

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 выразиться 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, как ее теперь называют, составляет 2,3 миллиона световых лет. — *Прим. автора*) — то есть туманность находится далеко за пределами Млечного Пути — нашей галактики. Пронаблюдая 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 практически у 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*

ПОС

. 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 результатам 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 вещь 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:

$$v \times t = r, \text{ или } t = r/V$$

Но ведь из закона Хаббла следует, что

$$r/v = 1/H$$

где  $H$  — постоянная Хаббла. Значит, измерив скорости удаления внешних галактик и экспериментально определив  $H$ , 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.)