

Содержание номера



2

ГАРАЖ УТОПИЙ
как зеркало русских инноваций

2

31

6

8

Смелые гипотезы
В. Фролов
А расширяется ли наша Вселенная?

13

45

Чтобы всмотреться в звёзды мог каждый
С. Данилов
О Ползунове в набедренной повязке, гравитолётах и Э. Кейси

14

Историческая серия
И. Боечин
«Двухсотые» МиГи

16

Сенсации наших дней
М. Нииттюранта
Биочип ищет раковую клетку. И находит!

18

Сделано в России
И. Измайлов
«Варяги» из Петрозаводска

24

Страницы истории
М. Дмитриев
Ответный удар по Штатам
И. Боечин
Подводные налётки

28

НТТМ
И. Зверев, И. Переверзев
Смотр молодежных инноваций

28

С. Данилов
Хроника «ТМ»

32

Панорама
С. Александров
Парадные эскадрильи

36

Вокруг земного шара

38

Патенты
Г. Колокольцева
Над пробками по рельсу

41

Мир увлечений
Х. Шошина
Вулканорайдеру снег не нужен

42

Институт человека
Т. Новгородская
Ещё радужнее!

46

Реликвии науки и техники
Б. Примочкин
Чтобы не распалась связь времён

49

«ТМ» 65 лет назад
Техника связи Красной Армии в Отечественной войне

50

Из истории современности
Н. Кузнецов
Рабочая лошадка холодной войны

54

Музей агентурного оружия
А. Ардашев
Перстни для ниндзя

56

Клуб любителей фантастики
В. Гвоздей
День спасения

59

Т. Глекова
Манят меня изменчивые дали

А расширяется ли наша Вселенная?

8

Вселенная расширяется, и это доказано. Но насколько быстро? И в каком направлении? Эти вопросы волнуют астрономов и любителей астрономии. В последние годы появились новые данные, которые позволяют более точно оценить скорость расширения Вселенной. Это так называемый «космологический постоянный» — параметр, который характеризует скорость расширения Вселенной. Его значение было впервые определено в 1929 году Эдвингом Хабблом. С тех пор оно постоянно уточняется. В настоящее время наиболее точное значение было получено в 2011 году группой астрономов под руководством Сьюзи Таунсенд. Оно составляет 74 км/с на мегапарсек. Это означает, что для каждой мегапарсека расстояния между галактиками увеличивается на 74 километра в секунду. Это довольно высокая скорость, но учитывая огромные расстояния, она кажется незначительной. Однако именно эта скорость определяет будущее Вселенной. Если она будет продолжать увеличиваться, то в конечном итоге все галактики будут разнесены друг от друга настолько, что их будет невозможно увидеть. Это так называемый «тепловой смертельный выдох».

16

БИОЧИП ИЩЕТ РАКОВУЮ КЛЕТКУ.

Биочип — это микрочип, который способен обнаруживать раковые клетки. Он состоит из множества крошечных камер, в которых находятся биологические молекулы, способные связываться с раковыми клетками. Когда раковая клетка попадает в одну из этих камер, она связывается с молекулами, что приводит к изменению электрического сигнала. Этот сигнал можно измерить и определить, что раковая клетка находится на чипе. Биочипы используются для ранней диагностики рака и для изучения механизмов его развития.

18

«Варяги» из Петрозаводска

В Петрозаводске построили два деревянных парусника, которые будут участвовать в регате «Варяги». Эти суда являются точными копиями древних варяжских кораблей. Они были построены в рамках проекта, посвященного истории варяжского влияния на Русь. Корабли имеют длину около 20 метров и оснащены парусами. Они будут участвовать в регате, который пройдет по маршруту из Петрозаводска в Финляндию и обратно. Это мероприятие призвано привлечь внимание к истории и культуре древних варягов.

32

ПАРАДНЫЕ ЭСКАДРИЛЬИ

В Петрозаводске прошли парады эскадрильи. В них участвовали различные типы современных боевых самолетов. Парады проводились в рамках мероприятий, посвященных юбилею города. Эскадрильи показали свои возможности в различных маневрах, включая пикирование, вертикальный взлет и посадку. Это мероприятие вызвало большой интерес у жителей города и гостей.

42

Ещё радужнее!

Как расписывают контактные линзы. В настоящее время существует множество способов раскраски контактных линз. Это позволяет людям с проблемами зрения не только видеть лучше, но и выглядеть привлекательнее. Раскраска осуществляется с помощью специальных красителей, которые наносятся на поверхность линзы. Это позволяет создавать различные цвета и рисунки. Однако важно помнить, что раскрашенные линзы должны использоваться только в течение короткого времени, так как краска может повредить поверхность линзы и ухудшить зрение.

