

ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА И ПРИРОДА КОСМОЛОГИЧЕСКОГО КРАСНОГО СМЕЩЕНИЯ

Г. Г. Дмитренко

Рассмотрены условия возникновения продольного эффекта Доплера и физический смысл постоянной Хаббла. Показано, что эволюция Вселенной может быть описана в рамках стационарной модели, если постоянную Хаббла преобразовать в ускорение процесса расширения видимой части Вселенной, а гравитационную постоянную интерпретировать как ускорение процесса увеличения удельного объема пространства Вселенной с момента разделения первичной (и неизвестной нам) формы существования материи на вещество и пространство. В этих условиях закон Хаббла будет определять не скорость удаления космических объектов от наблюдателя, а разницу в скоростях распространения электромагнитных волн между современной эпохой и тем временем, когда измеряемое нами излучение покинуло тот или иной объект. Соответственно, явление космологического красного смещения во Вселенной объясняется не волновым эффектом Доплера, а наличием некоторого ускорения как у процесса распространения светового сигнала в пространстве, так и у частоты его генерации веществом.

Введение

Уникальное природное явление в масштабах доступной для наблюдения части Вселенной – красное смещение спектральных линий всех элементов у далеких от нашей галактики источников излучения, наблюдаемое во всех направлениях звездного неба, – было установлено впервые Эдвином Хабблом в начале прошлого столетия благодаря техническому прогрессу в области измерительной астрономии. Замечательной особенностью этого феномена является закономерный рост абсолютных $\Delta\lambda$ или относительных $z = \Delta\lambda / \lambda$ величин красного смещения пропорционально увеличению расстояния до наблюдаемых нами космических объектов. Именно это обстоятельство послужило началом непрекращающейся до сих пор дискуссии о природе самого феномена, поскольку решение этого вопроса имеет непосредственное отношение к формированию наших представлений о строении и эволюции Вселенной.

Не менее уникальной сложилась к тому времени ситуация в естествознании, когда субъективные и ничем не обоснованные представления А. Эйнштейна о постоянстве скорости света относительно источника излучения и наблюдателя нашли определенную поддержку в научном сообществе, а скорость света получила статус мировой константы по причине отсутствия принципиальной возможности определения скорости распространения электромагнитного излучения в одном направлении, вне сферы влияния гравитационного поля и в разных исторических эпохах. Учитывая это обстоятельство, становится понятна попытка Эдвина Хаббла объяснить причину наблюдаемого им сдвига спектральных линий с помощью единственного для данной ситуации известного закона физики – волнового эффекта Доплера, поскольку другие варианты решения проблемы вступали бы в противоречие с основными постулатами специальной теории относительности.

Так возникло чудовищное по замыслу и абсурдное по механизму реализации представление о расширяющейся Вселенной, согласно которому несколько миллиардов лет назад в результате так называемого большого взрыва в какие-то доли секунды в неизвестной точке не существовавшего еще пространства и неизвестно из чего образовалось всё вещество Вселенной. Оценкой скорости расширения Вселенной является постоянная Хаббла, определяющая степень приращения скорости удаления космических объектов друг от друга с увеличением расстояния между ними. Считается, что с момента большого взрыва и по сей день это вещество, в виде отдельных созвездий, продолжает разлетаться в разные стороны неизвестно куда. Возникает парадоксальная ситуация: взрывная модель расширяющейся Вселенной никак не согласуется с предполагаемым раздвижением вещества во всех направлениях относительно **любой произвольно выбранной точки в пространстве**, а скорость раздвижения вещества, судя по наблюдаемым сдвигам спектральных линий у различно отдаленных от нас объектов, находится в прямой зависимости от расстояния между объектами, а точнее – от времени прохождения светового сигнала до Земли во всех направлениях по закону Хаббла:

$$V = H_0 \cdot r,$$

где V – скорость удаления наблюдаемого объекта от Земли или относительная скорость раздвижения вещества во Вселенной, r – расстояние до наблюдаемого объекта, исчисляемое в мегапарсеках, т.е. временем прохождения светового сигнала до Земли, H_0 – коэффициент пропорциональности – постоянная Хаббла – с размерностью $(км/с)/Мпк$.

Надо отдать должное Эдвину Хабблу: у него, в отличие от некоторых его коллег и последователей, не было полной уверенности в том, что красное смещение является проявлением волнового эффекта Доплера, т.е. результатом механического перемещения объектов в пространстве. Эта неуверенность основывалась на здравом смысле – слишком необычной и противоречивой оказывалась в итоге картина окружающего нас мира. Поэтому даже среди специалистов не было, и до сих пор нет единого мнения о причинах космологического красного смещения, что продолжает время от времени привлекать внимание некоторых исследователей к этой проблеме. Примитивный характер официальной версии устройства Вселенной наводит на мысль о том, что для решения проблемы красного смещения необходимо, по-видимому, кардинально пересмотреть наши представления о физической сущности тех процессов, которые ответственны за передачу на Землю электромагнитного излучения из глубин Вселенной, и в первую очередь – процесса распространения этого излучения в пространстве. Некоторые варианты решения проблемы можно найти в Интернете, но все они, к сожалению, не могут быть проверены экспериментально.

В настоящей работе проанализированы условия возникновения продольного эффекта Доплера, особенности его наблюдения (регистрации приёмником) в различных динамических обстановках (ситуациях) с точки зрения классической механики и предложена альтернативная модель возникновения космологического красного смещения, которая не требует привлечения особого математического аппарата и каких-либо ограничений на процесс распространения света в пространстве, и которая в принципе может быть проверена инструментальными методами. Кроме того, показано, что постоянная Хаббла, если придать ей обычную, для физических величин, размерность $см/с^2$, работает не только за пределами нашей галактики, но и внутри последней. Однако никакого расширения Вселенной при этом не происходит.

Эффект Доплера

Эффект Доплера, как известно, заключается в изменении параметров электромагнитного излучения в зависимости от скорости и направления движения источника и приёмника этого излучения. Иногда, для уточнения физической сущности явления, говорят о волновом или частотном эффекте Доплера в соответствии с двумя параметрами скорости света – длиной волны и частотой излучения. В большинстве

случаев обе формы эффекта проявляются одновременно, и лишь в особых случаях – в "чистом" виде. Эффект Доплера имеет огромное значение в наблюдательной астрономии. Так, в пределах нашей галактики по величине и направлению смещения спектральных линий отдельных элементов в спектрах различных объектов удалось определить направление и скорость их движения, что позволило в итоге смоделировать структуру всей галактики в целом. Более того, эффект Доплера позволяет достаточно надежно оценивать скорости вращения Солнца, ближайших к нам звезд и целых галактик. Что касается космологии, то здесь роль этого явления, по-моему, явно преувеличена.

Важным моментом в раскрытии физической сущности эффекта Доплера является однозначное понимание того, что мы имеем в виду, когда говорим о скорости передвижения материальной точки в пространстве, в том числе – источника и приёмника излучения. Без предварительного определения этого понятия все последующие рассуждения об эффекте Доплера не имеют никакой перспективы. В наших построениях скорость перемещения любого объекта, будь то источник излучения, само излучение или наблюдатель (приёмник), оценивается с точки зрения классической механики, т.е. относительно пространства¹, а не какой-либо равномерно движущейся системы координат. Поэтому скорость света во всех динамических ситуациях считается постоянной (но, как будет показано ниже, лишь на конкретный момент времени) относительно пространства, а не источника излучения или наблюдателя, как постулируется в релятивистской механике. Только при таком понимании сущности процесса движения возможно однозначное толкование причины рассматриваемого явления с указанием объекта, движение которого вызывает изменение волновых характеристик электромагнитного излучения, что имеет принципиальное значение для выяснения условий возникновения эффекта Доплера.

Скорость движения наблюдателя в пространстве, как будет показано ниже, определяется каждый раз по-разному в зависимости от конкретных ситуаций и соответствующего этим ситуациям уравнения распространения света. Что же касается источника излучения, то скорость его перемещения в пространстве не входит в явном виде в уравнения распространения света и никоим образом не зависит от того, где находится наблюдатель, в каком направлении и с какой скоростью он движется и присутствует ли вообще при этом.

Скорость перемещения источника излучения в пространстве оценивается исходя из следующих простых соображений. Если за определенный промежуток времени $t = 1/\nu$, равный времени прохождения светового сигнала на расстояние длины волны λ со скоростью света c , источник излучения переместится в пространстве в любом направлении на некоторое расстояние $\Delta\lambda$ со скоростью $V_{об}$, то

$$V_{об} = \frac{\Delta\lambda}{t} = \Delta\lambda\nu = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = c\beta, \quad (1a)$$

где $\beta = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{V_{об}}{c}$, или

$$t = \frac{\lambda}{c} = \frac{\Delta\lambda}{V_{об}}, \text{ откуда } V_{об} = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = c\beta. \quad (1б)$$

На мой взгляд, это самый простой, доходчивый и логически обоснованный вывод формулы скорости перемещения источника излучения в пространстве (в отличие, например, от [1], где он занимает полстраницы текста и не дает эстетического удовлетворения от прочитанного в силу отсутствия элементарной логики умозрительных построений при попытке рассмотрения процесса движения с точки зрения релятивистской механики). Участие постороннего наблюдателя здесь не предусмотрено, поскольку в этом нет никакой необходимости. Если же наблюдателя интересует вопрос, с какой скоростью и в каком направлении (вдоль луча зрения) движется источник излучения, то ему (наблюдателю) потребуется каким-то образом измерить величину $\Delta\lambda$ и определить частоту принимаемого сигнала. Далее – действовать по обстановке, т.е. сообразно всем возможным ситуациям.

