создающие [телескоп «Миллиметрон»](https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/566144/), но тогда нарастает проблема снижения разрешающей способности телескопа, о чём говорилось выше. Таким образом, инфракрасный диапазон для JWST это компромисс между возможностью хоть немного заглянуть в межзвёздные облака, и при этом сохранить высокую резкость снимков.  
  
Космологическое красное смещение — ещё одна проблема обычных телескопов, которая не позволяет тому же Hubble увидеть самые древние галактики. Наша Вселенная разлетается в разные стороны, что приводит к «растягиванию» длины волны света от удаляющихся источников. Это значит, чем древнее будет космологический объект, тем краснее он будет выглядеть. В какой-то момент его свет окончательно уйдёт из видимого диапазона света в инфракрасную часть спектра, и даже могущественный Hubble его не увидит. То есть в задачи JWST входит наблюдение за процессом формирования самых древних галактик. Например сегодня, учёные не понимают, как сформировались сверхмассивные чёрные дыры в центрах галактик. Как появляются обычные чёрные дыры — мы уже разобрались, а вот со сверхмассивными пока загадка. Вроде бы можно этого добиться путём слияния множества обычных чёрных дыр, но откуда их взять в необходимом количестве на раннем этапе жизни Вселенной? Пока непонятно.  
  
Кроме, собственно, оптических особенностей, James Webb Space Telescope обладает и довольно серьёзным набором спектрометрических приборов, поэтому какие-то его открытия не всегда будут сопровождаться красивыми фотографиями. Тут могут быть найдены и органические вещества в водяных фонтанах Энцелада и Европы, и определён состав атмосфер относительно близких экзопланет. Возможно, именно благодаря JWST у какой-нибудь из соседних звёзд будет найдена землеподобная планета, пригодная к переселению, на случай если Земля окажется под угрозой уничтожения какой-нибудь кометой из облака Оорта…