42

Как расписывают контактные линзы

В настоящее время существует множество способов раскраски контактных линз. Это позволяет людям с проблемами зрения не только видеть лучше, но и выглядеть привлекательнее. Раскраска осуществляется с помощью специальных красителей, которые наносятся на поверхность линзы. Это позволяет создавать различные цвета и рисунки. Однако важно помнить, что раскрашенные линзы должны использоваться только в течение короткого времени, так как краска может повредить поверхность линзы и ухудшить зрение.



- 2 **Время, пространство, человек**
С. Данилов
Гараж утопий как зеркало русских инноваций
- 31 **«Мост через Берингов пролив»**
- 6 **XXI — век nano**
- 8 **Смелые гипотезы**
В. Фролов
А расширяется ли наша Вселенная?
- 13 **Эхо «ТМ»**
Чтобы всмотреться в звёзды мог каждый
С. Данилов
О Ползунове в набедренной повязке, гравитолётах и Э. Кейси
- 45 **Историческая серия**
И. Боечин
«Двухсотые» МиГи
- 14 **Сенсации наших дней**
М. Нииттюранта
Биочип ищет раковую клетку. И находит!
- 16 **Сделано в России**
И. Измайлов
«Варяги» из Петрозаводска
- 24 **Страницы истории**
М. Дмитриев
Ответный удар по Штатам
И. Боечин
Подводные налётки
- 25 **НТТМ**
И. Зверев, И. Переверзев
Смотр молодежных инноваций
- 28 **С. Данилов**
Хроника «ТМ»
- 32 **Панорама**
С. Александров
Парадные эскадрильи
- 36 **Вокруг земного шара**
- 38 **Патенты**
Г. Колокольцева
Над пробками по рельсу
- 41 **Мир увлечений**
Х. Шошина
Вулканорайдеру снег не нужен
- 42 **Институт человека**
Т. Новгородская
Ещё радужнее!
- 46 **Реликвии науки и техники**
Б. Примочкин
Чтобы не распалась связь времён
- 49 **«ТМ» 65 лет назад**
Техника связи Красной Армии в Отечественной войне
- 50 **Из истории современности**
Н. Кузнецов
Рабочая лошадка холодной войны
- 54 **Музей агентурного оружия**
А. Ардашев
Перстни для ниндзя
- 56 **Клуб любителей фантастики**
В. Гвоздей
День спасения
- 59 **Т. Глекова**
Манят меня изменчивые дали

Библиотека
Клуб «ТМ» и свой институт
ЮФУ в г.Томск-200

А расширяется ли

наша Вселенная?

Вселенная родилась в Большом взрыве и теперь расширяется. Вопросом является лишь то, будет ли она расширяться бесконечно или в какой-то момент начнёт сжиматься.

Как говорил один умный человек: это так, но — так ли это? Нет ли других, альтернативных объяснений для фактов, являющихся наблюдательными основаниями теории расширяющейся Вселенной?

Вступительная часть статьи основана на представлениях о происхождении Вселенной, изложенных в Физической энциклопедии, вышедшей в свет почти 20 лет назад. За это время появилось много фактов, часть из которых приведена в тексте статьи, которые не укладываются в рамки прежних представлений. Как бы то ни было, из бесед с астрономами стало ясно, что неизменным остаётся одно: Вселенная возникла и расширяется. Правда, возникла не в одном месте, а во многих (повсеместно); и не одновременно, а возникает до сих пор и потому расширяется с ускорением. Подчиняются современные процессы расширения уравнениям, из которых наглядной (представимой) картины получить невозможно, и понять их могут только люди, способные к глубокому абстрактному мышлению.

У нас же получается, что Вселенная

вечна и бесконечна, и все процессы в ней уже давно знакомы людям.