В этой связи уместно будет обратить внимание наблюдателя на то, что в результате проведенных им манипуляций, он установит скорость перемещения источника излучения относительно пространства, а не себя самого, и скорость перемещения себя относительно пространства, а не источника излучения. Осознав это обстоятельство, он уже никогда не позволит себе делать необоснованные заявления типа: "при $\Delta\lambda$ или z таких-то, наблюдаемый объект удаляется от Земли, равно как и Земля от наблюдаемого объекта, с такой-то скоростью", которые можно встретить в современной литературе. В данном случае перемещение Земли в пространстве в том или ином направлении должно быть еще подтверждено соответствующей частотой принимаемого от объекта светового сигнала.

Теперь рассмотрим простейшие ситуации возникновения продольного эффекта Доплера в контексте возможности его приложения к объяснению причины космологического красного смещения во Вселенной.

1. Объект наблюдения (источник электромагнитного излучения) и наблюдатель (приёмник излучения) неподвижны относительно окружающего их пространства: $V_{об} = V_n = 0$. Уравнение распространения света

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

имеет вполне конкретный физический смысл: оно определяет длину электромагнитных волн в зависимости от частоты их генерации (или частоты возмущения пространства) веществом (источником излучения) и скорости их распространения в пространстве (но никак иначе, поскольку выражения $\nu = c/\lambda$ и $c = \nu\lambda$ не отражают причинно-следственных связей между переменными величинами). Наблюдатель, измерив параметры излучения и установив, что зарегистрированная его приёмником частота $\nu_n = \nu$ при $\Delta\lambda = 0$, придет к выводу о том, что ни он, ни объект его наблюдения никуда не перемещаются.

2. При удалении наблюдателя от неподвижного источника излучения длина волны λ не меняется, а частота исходного сигнала снижается на некоторую величину $\Delta\nu'$, пропорциональную скорости его движения. Уравнение распространения света относительно наблюдателя:

¹ Под пространством понимается некая сущность, характеризующаяся определенным набором (полный перечень которого пока неизвестен человечеству) физических свойств, в частности, энергетической плотностью. Некоторые исследователи называют эту сущность эфиром.

$$\lambda v_n = c - V_n \text{ или } \lambda(v - \Delta v') = c - V_n = c(1 - \beta).$$

Скорость движения наблюдателя рассчитывается либо по наблюдаемой (регистрируемой приёмником) частоте излучения $v_n = v - \Delta v'$, либо по величине $\Delta v'$:

$$V_n = c - \lambda v_n = \lambda v - \lambda(v - \Delta v') = \lambda \Delta v'.$$

Соотношение между наблюдаемой и собственной частотой источника излучения:

$$v_n = \frac{c - V_n}{\lambda} = v \frac{c - V_n}{c} = v(1 - \beta).$$

3. При движении наблюдателя в сторону неподвижного источника излучения, длина волн λ также остается неизменной, а частота v возрастает на некоторую величину $\Delta v'$. Уравнение распространения света:

$$\lambda v_n = c + V_n \text{ или } \lambda(v + \Delta v') = c + V_n = c(1 + \beta).$$

Скорость движения наблюдателя:

$$V_n = \lambda v_n - c = \lambda(v + \Delta v') - \lambda v = \lambda \Delta v'.$$

Соотношение между наблюдаемой и собственной частотой источника излучения:

$$v_n = \frac{c + V_n}{\lambda} = v \frac{c + V_n}{c} = v(1 + \beta)$$

Как видим, при неподвижном источнике излучения, волновой эффект Доплера не возникает, несмотря на сколь угодно значимую скорость перемещения наблюдателя относительно источника излучения. Меняется лишь частота регистрируемого наблюдателем сигнала. Наглядными аналогиями таких ситуаций могут служить ощущения пловца или пассажира лодки в прибрежной зоне. При движении лодки вглубь моря, т.е. навстречу волн, частота их преодоления возрастает, а при движении к берегу – убывает. При этом длина волн остается неизменной в любой ситуации.



4. При удалении источника излучения от неподвижного наблюдателя, скорость источника излучения (1) не входит в явном виде в уравнение распространения света, которое со стороны наблюдателя (точка • слева на рис.) имеет вид:

$$(\lambda + \Delta \lambda)(v - \Delta v) = c. \tag{2}$$

Измеренная наблюдателем частота излучения должна совпасть с расчетной величиной: $v_n = \frac{c}{\lambda + \Delta \lambda} = v \frac{\lambda}{\lambda + \Delta \lambda} = \frac{v}{1 + \beta}$.

Если такого совпадения не обнаруживается (с поправкой на влияние гравитационного поля Земли, если источник излучения и наблюдатель расположены на одной силовой линии этого поля), то это означает, что наблюдатель находится в состоянии движения относительно пространства. Эту ситуацию во времена Птолемея (когда была придумана геоцентрическая модель мира) можно было бы считать реальной для ближнего окружения нашей галактики, принимая во внимание закон Хаббла. Но и тогда пришлось бы признать, что очень далекие от нас созвездия удаляются от Земли со сверхсветовыми скоростями. В наше время проблема больших скоростей «успешно» решается некоторыми учеными в рамках релятивистского эффекта Доплера.

Раскрывая уравнение (2) и принимая во внимание (1), получаем:

$$v\Delta\lambda = \Delta v\lambda + \Delta v\Delta\lambda = \Delta v(\lambda + \Delta\lambda) = V_{об}.$$

Отсюда находим соотношения частот и длин волн:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta v}{v - \Delta v} = \frac{\Delta v}{v_n} \quad \text{и} \quad \frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda + \Delta\lambda},$$

а также дополнительные выражения, которые связывают скорость удаления источника излучения от наблюдателя с параметрами частоты:

$$V_{об} = c \frac{\Delta v}{v_n} = c \frac{\Delta v}{v - \Delta v}.$$

Таким образом, при удалении источника излучения от наблюдателя, скорость его перемещения относительно пространства (и неподвижного наблюдателя) может быть определена несколькими эквивалентными выражениями:

$$V_{об} = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = v\Delta\lambda = \Delta v(\lambda + \Delta\lambda) = c \frac{\Delta v}{v - \Delta v} = c \frac{\Delta v}{v_n}.$$

5. При движении источника излучения к неподвижному наблюдателю (точка • справа на рис.) уравнение распространения света:

$$(\lambda - \Delta\lambda)(v + \Delta v) = c.$$

В данной ситуации, частота на приёмнике определяется выражением $v_n = \frac{c}{\lambda - \Delta\lambda} = v \frac{\lambda}{\lambda - \Delta\lambda} = \frac{v}{1 - \beta}$, скорость источника света – выраже-

нием $V_{об} = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = v\Delta\lambda = \Delta v(\lambda - \Delta\lambda) = c \frac{\Delta v}{v + \Delta v} = c \frac{\Delta v}{v_n}$, соотношения частот и длин волн – выражениями $\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda - \Delta\lambda}$ и

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta v}{v + \Delta v} = \frac{\Delta v}{v_n}.$$

6. Источник излучения и наблюдатель движутся навстречу друг к другу вдоль одного луча зрения. Уравнение распространения света:

$$(\lambda - \Delta\lambda)v_n = c + V_n.$$

Воспринимаемая наблюдателем частота излучения должна быть завышена как в результате перемещения источника излучения в сторону наблюдателя (см. п. 5), так и в результате встречного движения приёмника и светового сигнала (см. п. 3): $v_n > v$. Скорость движения источника излучения находится, как и прежде, по (1), а скорость движения наблюдателя – по наблюдаемой частоте излучения: $V_n = (\lambda - \Delta\lambda)v_n - c$.

7. Источник излучения и наблюдатель движутся в одном направлении вдоль луча зрения, причем наблюдатель находится позади источника излучения. Уравнение распространения света:

$$(\lambda + \Delta\lambda)v_n = c + V_n.$$

Движение источника излучения в противоположном от наблюдателя направлении вызывает увеличение длины волны на $\Delta\lambda$ и снижение частоты регистрируемого сигнала на некоторую величину $\Delta v''$ (см. п. 4). Движение же наблюдателя в сторону источника излучения (т.е. навстречу волн) обуславливает возрастание частоты принимаемого сигнала на $\Delta v'$ и увеличение скорости передачи сигнала относительно наблюдателя на V_n (см. п. 3). Таким образом, $v_n = v + \Delta v' - \Delta v''$. Скорость движения источника излучения находится по (1), а скорость движения наблюдателя – по наблюдаемой частоте излучения: $V_n = (\lambda + \Delta\lambda)v_n - c$. При этом возможны три варианта событий:

7.1. Если $\Delta v' = \Delta v''$, то $v_n = v$ и $V_n = V_{об}$. Эта ситуация соответствует относительно **неподвижному положению** источника излучения и наблюдателя. Уравнение распространения света:

$$(\lambda + \Delta\lambda)v = c + V_n.$$

Раскрыв скобки, получим $\Delta\lambda v = V_n$ или $V_{об} = V_n$.

