**Закон Хаббла**

Кажущаяся скорость удаления галактики от нас прямо пропорциональна расстоянию до нее.

Вернувшись с первой мировой войны, Эдвин Хаббл устроился на работу в высокогорную астрономическую обсерваторию Маунт-Вилсон в Южной Калифорнии, которая в те годы была лучшей в мире по оснащенности. Используя ее новейший телескоп-рефлектор с диаметром главного зеркала 2,5 м, он провел серию любопытных измерений, навсегда перевернувших наши представления о Вселенной.

Вообще-то, Хаббл намеревался исследовать одну застаревшую астрономическую проблему — природу туманностей. Эти загадочные объекты, начиная с XVIII века, волновали ученых таинственностью своего происхождения. К XX веку некоторые из этих туманностей разродились звездами и рассосались, однако большинство облаков так и остались туманными — и по своей природе, в частности. Тут ученые и задались вопросом: а где, собственно, эти туманные образования находятся — в нашей Галактике? или часть из них представляют собой иные «островки Вселенной», если выражаться изощренным языком той эпохи? До ввода в действие телескопа на горе Уилсон в 1917 году этот вопрос стоял чисто теоретически, поскольку для измерения расстояний до этих туманностей технических средств не имелось.

Начал свои исследования Хаббл с самой, пожалуй, популярной с незапамятных времен туманности Андромеды. К 1923 году ему удалось рассмотреть, что окраины этой туманности представляют собой скопления отдельных звезд, некоторые из которых принадлежат к классу переменных цефеид (согласно астрономической классификации). Наблюдая за переменной цефеидой на протяжении достаточно длительного времени, астрономы измеряют период изменения ее светимости, а затем по зависимости период—светимость определяют и количество испускаемого ею света.

Чтобы лучше понять, в чем заключается следующий шаг, приведем такую аналогию. Представьте, что вы стоите в беспросветно темной ночи, и тут вдалеке кто-то включает электрическую лампу. Поскольку ничего, кроме этой далекой лампочки, вы вокруг себя не видите, определить расстояние до нее вам практически невозможно. Может, она очень яркая и светится далеко, а может, тусклая и светится неподалеку. Как это определить? А теперь представьте, что вам каким-то образом удалось узнать мощность лампы — скажем, 60, 100 или 150 ватт. Задача сразу упрощается, поскольку по видимой светимости вы уже сможете примерно оценить геометрическое расстояние до нее. Так вот: измеряя период изменения светимости цефеиды, астроном находится примерно в той же ситуации, как и вы, рассчитывая расстояние до удаленной лампы, зная ее светосилу (мощность излучения).

Первое, что сделал Хаббл, — рассчитал расстояние до цефеид на окраинах туманности Андромеды, а значит, и до самой туманности: 900 000 световых лет (более точно рассчитанное на сегодняшний день расстояние до галактики Андромеды (так ее теперь называют) составляет 2,3 миллиона световых лет. — Прим. автора) — то есть туманность находится далеко за пределами Млечного Пути — нашей галактики. Пронаблюдав эту и другие туманности, Хаббл пришел к базовому выводу о структуре Вселенной: она состоит из набора огромных звездных скоплений — галактик. Именно они и представляются нам в небе далекими туманными «облаками», поскольку отдельных звезд на столь огромном удалении мы рассмотреть попросту не можем. Одного этого открытия, вообще-то, хватило бы Хабблу для всемирного признания его заслуг перед наукой.

Ученый, однако, этим не ограничился, и подметил еще один важный аспект в полученных данных, который астрономы наблюдали и прежде, но интерпретировать затруднялись. А именно: наблюдаемая длина спектральных световых волн, излучаемых атомами удаленных галактик, несколько ниже длины спектральных волн, излучаемых теми же атомами в условиях земных лабораторий. То есть в спектре излучения соседних галактик квант света, излучаемый атомом при скачке электрона с орбиты на орбиту, смещен по частоте в направлении красной части спектра по сравнению с аналогичным квантом, испущенным таким же атомом на Земле. Хаббл взял на себя смелость интерпретировать это наблюдение как проявление эффекта Доплера, а это означает, что все наблюдаемые соседние галактики удаляются от Земли, поскольку у практически всех галактических объектов за пределами Млечного Пути наблюдается именно красное спектральное смещение, пропорциональное скорости их удаления.