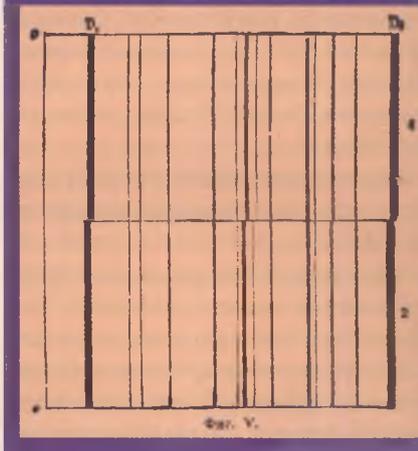
* * *

Внедрение спектроскопии в астрономию окончательно убедило мир в материальном единстве Вселенной — спектры излучения звёзд содержат линии тех же химических элементов, что имеются и на Земле. Но в спектрах астрономических объектов эти линии часто сдвинуты относительно того, что мы наблюдаем у «земных» элементов. Считается, что причиной сдвига является эффект Доплера — изменение частоты (длины волны) излучения, связанное со скоростью относительного движения источника и приёмника излучения. Этот эффект для звуковых волн известен каждому, мимо кого, гудя, пронёсся поезд. Он заметен и при пролёте над нами самолётов: звук от их моторов заметно понижает-

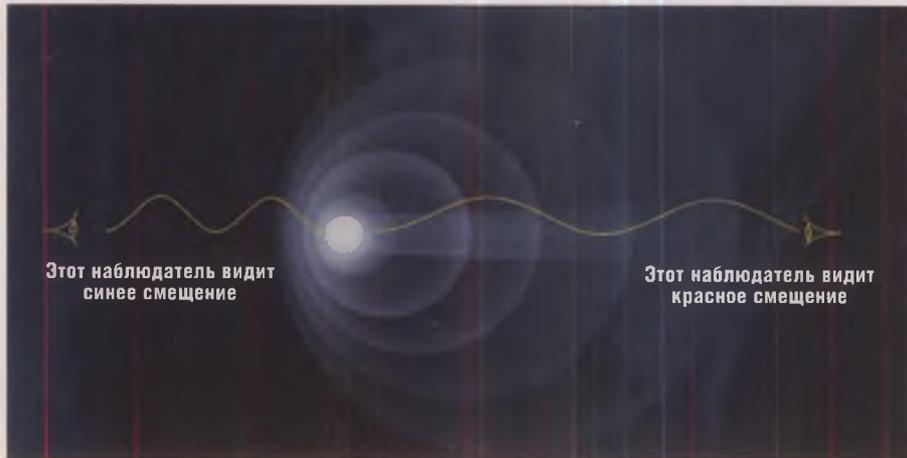


Как в действительности выглядел Большой взрыв, конечно, не знает никто...

Эта иллюстрация взята из энциклопедического словаря Брокгауза и Эфрона, из статьи «Спектральный анализ». Раздел называется «Изменение в спектре от движения светового источника в направлении луча зрения (принцип Доплера-Физо)». На рисунке отмечены хорошо различимые фраунгоферовы линии D1 и D2 — линии поглощения натрия — в двух спектрах: на западном и восточном концах солнечного диаметра. Их сдвиг соответствует скорости 2 км в 1 с.



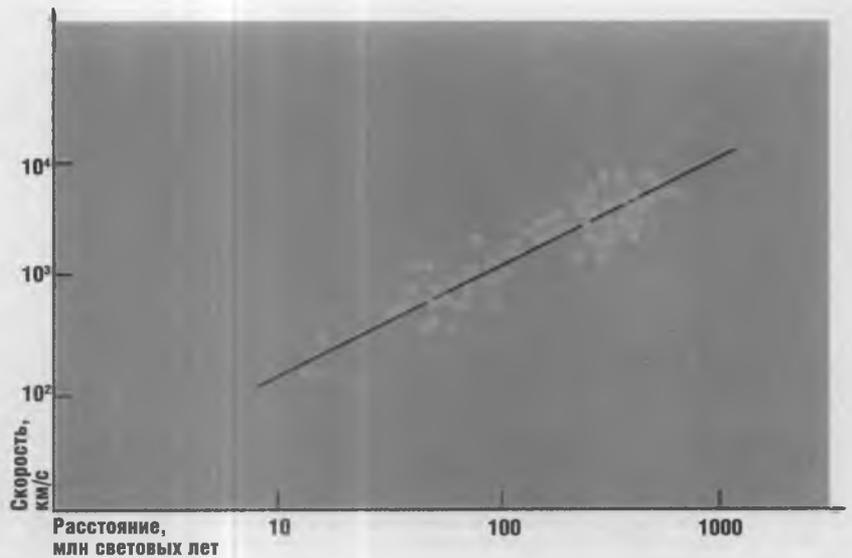
Эффект Доплера



ся после того, как самолёт пролетел. Оказалось, что спектральные линии всех далёких астрономических объектов смещены в красную сторону спектра — в сторону более длинных волн, — что означает, что эти объекты от нас удаляются. К 1929 г. Э. Хаббл нашёл величины смещения спектров всех далёких источников света, расстояния до которых считались известными. И оказалось, что, чем дальше светя-



Эдвин Пауэлл Хаббл, 1899 — 1953, знаменитый американский астроном



Закон Хаббла

щийся объект, тем сильнее смещены спектральные линии его излучения. Так появилась эмпирическая формула его имени; её обобщение на источники, расстояния до которых неизвестны, позволяет по величине смещения эти расстояния определять.