7.2. Если $\Delta v' > \Delta v''$, то $v_n > v$ и $V_n > V_{об}$. Эта ситуация соответствует реальному **сближению** источника излучения и наблюдателя.

7.3. Если $\Delta v' < \Delta v''$, то $v_n < v$ и $V_n < V_{об}$. Эта ситуация соответствует реальному **удалению** друг от друга источника излучения и наблюдателя.

8. Источник излучения и наблюдатель движутся вдоль одного луча зрения, причем наблюдатель находится впереди источника излучения, т.е. источник излучения и наблюдатель движутся в том же направлении, что и принимаемые наблюдателем электромагнитные волны. Уравнение распространения света:

$$(\lambda - \Delta\lambda)v_n = c - V_n.$$

Движение источника излучения в сторону наблюдателя обуславливает сокращение длины волны на $\Delta\lambda$ и повышение частоты принимаемого наблюдателем сигнала на некоторую величину $\Delta\nu''$ (см. п. 5). Удаление же наблюдателя от источника излучения ведет к снижению частоты принимаемого сигнала на $\Delta\nu'$ (см. п. 2). Таким образом, $\nu_n = \nu - \Delta\nu' + \Delta\nu''$. В этой ситуации скорость движения источника излучения находится, как и прежде, по (1), а скорость движения наблюдателя – по наблюдаемой частоте излучения: $V_n = c - (\lambda - \Delta\lambda)\nu_n$. При этом, как и в п. 7, возможны три варианта событий:

8.1. Если $\Delta\nu' = \Delta\nu''$, то $\nu_n = \nu$ и $V_n = V_{об}$. Эта ситуация соответствует относительно **неподвижному положению** источника излучения и наблюдателя. Уравнение распространения света:

$$(\lambda - \Delta\lambda)\nu = c - V_n.$$

Раскрыв скобки, получим $\Delta\lambda\nu = V_n$ или $V_{об} = V_n$.

8.2. Если $\Delta\nu' < \Delta\nu''$, то $\nu_n > \nu$ и $V_n < V_{об}$. Эта ситуация соответствует реальному **сближению** источника излучения и наблюдателя.

8.3. Если $\Delta\nu' > \Delta\nu''$, то $\nu_n < \nu$ и $V_n > V_{об}$. Эта ситуация соответствует реальному **удалению** друг от друга источника излучения и наблюдателя.

9. Источник излучения и наблюдатель движутся вдоль одного луча зрения в противоположных направлениях. Уравнение распространения света:

$$(\lambda + \Delta\lambda)\nu_n = c - V_n.$$

Воспринимаемая наблюдателем частота излучения должна быть занижена как в результате удаления источника излучения от наблюдателя (см. п. 4), так и в результате перемещения приёмника в одном направлении со световым сигналом (см. п. 2): $\nu_n < \nu$. Скорость движения источника излучения находится, как и прежде, по (1), а скорость движения приёмника – по наблюдаемой частоте излучения:

$$V_n = c - (\lambda + \Delta\lambda)\nu_n.$$

В рамках рассматриваемой ситуации позволю себе акцентировать внимание читателя на случае, когда $V_n = V_{об}$ по абсолютной величине, т.е. на случае синхронного удаления друг от друга наблюдателя и источника излучения. Это – как раз тот случай, на примере которого сторонники гипотезы большого взрыва пытаются объяснить причину красного смещения во Вселенной, и вовлечь, тем самым, нашу галактику в какой-то безумный и немыслимый по механизму реализации процесс расширения. Если нам не безразличны условия обитания во Вселенной, то некоторым из нас, наверное, будет интересно знать, с какой частотой в этом случае следует ожидать прихода светового сигнала от созерцаемого нами космического объекта с конкретной величиной красного смещения. Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо решить уравнение распространения света относительно ν_n , заменив предварительно V_n на $V_{об}$:

$$(\lambda + \Delta\lambda)\nu_n = \lambda\nu - \Delta\lambda\nu = \nu(\lambda - \Delta\lambda),$$

откуда

$$\nu_n = \nu \frac{\lambda - \Delta\lambda}{\lambda + \Delta\lambda} = \nu \frac{1 - z}{1 + z}. \quad (3)$$

Измерив частоту излучения какого-нибудь элемента на конкретной длине волны (и введя соответствующие поправки на гравитационное поле Земли), можно, таким образом, оценить правомерность приложения рассмотренной ситуации к реальной действительности. К сожалению, такие работы никем не проводились, что объясняется, по-видимому, наличием определенных технических трудностей при осуществлении подобного рода экспериментов. Вполне вероятно, что такие эксперименты вообще не ставились за ненадобностью, поскольку процесс движения материальных тел в далеком космосе всегда рассматривался исключительно в рамках релятивистской механики.

Но и без этих измерений ясно, что если экстраполяция зависимости (3) в область $z > 1$ не имеет физического смысла, то и возможность приложения этого варианта состояния систем к реальной действительности (даже при небольших величинах z) исключается в принципе. Поэтому и обсуждение причины космологического красного смещения во Вселенной с позиции волнового эффекта Доплера не имеет никакой перспективы.

Как видим, смещение спектральных линий в красную сторону наблюдается лишь в случае непосредственного перемещения источника излучения в пространстве в противоположном от наблюдателя направлении, а степень этого смещения, выраженная в абсолютных $\Delta\lambda$ или относительных $z = \Delta\lambda/\lambda$ величинах определяется абсолютной (относительно пространства, а не наблюдателя) скоростью его движения. Поэтому при одной и той же скорости перемещения источника излучения в пространстве, наблюдатель будет фиксировать одну и ту же величину красного смещения, независимо от того, в каком направлении (относительно объекта наблюдения) он движется, с какой скоростью, и движется ли вообще.

В обобщенном виде ситуации возникновения продольного эффекта Доплера сведены в таблице:

п/п	Объект	Приёмник	Уравнение распространения света	Скорость движения	Частота на приёмнике
1	□	•	$\lambda = c/v$	$V_n = V_{об} = 0$	$\nu_n = \nu$
2	□	• →	$\lambda(v - \Delta v) = c(1 - \beta)$	$V_n = c - \lambda v_n = \lambda \Delta v$	$\nu_n = \nu(1 - \beta)$
3	□	← •	$\lambda(v + \Delta v) = c(1 + \beta)$	$V_n = \lambda v_n - c = \lambda \Delta v$	$\nu_n = \nu(1 + \beta)$
4	← □	•	$(\lambda + \Delta \lambda)(v - \Delta v) = c$	$V_{об} = c \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = v \Delta \lambda$	$\nu_n = \frac{\nu}{1 + \beta}$
5	□ →	•	$(\lambda - \Delta \lambda)(v + \Delta v) = c$	$V_{об} = c \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = v \Delta \lambda$	$\nu_n = \frac{\nu}{1 - \beta}$
6	□ →	← •	$(\lambda - \Delta \lambda)(v + \Delta v) = c(1 + \beta)$	$V_n = (\lambda - \Delta \lambda)v_n - c$	$\nu_n = \frac{c + V_n}{\lambda - \Delta \lambda}$
7	← □	← •	$(\lambda + \Delta \lambda)v = c(1 + \beta)$	$V_n = (\lambda + \Delta \lambda)v_n - c$	$\nu_n = \frac{c + V_n}{\lambda + \Delta \lambda}$
8	□ →	• →	$(\lambda - \Delta \lambda)v = c(1 - \beta)$	$V_n = c - (\lambda - \Delta \lambda)v_n$	$\nu_n = \frac{c - V_n}{\lambda - \Delta \lambda}$
9	← □	• →	$(\lambda + \Delta \lambda)(v - \Delta v) = c(1 - \beta)$	$V_n = c - (\lambda + \Delta \lambda)v_n$	$\nu_n = \frac{c - V_n}{\lambda + \Delta \lambda}$

□ – объект наблюдения или источник излучения; • – приёмник; стрелками заданы направления движения

Итак, анализ рассмотренных выше ситуаций показывает, что изменение длин волн электромагнитного излучения, или появление продольного волнового эффекта Доплера, возможно лишь в случае перемещением источника излучения в пространстве. Величины этих изменений определяются скоростью перемещения источника излучения относительно пространства и особенностями нахождения его относительно наблюдателя. Движение последнего не влияет на длины волн, но сказывается на частоте регистрируемого излучения. Следовательно, встречающиеся иногда в литературе и Интернете утверждения о том, что явление красного смещения обусловлено относительным удалением друг от друга источника излучения и наблюдателя, без уточнения того, кто из них действительно перемещается в пространстве, является глубоким заблуждением. Красное смещение можно наблюдать лишь при движении источника излучения в противоположном от наблюдателя направлении независимо от того, куда движется этот наблюдатель и движется ли вообще. Поэтому расстояние между ними может меняться, в зависимости от поведения наблюдателя, в большую или меньшую сторону, либо оставаться неизменным – в случае синхронного перемещения источника излучения и наблюдателя.