Самое главное, Хабблу удалось сопоставить результаты своих измерений расстояний до соседних галактик (по наблюдениям переменных цефеид) с измерениями скоростей их удаления (по красному смещению). И Хаббл выяснил, что чем дальше от нас находится галактика, тем с большей скоростью она удаляется. Это самое явление центростремительного «разбегания» видимой Вселенной с нарастающей скоростью по мере удаления от локальной точки наблюдения и получило название закона Хаббла. Математически он формулируется очень просто:

v = Hr

где v — скорость удаления галактики от нас, r — расстояние до нее, а H — так называемая постоянная Хаббла. Последняя определяется экспериментально, и на сегодняшний день оценивается как равная примерно 70 км/(с·Мпк) (километров в секунду на мегапарсек; 1 Мпк приблизительно равен 3,3 миллионам световых лет). А это означает, что галактика, удаленная от нас на расстояние 10 мегапарсек, убегает от нас со скоростью 700 км/с, галактика, удаленная на 100 Мпк, — со скоростью 7000 км/с, и т. д. И, хотя изначально Хаббл пришел к этому закону по результатом наблюдения всего нескольких ближайших к нам галактик, ни одна из множества открытых с тех пор новых, всё более удаленных от Млечного Пути галактик видимой Вселенной из-под действия этого закона не выпадает.

Итак, главное и — казалось бы — невероятное следствие закона Хаббла: Вселенная расширяется! Мне этот образ нагляднее всего представляется так: галактики — изюмины в быстро всходящем дрожжевом тесте. Представьте себя микроскопическим существом на одной из изюмин, тесто для которого представляется прозрачным: и что вы увидите? Поскольку тесто поднимается, все прочие изюмины от вас удаляются, причем чем дальше изюмина, тем быстрее она удаляется от вас (поскольку между вами и далекими изюминами больше расширяющегося теста, чем между вами и ближайшими изюминами). В то же время, вам будет представляться, что это именно вы находитесь в самом центре расширяющегося вселенского теста, и в этом нет ничего странного — если бы вы оказались на другой изюмине, вам всё представлялось бы в точности так же. Так и галактики разбегаются по одной простой причине: расширяется сама ткань мирового пространства. Все наблюдатели (и мы с вами не исключение) считают себя находящимися в центре Вселенной. Лучше всего это сформулировал мыслитель XV века Николай Кузанский: «Любая точка есть центр безграничной Вселенной».

Однако закон Хаббла подсказывает нам и еще кое-что о природе Вселенной — и это «кое-что» является вещью просто-таки экстраординарной. У Вселенной было начало во времени. И это весьма несложное умозаключение: достаточно взять и мысленно «прокрутить назад» условную кинокартину наблюдаемого нами расширения Вселенной — и мы дойдем до точки, когда всё вещество мироздания было сжато в плотный комок протоматерии, заключенный в совсем небольшом в сопоставлении с нынешними масштабами Вселенной объеме. Представление о Вселенной, родившейся из сверхплотного сгустка сверхгорячего вещества и с тех пор расширяющейся и остывающей, получило название теории Большого взрыва, и более удачной космологической модели происхождения и эволюции Вселенной на сегодня не имеется. Закон Хаббла, кстати, помогает также оценить возраст Вселенной (конечно, весьма упрощенно и приблизительно). Предположим, что все галактики с самого начала удалялись от нас с той же скоростью v, которую мы наблюдаем сегодня. Пусть t — время, прошедшее с начала их разлета. Это и будет возраст Вселенной, и определяется он соотношениями:

v x t = r, или t = r/V

Но ведь из закона Хаббла следует, что

r/v = 1/H

где Н — постоянная Хаббла. Значит, измерив скорости удаления внешних галактик и экспериментально определив Н, мы тем самым получаем и оценку времени, в течение которого галактики разбегаются. Это и есть предполагаемое время существования Вселенной. Постарайтесь запомнить: по самым последним оценкам, возраст нашей Вселенной составляет около 15 миллиардов лет, плюс-минус несколько миллиардов лет. (Для сравнения: возраст Земли оценивается в 4,5 миллиардов лет, а жизнь на ней зародилась около 4 миллиардов лет назад.)