К тому времени резко обозначились противоречия между устоявшимися представлениями о вечности и бесконечности Вселенной и выводом из общей теории относительности о нестабильности такой Вселенной. В этой ситуации формула Хаббла была воспринята как экспериментальное подтверждение правоты теории относительности, предусматривающей возможность расширения Вселенной. В результате появилась теория расширяющейся Вселенной с Большим взрывом в качестве причины её возникновения. С точки зрения Взрыва очень естественно выглядит зависимость величины красного смещения от расстояния до источников излучения — чем больший импульс получил при взрыве объект (чем с большей скоростью он начал удаляться), тем дальше от места взрыва он успел «удалиться» к моменту испускания наблюдаемого сейчас излучения. Кроме того, из изотропности красного смещения следует приятное ощущение, что всё вещество удаляется от нас, как от центра Вселенной. Возможно, поэтому церковь восприняла теорию расширяющейся Вселенной как научное подтверждение библейских преданий о сотворении Мира.

Однако в последние годы в поле зрения астрономов оказались объекты, излучение которых смещено в красную сторону более чем в 10 раз. Формула Хаббла даёт для таких смещений расстояния, близкие к размеру всей наблюдаемой Вселенной. Идти к нам это излучение должно долго — почти всё время её существования, т.е. возникнуть оно должно было вскоре после Большого взрыва. Но в тот момент, сразу после Взрыва, «осколки» (в том числе и те, из которых потом образовалась наша Галактика) не могли разлететься далеко и от места взрыва, и друг от друга; значит, излучение так долго идти между ними не должно. Так что для объектов со столь большими смещениями объяснение причины смещения эффектом Доплера противоречит здравому смыслу.

Сомнения в непогрешимости доплеровской трактовки красного смещения, пожалуй, первым высказал сам Эдвин Хаббл — его смутила мысль о возможности движения массивных объектов с субсветовыми скоростями. Хаббл высказался на эту тему в 1929 г. на заседании Американского астрономического общества; он предложил поискать красному смещению другую причину, назвав её условно «старением» фотонов.

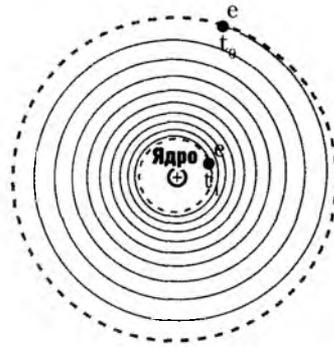
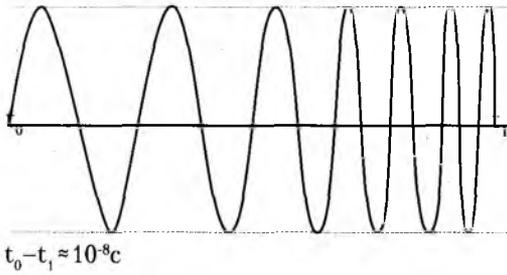
Ходят слухи, что из-за этого выступления Хаббла вычеркнули из списка кандидатов на Нобелевскую премию (см., например: Чернин А.В. «Космология. Большой взрыв». Фрязино, изд-во Век-2, 2005. с. 26).

Итак, эффект Доплера мы назовём первой возможной причиной красного смещения. В Физической энциклопедии (М., Советская энциклопедия, 1990. т. 2, с. 487. Тербиж В.Ю. «Красное смещение») приводятся две возможные причины красного смещения. Это уже «сосчитанный» нами эффект Доплера и усиливающее его действие смещение гравитационное, связанное с потерей фотонами энергии за счёт преодоления ими поля тяготения излучающего объекта. Последнее мы учтём в качестве второй возможной причины.

Есть, однако, и другие эффекты, способные влиять на энергию фотонов в сторону её уменьшения:

Так, в знаменитых «Фейнмановских лекциях по физике» обсуждается возможность давления магнитной компоненты электромагнитного поля на движущиеся электроны атомов. Это явление называют ещё световым трением, или эффектом Абрахама. (Стоит отметить, что в статье Физической энциклопедии, посвящённой красному смещению, эффект Абрахама не упоминается, ему посвящена отдельная статья.)