При оценке величин $\Delta \lambda$ в спектрах наблюдаемых нами объектов и формулировании последующих выводов о характере зарегистрированного приёмником смещения спектральных линий, необходимо учитывать то обстоятельство, что лабораторный источник излучения, используемый в качестве репера спектральных линий, находится в той же динамической ситуации, что и приёмник (фотопластинка). Это обстоятельство может коренным образом повлиять на сложившиеся уже представления о физической сущности наблюдаемых нами смещений спектральных линий у тех или иных источников излучения, включая и далекие от нас космические объекты.

Например, в учебном пособии Э. В. Кононовича и В. И. Мороза [1, стр. 189] читаем: "Вследствие обращения Земли вокруг Солнца ее скорость, по абсолютной величине близкая к $v = 30 \text{ км/с} = 3 \cdot 10^6 \text{ см/с}$, все время меняет свое направление в пространстве. Поэтому линии в спектрах звезд, к которым в данный момент направлено движение Земли, слегка смещены в фиолетовую сторону на величину $\Delta \lambda$, причем

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} = 10^{-4}.$$

Для зеленой линии с $\lambda = 5000 \text{ \AA} = 5 \cdot 10^5 \text{ см}$ смещение составляет $0,5 \text{ \AA}$, что легко может быть измерено". Далее сказано, что в другой ситуации, т.е. при удалении Земли от якобы покоящихся звезд, линии в их спектрах смещены в красную сторону.

По-моему, объяснение наблюдаемого на фотопластинке сдвига спектральных линий сформулировано с точностью до наоборот – в данном случае сработал релятивистский стереотип мышления: если объекты сближаются, то это должно приводить к фиолетовому смещению спектральных линий, а если расходятся – то к красному смещению.

С точки зрения классической механики такая интерпретация наблюдаемого явления неверна в принципе, поскольку перемещение наблюдателя в пространстве при неподвижном источнике излучения никак не влияет на длину волн и, следовательно, вообще не может привести к возникновению волнового эффекта Доплера (см. п. 1, 2).

Далее, приведенное выше соотношение скоростей и длин волн в действительности относится не к наблюдателю, а к движущемуся источнику излучения, который, по условию эксперимента, неподвижен. Налицо явное противоречие, которое легко устраняется, если данный эксперимент рассматривать в рамках классической механики.

Так, при движении Земли в сторону неподвижной звезды (которая, кстати сказать, должна находиться за пределами нашей галактики и не должна быть вовлечена в какой-либо другой процесс движения), наш лабораторный источник излучения движется в том же режиме, что и приёмник, т.е. фотопластинка. Поскольку звезда неподвижна, ее линии в спектре "фиксированы" (привязаны к соответствующим длинам волн), а частоты этих волн увеличены на некоторую величину, пропорциональную скорости движения Земли (см. п. 3). Линии же лабораторного источника излучения, который движется в противоположном от фотопластинки направлении, будут смещены в красную сторону спектра (см. п. 7.1). В итоге на фотопластинке линии звезды оказываются по левую сторону от линий эталона (лабораторного источника), провоцируя некоторых из нас на заключение о якобы наблюдаемом эффекте фиолетового смещения, которое следует из релятивистского подхода к анализу движущихся объектов. На самом же деле в данном случае мы наблюдаем эффект красного смещения от движущегося лабораторного источника излучения, а в качестве репера используем положение спектральных линий неподвижной звезды. Поэтому и упомянутое выше уравнение описывает процесс движения лабораторного источника излучения, а не размышления неподвижных звезд.

Когда же мы "фиксируем" положение линий тех звезд, от которых Земля удаляется с той же скоростью, то обнаруживаем их на фотопластинке по правую сторону от линий лабораторного источника излучения и, если не задумаемся, сделаем вывод о вроде бы наблюдаемом нами явлении красного смещения. В действительности же мы имеем дело с фиолетовым смещением, обусловленным движением лабораторного источника излучения в сторону фотопластинки (см. п. 8.1).

Кстати, и в рамках релятивистской механики, как показано нами [отдельно](#), смещение спектральных линий возможно лишь в случае непосредственного перемещения источника света в пространстве, а не приёмника. Перемещение приёмника в пространстве никак не влияет на длины волн. Например, когда движение Земли направлено в сторону неподвижной звезды, то процесс распространения света описывается, в релятивистской редакции, уравнением

$$\lambda \left[v_0 \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \right] = c \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}},$$

из которого следует, что никакого изменения длин волн не происходит.

Основной вывод, который следует из всего вышеизложенного, сводится к следующему. Эффект Доплера, во всех его проявлениях, может быть описан только в рамках классической механики – с учетом абсолютной скорости перемещения объектов и абсолютной скорости распространения светового сигнала в пространстве. Это – единственный и объективный способ регистрации тех изменений волновых характеристик электромагнитного излучения, которые возникают в процессе перемещения источника излучения и наблюдателя. Опираясь относительно скоростью движения, мы априори искажаем физическую сущность наблюдаемого явления.

Природа космологического красного смещения

Итак, волновой эффект Доплера работает только при небольших величинах $\Delta\lambda$ или z , т.е. в области $z = \Delta\lambda/\lambda < 1$. Ситуация, при которой $z > 1$, едва ли может быть реализована в окружающем нас мире, поскольку она предполагает движение источника излучения со скоростью, превышающей скорость света. Соответственно, формулы (1) и (3) справедливы только для небольших величин красного смещения, что наводит на вполне определенные размышления при попытке связать механизм данного эффекта с космологическим красным смещением. Несостоятельность релятивистского подхода к расчету величины красного смещения, основанного на преобразованиях Лоренца, раскрыта нами на [отдельной](#) странице.

И, тем не менее, эффект Доплера признается официальной наукой в качестве единственной причины возникновения такого грандиозного по масштабам природного явления, как красное смещение. В итоге мы имеем противоречивую и лишённую здравого смысла концепцию расширяющейся Вселенной, основанную на примитивной модели развития событий по аналогии с каким-то взрывом, в рамках которой явление космологического красного смещения объясняется волновым эффектом Доплера в условиях одновременного (синхронного) раздвижения вещества во всех направлениях (наподобие рассмотренного выше шестого варианта состояния систем с ускоряющимся процессом раздвижения объектов), что в принципе невозможно (аналогия с двумерным образом в виде расширяющейся сферы здесь совсем неуместна) и вызывает естественное недоумение: как такая идея вообще могла возникнуть и обсуждаться всерьёз, и почему на протяжении нескольких десятилетий она с невозмутимым упрямством навязывается здравомыслящему обывателю и ориентирует студентов на предвзятое, заумно гипертрофированное восприятие окружающей действительности. Проблема больших z в этой модели решается путем привлечения релятивистского выражения для красного смещения

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} - 1,$$

откуда скорость удаления источника излучения от Земли определяется выражением $V = c \frac{(z+1)^2 - 1}{(z+1)^2 + 1}$. Однако эти выражения можно спокойно отправить в корзину, поскольку они базируются на математически некорректных [построениях](#).

Мне представляется, что если эффект Доплера не работает в области больших z , то следует искать другую причину космологическому красному смещению, а не придумывать искусственные системы координат для описания объективных законов природы. Мне представляется также, что если бы не загадочное (и до сих пор необъяснимое) влияние Эйнштейна на формирование научного мировоззрения определенного круга исследователей первой половины прошлого столетия, то Эдвин Хаббл непременно нашел бы более логичное объяснение результатам своих наблюдений, и его не терзали бы всю жизнь сомнения о правомерности привлечения волнового эффекта Доплера к объяснению причины явления в качестве единственно возможного механизма.

Я считаю, что совсем не обязательно что-то взрывать и заставлять нашу Вселенную расширяться неизвестно куда, а также двигать далекие от нас галактики со скоростями, близкими к скорости света, лишь для того, чтобы связать красное смещение с продольным эффектом Доплера. Феномен красного смещения может быть обусловлен совершенно другими процессами в условиях стационарного состояния Вселенной, когда движение космических объектов, управляемое законами гравитации, локализовано в ограниченных объемах пространства, а само пространство не имеет физических границ и определенным образом связано с относительно равномерно распределенным в нем веществом.

В частности, достаточно придать тандему пространства и вещества статус **саморазвивающейся** системы, что является объективным свойством материи, с ускоряющимся течением в ней соответствующих процессов (процесса генерации электромагнитного излучения веществом, с одной стороны, и процесса распространения этого излучения в пространстве – с другой), как Вселенная тут же приобретает относительный покой, поскольку для объяснения феномена красного смещения уже не требуется привлечение эффекта Доплера, а для обуздания мнимых сверхсветовых скоростей разбегания галактик нет никакой необходимости прибегать к релятивистским построениям. Покажем это путем следующих рассуждений.