**\*\*\***

Эдвин Пауэлл ХАББЛ

Edwin Powell Hubble, 1889–1953

Американский астроном. Родился в г. Маршфилд (штат Миссури, США), вырос в Уитоне (штат Иллинойс) — тогда это был не университетский, а промышленный пригород Чикаго. Окончил с отличием Чикагский университет (где отличился еще и спортивными достижениями). Еще учась в колледже, подрабатывал ассистентом в лаборатории нобелевского лауреата Роберта Милликена (см. Опыт Милликена), а в летние каникулы — геодезистом на железнодорожном строительстве. Впоследствии Хаббл любил вспоминать, как вместе еще с одним рабочим они отстали от последнего поезда, увозившего их геодезическую бригаду назад, к благам цивилизации. Три дня они проблуждали в лесах, прежде чем добрались до населенной местности. Никакой провизии у них с собой не было, но, по словам самого Хаббла, «Можно было, конечно, убить ежика или птичку, но зачем? Главное, что воды вокруг хватало».

Получив в 1910 году диплом бакалавра, Хаббл отправился в Оксфорд благодаря полученной стипендии Роудса. Там он начал было изучать римское и британское право, но, по его собственм словам, «променял юриспруденцию на астрономию» и вернулся в Чикаго, где и занялся подготовкой к защите своей дипломной работы. Большинство наблюдений ученый проводил на базе обсерватории Йеркс, расположенной к северу от Чикаго. Там его заметил Джордж Эллери Хейл (George Ellery Hale, 1868–1938) и в 1917 году пригласил молодого человека в новую обсерваторию Маунт-Вилсон.

Тут, однако, вмешались исторические события. США вступили в первую мировую войну, и Хаббл за одну ночь довел до ума свою диссертацию на степень Ph. D., на следующее утро защитил ее — и тут же ушел добровольцем в армию. Его научный руководитель Хейл получил от Хаббла телеграмму следующего содержания: «Сожалею о вынужденном отказе от приглашения отметить защиту. Ушел на войну». Во Францию добровольческая часть прибыла в самом конце войны и даже не приняла участия в боевых действиях, однако осколочное ранение от шального снаряда Хаббл получить успел. Демобилизовавшись летом 1919 года, ученый немедленно вернулся в калифорнийскую обсерваторию Маунт-Вилсон, где вскоре и обнаружил, что Вселенная состоит из разлетающихся галактик, что и получило название закона Хаббла.

В 1930-е годы Хаббл продолжил активное изучение мира за пределами Млечного пути, за что вскоре и снискал признание не только в научных кругах, но и среди широких масс. Слава ему пришлась по вкусу, и на фотографиях тех лет ученого можно часто увидеть позирующим в компании знаменитых кинозвезд той эпохи.

Научно-популярная книга Хаббла «Царство туманностей» (The Realm of Nebulae), увидевшая свет в 1936 году, еще прибавила ученому популярности. Справедливости ради нельзя не отметить, что в годы второй мировой войны ученый оставил свои астрофизические изыскания и честно занимался прикладной баллистикой в должности главного исполнительного директора испытательного полигона со сверхзвуковой аэродинамической трубой в Абердине (штат Мэриленд), после чего вернулся к астрофизике и до конца своих дней занимал пост председателя объединенного ученого совета обсерватории Маунт-Вилсон и Паломарской обсерватории. В частности, ему принадлежит движущая идея и техническая разработка базовой конструкции знаменитого двухсотдюймового (пятиметрового) хейловского телескопа, введенного в строй в 1949 году на базе Паломарской обсерватории. Этот телескоп по сей день остается вершиной воплощенной в материале астрометрии. И, наверное, справедливо, что именно Хаббл успел — первым из современных астрофизиков — заглянуть в глубины Вселенной через окуляр этого чудесного инструмента.

Если же отвлечься от астрономии, то Эдвин Хаббл вообще был человеком уникально широких интересов. Так, в 1938 году его избрали в состав совета попечителей Южно-Калифорнийской библиотеки Хантингтона и Художественной галереи при ней (Лос-Анджелес, США). Ученый подарил этой библиотеке свою уникальную коллекцию старинных книг по истории науки. Любимым же видом отдыха Хаббла была рыбная ловля на спиннинг — он и в этом добился вершин, и его рекордные уловы в горных потоках Скалистых гор (США) и на реке Тест (Англия) до сих пор считаются непревзойденными... Эдвин Хаббл скоропостижно скончался 28 сентября 1953 года в результате кровоизлияния в мозг.