Экспериментальным подтверждением этого эффекта считается появление направленного движения молекул газа в потоке света (луче лазера), не поглощаемого этим газом. Логично считать возникновение движения в газе следствием затрат световой энергии, а потеря энергии фотонами — это и есть красное смещение. Однако существует мнение, что в этом слу-



Переход электрона в атоме водорода со второй орбиты на первую (справа) и излучаемый при этом цуг электромагнитных волн переменной частоты (слева)

Таблица 1

Номер начальной орбиты	Номер конечной орбиты	Конечная частота колебаний электрона, Гц	Начальная частота колебаний электрона, Гц	Частота испускаемого света, Гц
2	1	$6,58 \times 10^{15}$	$0,82 \times 10^{15}$	$2,47 \times 10^{15}$
10	9	$9,02 \times 10^{12}$	$6,58 \times 10^{12}$	$7,72 \times 10^{12}$
30	29	$2,7 \times 10^{11}$	$2,44 \times 10^{11}$	$2,56 \times 10^{11}$
100	99	$6,60 \times 10^6$	$6,58 \times 10^6$	$6,59 \times 10^6$

чае свет давит на атом очень короткое время — тянет его за собой, пока атом находится в поле фотона; а после ухода от атома фотон свою энергию возвращает. В результате атомы только «переставляются». В настоящее время в научной литературе обсуждаются возможность и способы экспериментальной проверки этого мнения. Как бы то ни было, описанное явление можно отметить как третью вероятную причину красного смещения.

Четвёртой причиной смещения спектров может быть немонохроматичность самих фотонов — увеличение частоты волн в них от начала цуга к концу.

Немонохроматичность фотонов следует из рассмотрения процесса излучения света атомами с позиций классической электродинамики. Атом и, прежде всего, атом водорода, можно представить как вращающийся электрический диполь, излучающий электромагнитное поле с частотой, всегда совпадающей с частотой вращения электрона вокруг ядра. По верхней стационарной орбите, с которой излучательный переход начинается, электрон вращается медленнее, чем по нижней, на которой переход заканчивается. В процессе перехода частота вращения электрона, а вместе

с ней и частота электромагнитного поля в излучаемом цуге волн, увеличивается. Например, при переходе электрона атома водорода со второй орбиты на первую частота вращения электрона увеличивается более чем в восемь раз.

Правильность представлений о такой структуре фотона подтверждается ещё тем, что численное значение его частоты, определяемое формулой Планка, всегда оказывается промежуточной величиной между частотами вращения электрона по круговым стационарным орбитам, между которыми совершается переход. Чтобы убедиться в этом, достаточно посмотреть на табл. 1, в которой приведены частоты вращения электрона по некоторым стационарным орбитам атома водорода и частоты фотонов, испускаемых при переходах между этими орбитами (эта таблица приведена в учебнике А. Эйкана «Курс химической физики», изданном в СССР в 1933 г.).

А дальше получается вот что. В прозрачной среде (среде с нормальной дисперсией) длинные волны движутся с большей скоростью, чем короткие, и передний длинноволновый фронт фотона имеет тенденцию убегать от заднего, коротковолнового¹. Если эта тенденция реализуется, то, двигаясь в такой среде, фотон должен

растягиваться, средняя длина его волн будет увеличиваться — он будет «краснеть», или, по выражению Э. Хаббла, «стареть».

В качестве прецедента, оправдывающего эту идею, можно привести пример с волновым пакетом, предложенным Д. Бомом в качестве модели электрона. По заключению специалистов, такой пакет должен со временем «расплываться» из-за дисперсии в среде, и по этой причине он был признан непригодным для описания поведения «вечного» электрона.

Экспериментальная проверка идеи растягивания фотона не проводилась, т.к. с точки зрения принципа неопределённости квантовой механики фотон не может иметь конкретной структуры. А первое издание учебника, из которого взята приведённая выше таблица, вышло в Германии до того, как этот принцип, предложенный Гейзенбергом, был возведён в ранг закона природы. (Кстати, Эйнштейн его так и не признал...)