Во-первых (что касается пространства), при ускоренном распространении электромагнитных волн в пространстве, скорость отрыва световых сигналов от наблюдаемых нами космических объектов c_0 должна уменьшаться пропорционально степени удаленности этих объ-

ектов от Земли. Поэтому время прохождения светового сигнала t от наблюдаемого нами космического объекта до Земли определяется выражением:

$$t = \frac{c - c_0}{g},$$

где g – некоторое ускорение, с которым движутся электромагнитные волны, c_0 – скорость света на момент отрыва светового сигнала от того или иного объекта и c – скорость света на момент регистрации сигнала приёмником в точке наблюдения, т.е. современная скорость света. Отсюда:

$$c - c_0 = gt. \quad (4)$$

Нетрудно заметить, что это уравнение является видоизмененным ("адоптированным" к условиям ускоренного распространения света в пространстве) выражением закона Хаббла $V = H_0 \cdot r$, но определяет не скорость удаления наблюдаемых нами внегалактических объектов от Земли в зависимости от расстояния до этих объектов r , выраженного во времени прохождения светового сигнала со скоростью c , а разницу в скоростях распространения электромагнитных волн между современной эпохой и тем временем, когда измеряемое нами излучение покинуло тот или иной объект. Величина приращения скорости света g в уравнении (4) соответствует постоянной Хаббла H_0 , если в размерности последней мегапарсек расстояния перевести в секунды времени и численное значение постоянной разделить на количество секунд мегапарсека. **Следовательно, постоянной во времени величиной, т.е. мировой константой, является не скорость света, а ее приращение – ускорение процесса распространения света.** Поэтому постоянная Хаббла работает не только за пределами нашей галактики, но и внутри коммунальной квартиры.

По последним данным, полученным с помощью орбитального телескопа «Хаббл», значение постоянной Хаббла оценивается в пределах $H_0 = 65 \pm 7$ (км/с)/Мпк, а по [данным](#) телескопа «Планк» $H_0 = 67,8$ (км/с)/Мпк. Более конкретная величина этого параметра рассчитана [А.В.Букаловым](#) путем описания Вселенной как вакуумного квантового гармонического осциллятора и составляет 68,796 (км/с)/Мпк или $6,6917 \cdot 10^{-8}$ см/с².

Возможность наличия у скорости света некоторого приращения подтверждается результатами недавних исследований природного «ядерного реактора» в Окло (Габон, Западная Африка) Стивом Ламоро и Джастином Торгерсоном из Лос-Аламосской национальной лаборатории США (Los Alamos National Lab): <http://n-t.ru/nv/2004/07061.htm>, <http://www.membrana.ru/articles/global/2004/07/01/220600.html>. Напомню, что в результате этих исследований было зафиксировано уменьшение постоянной тонкой структуры α во времени, численное значение которой обратно пропорционально скорости света:

$$\alpha = \frac{2\pi e^2}{hc},$$

где e – заряд электрона, h – постоянная Планка, c – скорость света.

Во-вторых (что касается вещества), если наблюдаемое нами электромагнитное излучение от далекого космического объекта с частотой

$$\nu_0 = \frac{c_0}{\lambda}$$

регистрируется нашим приёмником на той же частоте, но с большей длиной волны и современной скоростью света

$$\nu_0 = \frac{c}{\lambda + \Delta\lambda} = \nu \frac{\lambda}{\lambda + \Delta\lambda},$$

$$\text{то } c_0 = c \frac{\lambda}{\lambda + \Delta\lambda} \text{ или } c = c_0 \frac{\lambda + \Delta\lambda}{\lambda} = c_0 + c_0 \frac{\Delta\lambda}{\lambda}.$$

Подставив значение c в выражение (4), получим:

$$\Delta\lambda = \lambda \frac{gt}{c_0}.$$

Отсюда следует, что возникновение и усиление эффекта красного смещения (по мере перенесения нашего взгляда с относительно близких объектов на всё более далекие) связано не с увеличением скорости раздвижения вещества во Вселенной, а с длительностью прохождения светового сигнала от наблюдаемого нами объекта. Иными словами, время прохождения сигнала определяет величину приращения скорости света от исходного значения, на момент отрыва светового сигнала от того или иного объекта, до известной в настоящее время величины. А приращение скорости передачи сигнала (во времени и пространстве) приводит к соответствующему увеличению длин волн на всех частотах и, как следствие, – к определенному сдвигу спектральных линий в красную сторону. Следовательно, наблюдаемая нами Вселенная в космологических масштабах статична – расширяется лишь видимая ее часть, радиус наблюдения, относительно любой точки. В этом отношении каждый человек вправе считать себя центром Вселенной, от чего он, впрочем, и не отказывается.

При таком понимании феномена космологического красного смещения никакой проблемы больших z не существует. Понятно, что фактор времени (или длительности прохождения светового сигнала до Земли) никоим образом не исключает возможности появления эффекта Доплера (волнового или частотного) – он лишь вносит дополнительную составляющую в величину $\Delta\lambda$, которая превалирует только на очень больших расстояниях.

Следует отметить, что автор не одинок в своих представлениях об ускоренном характере распространения света в пространстве. Еще в 1990 году Владимиром Рофманом было высказано предположение о непосредственной зависимости скорости света от «светопропускной» способности вакуума, как проводящей излучение среды [2]: **«Более высокая скорость света в настоящее время (по сравнению с наблюдаемым нами на границах Метагалактики прошлым Вселенной) закономерно связана с тем, что светопропускная способность вакуума сейчас стала намного выше. Видимо, с выделением из вакуума значительных масс вещественной формы материи уменьшилась его внутренняя энергонасыщенность и, соответственно, способность затормаживать скорость процессов распространения электромагнитного излучения.»**

Строго говоря, выражение (4) представляет собой уравнение скорости света в разных исторических эпохах и не имеет никакого отношения к процессу перемещения вещества в пространстве, в том числе – и к перемещению наблюдаемых нами космических объектов. Аналогичным образом выглядит и уравнение скорости процесса генерации веществом электромагнитного излучения, т.е. частоты излучения (или количества импульсов в единицу времени) в разных исторических эпохах, которое вытекает из уравнения (4), если в последнем c заменить произведением $\lambda\nu$, а c_0 – произведением $\lambda\nu_0$:

$$v - v_0 = qt, \quad (5)$$

где множитель $q = g/\lambda$ представляет собой приращение (ускорение) частоты излучения определенного рода, т.е. для конкретной длины волны применительно к любому веществу. Например, для зеленой линии водорода ($\lambda = 4861 \text{ \AA} = 4,861 \cdot 10^{-5} \text{ см}$) ускорение частоты излучения составляет:

$$q = \frac{g}{\lambda} = \frac{6,6917 \cdot 10^{-8}}{4,861 \cdot 10^{-5}} = 1,3766 \cdot 10^{-3} \text{ импульсов/с}^2.$$

Физический смысл этого параметра станет более наглядным, если придать ему размерность количества импульсов в секунду за какой-нибудь более длительный промежуток времени, например, один год, один месяц и т.д. В нашем случае это составит 43412 импульсов в секунду за год, т.е. с каждым годом частота излучения водорода на волне 4861 \AA возрастает на 43412 импульсов в секунду, или с каждым месяцем – на 3618 импульсов в секунду, а с каждым днем – почти на 119 импульсов в секунду. Кто сомневается – может проверить.

Кстати, исходя из этих соображений, длительность атомной секунды, которую принято считать равной "9 192 631 770 периодам колебаний электромагнитной волны, излучаемой атомом ^{133}Cs " [1, стр. 31] следует увеличивать каждые 100 лет на 64,5 импульса (чтобы идти в ногу со временем, а не бежать "вперед паровоза"):

$$q = \frac{g}{\lambda} = g \frac{\nu}{c} = 6,6917 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{9192631770}{2,99792458 \cdot 10^{10}} \cdot 3,1536 \cdot 10^7 \cdot 100 = 64,5 \text{ (импульса/с)/100 лет.}$$

Предполагаемое существование зависимости (5) позволяет не только проверить правомерность наших соображений экспериментальным путем, но и точно установить численное значение постоянной Хаббла, т.е. величину приращения скорости света во времени.

Таким образом, мои представления об устройстве Вселенной основаны на двух ключевых положениях, одно из которых предполагает ускоренное распространение электромагнитного излучения в пространстве, другое – ускоренный процесс генерации веществом этого излучения. Оба процесса взаимосвязаны между собой, контролируются одним и тем же параметром – постоянной Хаббла – и являются причиной космологического красного смещения².