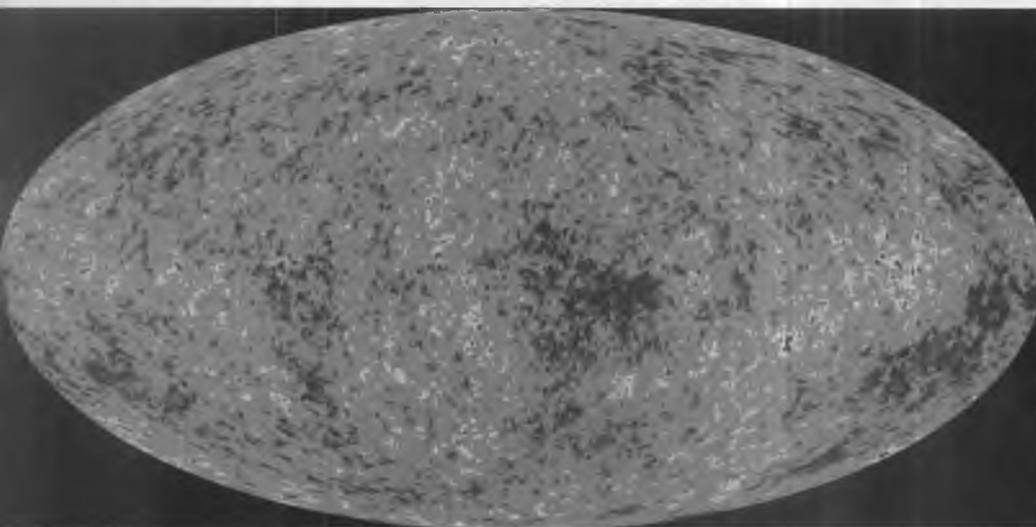
Так что фотону в космосе «есть от чего краснеть». Из четырёх рассмотренных причин его «покраснения» три связаны с расстоянием, проходящим фотоном (удовлетворяют формуле Хаббла): это эффект Доплера, дисперсия фотона и, возможно, эффект Абрахама. С другой стороны, три причины (кроме эффекта Доплера) способны объяснить покраснение спектров излучения космических объектов без предположения об убегании этих объектов от нас. А это означает, что смещение спектров излучения звёзд может происходить и в стационарной Вселенной.

Можно сделать ещё пару немало важных замечаний.

Если вместо классического объяснения красного смещения эффектом Доплера принять дисперсию фотона как причину его «старения», то снимаются все противоречия, связанные с большими величинами красного смещения.

Кроме того, признание дисперсии фотона в качестве основной причины красного смещения снимает проблему антропоцентризма (галактики разбегаются от того места, где находимся мы) —

¹ Дисперсия — это разные коэффициенты преломления для разных длин волн света. Другими словами — разные скорости распространения света в данной среде. Для отдельных монохроматических фотонов с разными частотами это проверенный факт; ничто не мешает предположить действие этого явления и для единственного, но не монохроматического фотона. — *Прим. авт.*



Момент Большого взрыва плюс 10^{43} с: отделение гравитации от других фундаментальных взаимодействий

Момент Большого взрыва плюс 300 000 лет: отделение излучения от вещества

Момент Большого взрыва плюс 14 млрд лет: сегодняшний мир

Справа: представления о становлении Вселенной в соответствии с теорией Большого взрыва. Слева: так выглядит МФИ сегодня (по данным НАСА, основанным на наблюдениях WMAP — космического аппарата, специально предназначенного для изучения РИ)

формула Хаббла будет одинаково выполняться при взгляде во Вселенную из любой её точки.

* * *

С расширением Вселенной, а точнее, с Большим взрывом, её породившим и заставившим разбегаться, учёные связывают и существование микроволнового фонового излучения (МФИ), обнаруженного в 1965 г. Важность МФИ для науки о происхождении Вселенной подчёркивается двумя Нобелевскими премиями, одной — за его открытие (1978) и другой (2006) — за обнаружение в нём анизотропии.

В ряде статей Физической энциклопедии утверждается, что МФИ появилось в первые мгновения Большого взрыва в виде очень жёсткого гамма-излучения, из которого чуть позже возникло вещество. Масса излучения, эквивалентная его полной энергии, значительно превосходила массу вещества. Утверждается, что это, называемое реликтовым, излучение (РИ), в течение первых 300 000 лет находилось в термодинамическом равновесии с веществом. К этому времени произошла рекомбинация электронов и ионов вещества, вещество превратилось в нейтральный газ, стало для РИ прозрачным, и РИ выделилось из вещественной части Вселенной. (Отметим, что в тот момент РИ было равновесным с веществом). Затем РИ расширялось вместе с расширением пространства и расширилось до МФИ (примерно в 300 раз).