В условиях ускоренного распространения света в пространстве условный возраст этого пространства, т.е. некоторый промежуток времени, за который скорость света достигла известной в настоящее время величины, равен:

$$t = \frac{c}{g} \approx \frac{3 \cdot 10^{10}}{6,6917 \cdot 10^{-8}} \approx 14 \text{ миллиардов лет.}$$

С учетом того, что источником электромагнитного излучения является вещество, условный возраст пространства можно рассматривать и как условный возраст Вселенной в современном ее облике. Началом отсчета этого возраста следует считать некое событие, в результате которого возникло способное к излучению вещество и окружающее его пространство, которое стало средой распространения этого излучения.

Вполне вероятно, что таким событием мог быть акт разделения первичной материи на вещество и пространство с одновременным приобретением веществом свойства гравитации, а пространством – свойства электромагнитного поля. Механизм этого процесса мы вряд ли когда-нибудь узнаем, поскольку данное событие отделено от нас несколькими миллиардами лет. Можно привлекать различные модели его реализации по аналогии с известными уже механизмами природных процессов (например, процессом ликвации жидкой фазы на две составляющие), но при условии, что следствия обозначенного процесса будут каким-то образом согласованы с известными уже законами проявления свойств вещества и пространства.

Поскольку пространство обладает свойством электромагнитного поля, лучевая скорость распространения которого равна скорости света на данный момент времени, то радиус "видимой" наблюдателю (в смысле способной к передаче электромагнитного излучения, и далее – без кавычек) части Вселенной постоянно увеличивается с ускорением g . За время t он достиг условной величины:

$$R = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{c^2}{2g}.$$

Действительные величины t и R нам неизвестны, поскольку неизвестна продолжительность "созревания" вещества (до наступления того момента, когда оно стало способно генерировать электромагнитное излучение), и начальная скорость света на момент "созревания" вещества. Поэтому любые попытки определения возраста Вселенной бесперспективны в принципе, а само понятие возраста не имеет физического смысла. Что касается радиуса видимой части Вселенной, то его можно определить, как условную величину радиуса той сферы пространства, которая образовалась вокруг наблюдателя за условное время t при условном "запуске" механизма генерации электромагнитного излучения веществом с нулевых значений параметров ν и c . В действительности этот радиус несколько меньше расчетной величины.

² Прямым подтверждением этих представлений является феномен так называемого отрицательного ускорения аппаратов «Пионер-10» и «Пионер-11» на уровне $(8,74 \pm 1,33) \cdot 10^{-8} \text{ см/с}^2$. На самом деле они не испытывают никакого торможения. Просто по мере удаления этих аппаратов от Земли, частоты их излучения постоянно увеличиваются в соответствии с уравнением (5), что в рамках классической механики интерпретируется как результат снижения скорости удаления космических аппаратов, в соответствии с эффектом Доплера.

Очевидно, что при генерации и передаче электромагнитного излучения на расстояние, частота возбуждаемого веществом сигнала определяется свойством вещества (т.е. того, из чего сложены элементарные частицы вещества) на данный момент времени, а начальная скорость распространения светового сигнала в пространстве – свойством пространства на тот же момент времени. Природа эволюции частотного режима генерации веществом электромагнитного излучения нам пока неизвестна и требует специального рассмотрения. В отношении же скорости распространения света можно с большой степенью уверенности говорить о том, что она определяется величиной удельного объема пространства, поскольку оба параметра взаимозависимы между собой во времени. Рассмотрим математическое выражение этой связи в рамках ньютоновской теории гравитации, но с учетом сформулированных выше допущений.

Анализируя размерность гравитационной постоянной G ($см^3 \cdot з^{-1} \cdot с^{-2}$), предположим, что **эта постоянная является не только показателем степени стремления вещества к гравитационному сжатию, т.е. величиной приращения скорости сокращения удельного объема вещества внутри некоторой сферы пространства, но и таким же равнозначным показателем степени стремления пространства (или вакуума) к расширению, т.е. величиной приращения скорости увеличения удельного объема пространства в процессе эволюции Вселенной.** В таком контексте формула Ньютона для отдельно взятого тела $g = GM/R^2$ имеет двойственный смысл.

С одной стороны, она определяет величину ускорения свободного падения, т.е. величину приращения лучевой скорости сокращения объема той воображаемой сферы пространства, в которой находится тело с массой M , а на самой сфере на расстоянии R от центра тела – наблюдатель или выбранная им материальная точка. Понятно, что при свободном падении этой сферы на тело с первоначальным ускорением g , удельный объем вещества в расчете на всю сферу будет уменьшаться, а плотность – увеличиваться.

С другой стороны, эта же формула определяет величину приращения лучевой скорости расширения видимой части пространства Вселенной относительно любой его точки, т.е. относительно места нахождения наблюдателя или приёмника, в том числе и Земли, в зависимости от "количества" этого пространства (в массовом исчислении) и радиуса его воображаемой сферы, величина которого составляет $1/2gt^2$ на момент условного времени t , когда скорость света в точке нахождения наблюдателя достигла величины c_t . При такой интерпретации физического смысла гравитационной постоянной, скорость увеличения удельного объема пространства в процессе эволюции Вселенной определяется ее возрастом на данный момент времени: $W_t = Gt$, а соотношение величин этого параметра в разных исторических эпохах – уравнением:

$$W - W_0 = Gt, \quad (6)$$

где t – некоторый промежуток времени между интересующими нас событиями или время прохождения светового сигнала от наблюдаемого нами объекта до Земли.

Для более наглядного представления изложенных выше соображений представим себе, что несколько миллиардов лет назад, после разделения первичной материи на вещество и пространство, где-то на расстоянии R от того места, где сейчас расположена наша галактика, было сформировано способное к излучению вещество, которое стало генерировать низкочастотное, соответствующее тому времени, электромагнитное излучение с определенными длинами волн. Первоначальная скорость распространения этих волн c_0 нам неизвестна, но очевидно, что она была несоизмеримо мала по сравнению с современной скоростью света. По истечению времени t эти волны достигли Земли, длина волн существенно сместилась в красную область спектра, а скорость их распространения в пространстве достигла современной скорости света:

$$c = gt = c_0 + c_0 \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = c_0(1 + z).$$

Аналогичные сигналы с того места, где расположена наша галактика, т.е. с той же частотой, с той же величиной красного смещения и современной скоростью света получают те наблюдатели, которые находятся в настоящее время на окраинах видимой нами части Вселенной.

Очевидно, что для сохранения величины ускорения на фронте продвижения электромагнитной волны и на воображаемой поверхности расширяющейся сферы видимой части пространства необходимо, чтобы величина M/R^2 , или величина "количества" пространства (в массовом выражении), приходящегося на единицу площади этой сферы пространства ($4\pi R^2$ при $R = 1/2gt^2$), оставалась постоянной на протяжении всего процесса – с момента, когда вещество стало способно генерировать электромагнитное излучение, и до настоящего времени. Постоянная Хаббла дает следующую величину этого параметра:

$$\frac{M}{R^2} = \frac{g}{G} = \frac{6,6917 \cdot 10^{-8}}{6,7626 \cdot 10^{-8}} = 1,00286 з/см^2.$$

И вот здесь возникает заманчивое предположение: почему бы ни допустить, что у пространства видимой части Вселенной $M/R^2 = 1 з/см^2$, если точное значение постоянной Хаббла неизвестно? В этом случае величина приращения скорости света будет численно равна гравитационной постоянной: $g = 6,6726 \cdot 10^{-8} см/с^2$ или $6,6726 \text{ \AA}/с^2$, а постоянная Хаббла в первоначальном ее виде $H_0 = 68,599 (км/с)/Мпк$, что находится в пределах точности астрономических расчетов. Замечу, что это допущение является чисто интуитивным шагом и не имеет принципиального значения для обсуждаемой модели устройства Вселенной.

Зная величину параметра M/R^2 и радиус видимой части Вселенной, нетрудно рассчитать удельный объем пространства на любой момент времени (или при любой скорости света):

$$U = \frac{4}{3} \pi R^3 / M = \frac{4}{3} \pi \left[\frac{R^2}{M} \right] R = \frac{4}{3} \pi \frac{G}{g} \frac{1}{2} gt^2 = \frac{2}{3} \pi G \frac{c^2}{g^2}.$$

Это уравнение показывает, как соотносятся между собой удельный объем пространства (или обратная ему величина – плотность) и скорость света. Читать его можно по-разному. С одной стороны, оно показывает, каким должен быть удельный объем пространства на момент достижения скорости света величины c и, следовательно, скорости приращения удельного объема пространства величины W , а радиуса видимой части Вселенной условной величины R за условное время t с момента разделения первичной материи на вещество и пространство. С другой стороны, оно определяет скорость света в зависимости от удельного объема U или плотности пространства ρ :

$$c = g \sqrt{\frac{3U}{2\pi G}} = g \sqrt{\frac{3}{2\rho\pi G}},$$

что может служить искомым ответом на вопрос о причине ускоренного распространения света в пространстве.