Освободившаяся же от РИ «вещест-

венная» часть материи с температурой около 4000 К, естественно, продолжала излучать свой спектр, соответствующий этой температуре. Спектральные линии элементов этого вещества, которые оказались смещёнными в красную сторону примерно в 10 раз, должны быть излучены, в соответствии с формулой Хаббла, также вскоре после Взрыва (и, конечно, уже после выхода РИ из вещества).

И вот что удивительно. Регистрируемые сейчас излучения, оба находившиеся в термодинамическом равновесии почти с одним и тем же веществом, воспринимаются по-разному: одно — как излучение чёрного тела с температурой 2,7 К, поступающее отовсюду, а другое — как излучение, идущее от конкретных локальных объектов, спектр которых смещён в красную сторону в 10 раз.

Ещё один естественный вопрос: что заставило излучение, появившееся раньше, чем вещество, и удаляющееся, очевидно, от места взрыва со скоростью света, возвратиться в «вещественную» часть Вселенной и до сих пор в ней оставаться? (Количество квантов МФИ и сейчас превышает количество элементарных частиц материи во Вселенной в 10^9 раз).

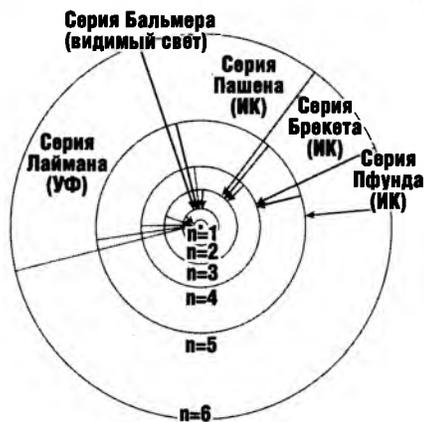
Эти противоречия и нестыковки в объяснении происхождения и эволюции МФИ особенно заметны на фоне существования иного, значительно менее замысловатого объяснения природы МФИ, никак не связанного с Большим взрывом и расширением Вселенной. Вот оно.

Известно, что каждый вид атомов излучает свой набор спектральных линий, из которых формируются спектры, характеризующие эти атомы, и потому эти наборы называются характеристическими. Большинство людей думает, что атомы и поглощают только свои характеристические фотоны, и что фотоны поглощаются только целиком. Что это не так, заметил в 1922 г. Артур Комптон: атомы оказались способными переходить в возбуждённое состояние, отнимая энергию и от фотонов с большей энергией — избыток энергии они просто «выбрасывают». Судьба избытка зависит от ситуации, в которой он оказался: плотное тело им нагревается, а из отдельного атома он излучается.

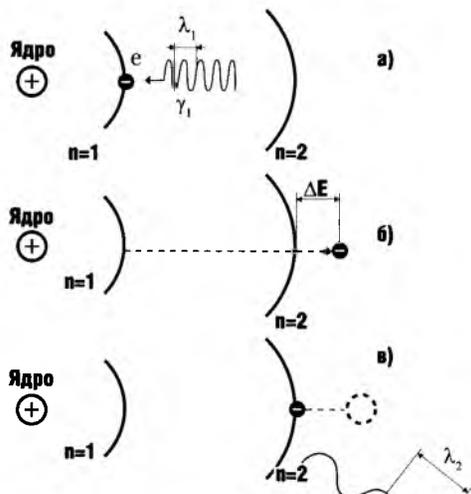
В то время сама возможность поглощения атомами лишь части энергии фотонов показалась столь неожиданной, что этот экспериментальный факт был назван эффектом, и за его открытие Комптону была присуждена Нобелевская премия уже в 1927 г. Неожиданным открытием Комптона оказалось потому, что только что — в 1921 г. — была вручена Нобелевская премия Эйнштейну за объяснение (в 1905 г.) фотоэффекта. Из него следовало, что энергия фотона поглощается только целиком. И все думали, что только целиком они и поглощаются.

Покажем, как в процессе реализации эффекта Комптона на связанном электроном атоме межзвёздной среды может возникнуть МФИ.

Как известно, излучается свет горячими телами, в которых атомы дви-



Образование спектральных серий в излучении атома водорода при переходе электрона с высоких стационарных орбит на более низкие. Линии серии Лаймана образуются при переходе электрона на самую первую, невозбуждённую орбиту



Эффект Комптона на связанном электроном:
 а). Холодный атом водорода в невозбуждённом состоянии. Электрон e находится на первой (боровской) орбите ($n=1$) около ядра атома (протона). На атом набегает фотон γ_1 с длиной волны λ_1 , энергия которого больше той, что необходима для перехода на следующую орбиту ($n=2$).
 б). Поглотив фотон, электрон получает энергию, превышающую ту, которая соответствует второй орбите ($n=2$) и «поднимается выше» неё.
 в). Практически мгновенно электрон «спускается» на вторую орбиту, излучая излишек энергии (ΔE) в виде фотона рассеяния γ_2 с длиной волны λ_2 большей, чем у исходного набегавшего фотона ($\lambda_2 > \lambda_1$)

жуются быстро, и потому, из-за эффекта Доплера, линии излучения заметно смещены в обе стороны — уширены: атомы-то движутся в разных направлениях. Поглощается же свет холодными телами, тут атомы движутся медленно и поглощают, в норме, только резонансные фотоны — узкую полосу в центре уширенной линии.

Например, при фоторегистрации спектра обычного электрического разряда (дугового или искрового) в центре изображения некоторых уширенных линий видны светлые полоски (фотоэмульсия там засвечена слабее).

Причина этого как раз в поглощении резонансных фотонов атомами, только что покинувшими зону разряда, успевшими остыть, но не успевшими улететь далеко; так что излучение разряда проходит сквозь них и частично ими поглощается. Эффект ослабления интенсивности излучения в центре эмиссионных линий спектроскописты называют самообращением.

Присмотревшись к форме светлой полосы, можно заметить, что она несимметрична — заметно «размыта» в сторону более коротких волн. Причина асимметрии полосы — как раз в эффекте Комптона на связанном электроном: остывшими атомами поглощаются не только резонансные фотоны, но и часть фотонов с большей (избыточной для холодных атомов) энергией. Если атомы, поглотившие такой свет, не связаны, то избавиться от избытка энергии они могут только его излучением.

Как раз такие условия реализованы в космосе. Излучение звёзд, состоящих в основном из водорода, содержит его уширенные спектральные линии. Основным компонентом холодного межзвёздного газа также является свободный водород. Убедимся, что в этих условиях эффект Комптона на связанном электроном атома водорода может формировать МФИ.

Из основного (невозбуждённого) состояния водород поглощает только излучение линий серии Лаймана. Из них линия с длиной волны в 121,5 нм — самообращаемая, т.е. хорошо поглощается. Средняя скорость движения атомов в звёздах, от которой зависит величина доплеровского уширения линии, даётся формулой Больцмана. Если в качестве температуры звёзд подставить в эту формулу температуру поверхности Солнца — 6000 К, то наиболее вероятное значение скорости будет около 10^6 см/с. Для этой скорости формула Доплера даёт уширение — величину смещения от резонансного значения частоты — примерно в 10^{11} гц. Эта частота и переизлучается в виде отдельной линии, максимум которой соответствует длине волны около 3 мм.

Что почти точно совпадает с максимумом интенсивности МФИ!

Вторая особенность МФИ — его вы-

сокая интенсивность — определяется практически отсутствием поглощения длинноволнового излучения межзвёздной средой. Генерируется МФИ всем объёмом межзвёздного водорода, облучаемого звёздами всё время, пока они светят; а безвозвратно поглощается, в основном, массивными телами, суммарное поперечное сечение которых более чем в 10^9 раз меньше сечения всех генераторов МФИ — атомов межзвёздного водорода. Слабое поглощение МФИ позволяет предполагать возможность его происхождения от источников столь далёких, что их собственное излучение поглощается межзвёздной средой полностью и до нас не доходит. А изотропность интенсивности МФИ, нарушения которой обусловлены наблюдаемыми, т.е. относительно близкими неоднородностями звёздного неба, говорит о том, что далёкие невидимые источники имеются со всех сторон.

* * *

Итак, мы предложили варианты объяснения красного смещения, а также существования МФИ и его свойств, не требующих ни разбега галактик, ни Большого взрыва как механизма возникновения Вселенной. Что же остаётся? Какие ещё есть основания для принятия модели расширяющейся конечной Вселенной?

Таким основанием является вывод из общей теории относительности о нестабильности Вселенной бесконечной. Однако...

Вспомним, что в основе этого вывода лежит предположение об универсальности константы тяготения Ньютона, что сейчас оспаривается. Даже Физическая энциклопедия содержит фразу: «опыт показывает, что в реальной Вселенной тяготение определяется в основном близкими массами, и гравитационное влияние далёких масс пренебрежимо мало». Сомнения в универсальности константы гравитации вызываются также статистическим характером результатов её измерений: При достигнутой точности измерений в пять значащих цифр постоянно воспроизводятся только первые три...

Так, может быть, она всё-таки не расширяется?

Виталий ФРОЛОВ