В настоящее время удельный объем пространства равен:

$$U = \frac{2\pi G c^2}{3g^2} = 2,8196 \cdot 10^{28} \text{ см}^3 / \text{г},$$

а плотность пространства, или вакуума, равна обратной величине удельного объема:

$$\rho_{\Pi} = \frac{3g^2}{2\pi G c^2} = 3,5466 \cdot 10^{-29} \text{ г} / \text{см}^3.$$

При этом скорость увеличения удельного объема пространства численно равна скорости света:

$$W = Gt = G \frac{c}{g} = 2,99792458 \cdot 10^{10} (\text{см}^3 / \text{г}) / \text{с}.$$

Исходя из выше изложенного, можно говорить о том, что окружающий нас мир действительно расширяется. Однако этот процесс не является механическим: расширяется лишь видимый объем пространства (с находящимися в нем объектами) относительно произвольно выбранной точки наблюдения, включая Землю. Само же пространство никуда не расширяется, поскольку за пределами видимой (относительно Земли или любой другой точки наблюдения) части Вселенной находится такой же мир, что и вокруг нас. Но мы узнаем об этом лишь спустя 14 миллиардов лет, когда расширится горизонт видимой части Вселенной и свет от ее окраин достигнет Земли. Поэтому с каждым днем наши приборы могут регистрировать электромагнитное излучение от всё более далеких объектов, которые начинают "проявляться" на окраинах видимой части Вселенной по мере "созревания" вещества в далеком примитивном пространстве с повышенной плотностью. Лучевая скорость расширения наблюдаемой нами Вселенной равна в настоящее время скорости света, и эта скорость постоянно увеличивается с ускорением $g = 6,6726 \cdot 10^{-8} \text{ см} / \text{с}^2$.

Стремление пространства к расширению (о котором говорилось выше) надо понимать в том смысле, что вектор g направлен в сторону отсутствия пространства, т.е. к веществу или, строго говоря, к атомам и элементарным частицам вещества (нейтронам, протонам и электронам), которыми заполнены "пустышки" в пространстве. Иными словами, на границе пространства и вещества (на поверхности атомов и элементарных частиц), природа которого нам до сих пор неизвестна, вектор ускоренного расширения пространства направлен в сторону вещества и, ввиду оговоренной выше предполагаемой возможности двойственного прочтения физического смысла гравитационной постоянной G , выполняет одновременно функцию вектора ускорения свободного падения по закону Ньютона для отдельно взятого тела. Следовательно, можно предположить, что у всех элементарных частиц вещества величина m/r^2 или, строго говоря, – величина количества вещества, приходящегося на единицу площади пограничной сферы между веществом и пространством ($4\pi r^2$), должна быть одинакова и численно равна параметру M/R^2 для видимой части Вселенной. Поэтому ожидаемая плотность элементарных частиц вещества любой массы, обратно пропорциональна их размеру:

$$\rho = \frac{3m}{4\pi r^3} = \frac{3}{4\pi r} \cdot \frac{m}{r^2} = \frac{3}{4\pi r} \cdot \frac{g}{G},$$

а радиус, исходя из закона Ньютона, равен:

$$r = \sqrt{\frac{Gm}{g}},$$

что в целом не противоречит существующим оценкам величин соответствующих параметров. Например, если масса покоя протона составляет $1,6726485 \cdot 10^{-24} \text{ г}$, то его радиус должен быть равен $1,29331 \cdot 10^{-12} \text{ см}$ (при условии что $G/g = 1 \text{ см}^2 / \text{г}$), хотя по официальным данным, исходя из комптоновской длины волны, он на порядок меньше:

$$r_k = \lambda_k = \frac{h}{mc} = 1,3214099 \cdot 10^{-13} \text{ см},$$

что может быть связано с особенностями неизвестной нам пока внутренней структуры данной частицы, либо – с отсутствием волновых свойств у элементарных частиц вещества.

С другой стороны, стремление пространства к расширению путем "выдавливания" из себя элементарных частиц вещества при равенстве $m/r^2 = M/R^2$ говорит о том, что площадь расширяющейся сферы видимой части Вселенной должна быть равна площади поверхности вещества, т.е. его элементарных частиц. Отсюда можно рассчитать количество вещества, находящегося в пределах видимой части Вселенной, и плотность его распределения в пространстве по количеству элементарных частиц вещества на данный момент времени.

В частности, площадь сферы видимой части Вселенной в настоящее время, т.е. при современной скорости света, равна:

$$S = 4\pi R^2 = 4\pi \left(\frac{1}{2} g t^2 \right)^2 = 4\pi \left(\frac{1}{2} g \frac{c^2}{g^2} \right)^2 = \pi \frac{c^4}{g^2}.$$

Тогда, если площадь поверхности одной частицы вещества (любой массы) составляет $s = 4\pi r^2 = 4\pi mG/g$, то количество элементарных частиц вещества в пределах видимой части Вселенной равно:

$$N = \frac{S}{s} = \frac{c^4}{4gGm}.$$

Следовательно, масса вещества (или масса всего количества элементарных частиц) определяется выражением $M = Nm = \frac{c^4}{4gG}$. Отсюда плотность распределения вещества в пространстве составит:

$$\rho_B = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3g^2}{2\pi Gc^2} = 3,5466 \cdot 10^{-29} \text{ г/см}^3.$$

Понятно, что масса вещества относится к видимой части Вселенной, а плотность распределения вещества в пространстве можно распространить на всю Вселенную. Как видим, масса и плотность распределения вещества численно равны соответствующим параметрам пространства, что можно рассматривать как результат **симметричного разделения первичной материи на вещества и пространство**.

В свете изложенного, реликтовое излучение, интенсивность которого в некотором диапазоне частот одинакова во всех направлениях звездного неба и факт обнаружения которого считается главным аргументом в пользу гипотезы о некогда произошедшем большом взрыве (по причине того, что спектр этого излучения напоминает спектр излучения абсолютно черного тела, каким, по мнению космологов, должна была быть наша Вселенная в первые мгновения после своего рождения), можно рассматривать как результирующий эффект от излучения газообразной оболочки примитивного вещества, по-видимому, того же водорода, примыкающей к краю видимой части Вселенной. Это предположение основано на следующих соображениях.

Известно, что в спектрах звезд и относительно близких квазаров наиболее интенсивной является резонансная линия водорода L_α (Лайман-альфа) с длиной волны 1216 Å. Эта же линия присутствует и в спектрах поглощения межгалактического газа. Если эта линия соответствует максимуму реликтового излучения с длиной волны около $\lambda' = 1 \text{ мм}$, как и в спектре абсолютно черного тела, то область зарождения данного излучения должна иметь величину красного смещения:

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} = \frac{1 \text{ мм} - 0,0001216 \text{ мм}}{0,0001216 \text{ мм}} = 8222,6842.$$

При такой величине красного смещения скорость света на момент формирования реликтового излучения составляла:

$$c_0 = \frac{c}{1+z} = \frac{2,99792458 \cdot 10^{10}}{8223,6842} \approx 36,45 \text{ км/с},$$

условный возраст Вселенной был $t_0 = \frac{c_0}{g} \approx 1,732$ миллионов лет, а плотность пространства составляла $\rho_0 = \frac{3g^2}{2\pi Gc_0^2} = 2,4 \cdot 10^{-20} \text{ г/см}^3$.

Все другие серии водорода располагаются в длинноволновом участке спектра, вплоть до 10 см для основной линии 123718 Å, серия Хэмпфри, что полностью соответствует диапазону волн реликтового излучения.

Очевидно, что со временем длина волн фонового излучения будет расти пропорционально увеличению скорости света и радиуса видимой части Вселенной. Таким образом, "шелест" реликтового излучения, по очень удачному определению этого явления американским астрономом Стивеном Мараном, отражает завершающую стадию формирования вещества на окраинах расширяющегося объема видимой части Вселенной, где это вещество по неизвестным нам причинам начинает взаимодействовать с пространством, и результат этого взаимодействия мы обнаруживаем в настоящее время. Установленное недавно явление анизотропии реликтового излучения, свидетельствует, по-видимому, о существовании в "доисторическую" эпоху Вселенной бесконечного количества доменов, "раскрытие" которых начиналось при различных плотностях пространства и с различными начальными скоростями распространения электромагнитных волн. При этом каждый новый домен "открывался" в соответствии с теми параметрами скорости света и плотности пространства, которые уже были достигнуты в соседних, более зрелых, доменах.

Возвращаясь к вопросу о природе красного смещения, заметим, что все три уравнения (4), (5) и (6), каждое из которых отражает однотипный характер течения соответствующих процессов во Вселенной, связаны между собой одним и тем же параметром – величиной космологического красного смещения:

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{gt}{c_0} = \frac{Gt}{W_0} = \frac{c - c_0}{c_0} = \frac{W - W_0}{W_0} = \frac{v - v_0}{v_0}.$$

Таким образом, физический смысл этого параметра (величину которого можно, что называется, "пощупать" – измерить на фотопластинке) состоит в том, что он отражает степень приращения скорости света, частоты излучения и скорости увеличения удельного объема пространства (за время прохождения светового сигнала до Земли) относительно исходных величин на момент отрыва светового сигнала от наблюдаемого нами космического объекта.

Уравнение распространения света в условиях ускоренного прохождения светового сигнала в пространстве от наблюдаемого объекта до Земли, при заданной частоте излучения, имеет следующий вид:

$$(\lambda + \Delta\lambda)v_0 = c_0 + gt.$$

Заменяя gt на $c - c_0$, в соответствии с уравнением (4), получим $(\lambda + \Delta\lambda)v_n = c$, где $v_n = v_0$ – частота на приёмнике, что аналогично уравнению распространения света в случае удаления источника излучения от неподвижного наблюдателя при современной скорости света (см. п. 4), т.е.:

$$\lambda + \Delta\lambda = \frac{c}{v_n} = \frac{c}{v_0}.$$

Однако, физический смысл этого уравнения в данном случае другой: здесь обратная зависимость между v и $\Delta\lambda$ (или z) обусловлена не опосредованным уменьшением частоты излучения v в результате удаления источника излучения от наблюдателя, а естественным "омоложением" процесса генерации этого излучения и самого пространства по мере увеличения расстояния между наблюдателем (в данном случае Землей) и объектом его наблюдения (далекими от нас галактиками) – меньшими величинами v и c в более ранние эпохи существования Вселенной, внешний облик звездных скоплений которых (этих эпох) мы наблюдаем в настоящее время в виде дошедших до Земли через многие миллионы лет картинок звездного неба.

Это же уравнение позволяет проверить достоверность наших рассуждений, в дополнение к рассмотренной выше зависимости (5), путем сравнения расчетных и замеренных частот излучения для конкретных длин волн в любой области z . Измеренная частота должна быть равна (понятно, что в каждом случае необходимо вводить соответствующие поправки на влияние гравитационного поля Земли):

$$v_n = v_0 = v \frac{\lambda}{\lambda + \Delta\lambda} = \frac{v}{1 + z}.$$

Другой способ проверки предполагаемой модели устройства Вселенной заключается в определении расстояния до какого-нибудь источника излучения независимым способом и сравнении полученного результата с расчетной величиной:

$$S = \frac{1}{2} g (t^2 - t_0^2) = \frac{1}{2} g \left(\frac{c^2 - c_0^2}{g^2} \right) = \frac{c^2}{2g} \left(\frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^2} \right).$$

Итогом наших размышлений о возможных причинах космологического красного смещения является следующее уравнение соотношений свойств вещества и пространства во времени:

$$\frac{v_0}{v} = \frac{c_0}{c} = \frac{W_0}{W} = \frac{\lambda}{\lambda + \Delta\lambda} = \frac{1}{1 + z},$$

в котором свойства всех трех субстанций Вселенной – вещества, пространства и времени – связаны в единое целое посредством соответствующих параметров – частоты излучения v , лучевой скорости распространения этого излучения c , скорости увеличения удельного объема пространства W и красного смещения z . Величина последнего отражает, с одной стороны, условный возраст Вселенной на момент отрыва светового сигнала от наблюдаемого нами объекта:

$$t_0 = \frac{c_0}{g} = \frac{c}{g(1+z)},$$

а с другой стороны – длительность прохождения этого сигнала до Земли:

$$t - t_0 = \frac{c - c_0}{g} = \frac{c}{g} \cdot \frac{z}{1+z}.$$

Приложение

Изложенные выше представления об эволюции фундаментальных свойств вещества и пространства во времени позволяют дополнить физический смысл некоторых понятий новым содержанием. В частности, оказывается, что известное уравнение Планка для энергии фотона $E = hv$ справедливо лишь на конкретный момент времени в истории Вселенной. Если это уравнение переписать в виде энергии электромагнитной волны, генерируемой одним атомом вещества, то получим прямую зависимость данной энергии от возраста Вселенной:

$$E = hv = h \frac{c}{\lambda} = \left[h \frac{g}{\lambda} \right] t,$$

где h – постоянная Планка, g – постоянная Хаббла, c – скорость света на данный момент времени, t – условный возраст Вселенной, а множитель $[hg/\lambda]$ – скорость приращения энергии излучения для конкретной длины волны. При этом следует иметь в виду то обстоятельство, что увеличение энергии происходит не во время движения волны в пространстве, а в процессе ее генерации веществом, т.е. каждый новый акт излучения несет в себе большую энергию относительно предыдущего. Соответствующий рост энергии следует ожидать и в процессе поглощения электромагнитного излучения веществом. Это означает, что с течением времени вещество способно поглощать всё большее количество энергии на всех частотах. Изменение величины энергии излучения (поглощения) во времени подчинено той же зависимости, с которой изменяются скорость света, частота излучения и скорость увеличения удельного объема пространства:

$$E - E_0 = jt,$$

где $j = hg/\lambda$ – скорость приращения количества испускаемой или поглощаемой одним атомом вещества энергии на конкретной длине волны, а t – некоторый промежуток времени между интересующими нас событиями. Относительное приращение энергии с течением времени определяется, как и в случае со скоростью света c , W и v , величиной красного смещения:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{E - E_0}{E_0}.$$

В рамках предполагаемой модели устройства Вселенной, так называемый фотометрический парадокс, который был сформулирован в 1744 г. Ж. Шезо в Швейцарии, а позже в 1826 г. Г. Ольберсом в Германии [1], можно объяснить следующим образом. При ускоряющихся во времени процессах генерации электромагнитных импульсов веществом и передачи их на расстояние, свет от очень далеких источников из-

лучения, который по природе своей является менее частотным, чем тот, к которому мы привыкли, пройдя приличное расстояние за не менее приличный промежуток времени, оказывается смещенным в длинноволновый диапазон спектра и не воспринимается нашими органами зрения. Поэтому далее определенного горизонта, с "критической" для нашего зрения частотой излучения, мы ничего не видим, что и позволяет нам различать только ближайšie к Земле звезды на темном фоне ночного неба.

Однако главной причиной фотометрического парадокса, по-моему, является то обстоятельство, что наблюдаемая интенсивность свечения любого источника излучения убывает пропорционально квадрату расстояния от него. Физический смысл этого явления заключается в том, что интенсивность свечения объекта на расстоянии R от него определяется "количеством" света, приходящегося на единицу площади той сферы пространства ($4\pi R^2$), где находится наблюдатель. В астрофотометрии это понятие носит название освещенности. Поэтому чем больше радиус сферы, на которой находится наблюдатель, – тем меньше "плотность света" на ее поверхности и тем менее ярким выглядит объект.

В заключение несколько слов о границах Вселенной. С точки зрения официальной науки этот вопрос решается исходя из предположения о том, что размеры Вселенной ограничены ее гравитационным радиусом и, следовательно, конечны. "Утверждение о конечности размеров Вселенной, которое при определенных условиях следует из общей теории относительности, означает, что все физические процессы замкнуты в конечном объеме и не выходят «наружу». В частности, лучи света не в состоянии покинуть этот объем" [3 стр. 194]. В этом контексте возникает естественный вопрос: а что же находится за пределами гравитационного радиуса, если там нет ни вещества, ни пространства? Официальная наука этот вопрос вообще не рассматривает.

С нашей точки зрения вопрос о границах Вселенной бессмыслен, поскольку Вселенная бесконечна. Тот объем пространства, который доступен наблюдению из любой точки Вселенной, в том числе и с Земли, и который мы обозначили как видимую часть Вселенной, ограничен примерно 14 миллиардами световых лет с учетом ускоренного распространения света в пространстве. С большего расстояния относительно Земли или какой-либо другой точки наблюдения световые сигналы не поступают в силу того, что в то время не было ни пространства, в котором эти сигналы могли бы распространяться, ни вещества, которое генерировало бы эти сигналы. Было НЕЧТО, что можно назвать первичной материей.

Заключение

На мой взгляд, целесообразно признать, что наблюдаемая нами Вселенная является саморазвивающейся системой, своеобразным генетически единым тандемом пространства и вещества, фундаментальные свойства которых – частота возбуждаемого веществом электромагнитного излучения и скорость распространения этого излучения в пространстве – имеют одно и то же ускорение, численно равное постоянной Хаббла. Движущей силой этого тандема является естественный, ускоряющийся во времени, процесс эволюции материального мира. Ключом к пониманию этого процесса служит гравитационная постоянная G , действительный физический смысл которой предстоит еще раскрыть. Формально же эту константу можно рассматривать, с одной стороны, как ускорение процесса увеличения удельного объема пространства, а с другой – как ускорение процесса сокращения удельного объема находящегося в этом пространстве вещества.

Литература

1. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии: Учебное пособие / Под ред. В.В.Иванова. М.: Едиториал УРСС, 2001. С. 544.
2. Рофман В. М. К вопросу о существовании абсолютного верхнего предела скорости материальных частиц. Критика классических физических представлений. – «Самиздат», г. Темиртау, 1990. Ссылка по <http://physics-animations.com/newboard/themes/51172.html>.
3. Матвеев А. Н. Механика и теория относительности. М.: ООО "Издательский дом "ОНИКС 21 век": ООО "Издательство "Мир и Образование", 2003. С. 432.