

Баренбаум А.А. (ИПНГ РАН)

О РЕАЛЬНОСТИ «БОЛЬШОГО ВЗРЫВА» В КОСМОЛОГИИ

**Памяти А.А. Рухадзе
(9.07.1930 – 7.03.2018)
посвящается**

Забабахинские научные чтения - 2019

Снежинск – 18-22.03.2019

Предыстория работы

- 1. Баренбаум А.А. Космос во всем его многообразии // Журнал «Земля и Вселенная». 2018. № 1. С.106-110.**
- 2. Баренбаум А.А.. О двух подходах к изучению Космоса в современном естествознании // Российско-Американский научный журнал "Актуальные проблемы авиационных и аэрокосмических систем» 2017. №2(45), том 22. С. 80-88.**
- 3. Баренбаум А.А. Природа красных смещений в спектрах далеких галактик // Инженерная физика. 2018. № 6. С.18-23.**
- 4. Баренбаум А.А. Закон Хаббла в свете Галактоцентрической парадигмы и его следствия // Инженерная физика. 2018. №7. С. 25-31.**
- 5. Баренбаум А.А. Науки о Космосе в преддверии смены научных парадигм // Инженерная физика № 9. 2018. С. 30-47.**
- 6. Баренбаум А.А. Решение проблемы микроволнового космического фона в Галактоцентрической парадигме // Инженерная физика. 2019. № 1. С. 39-48.**

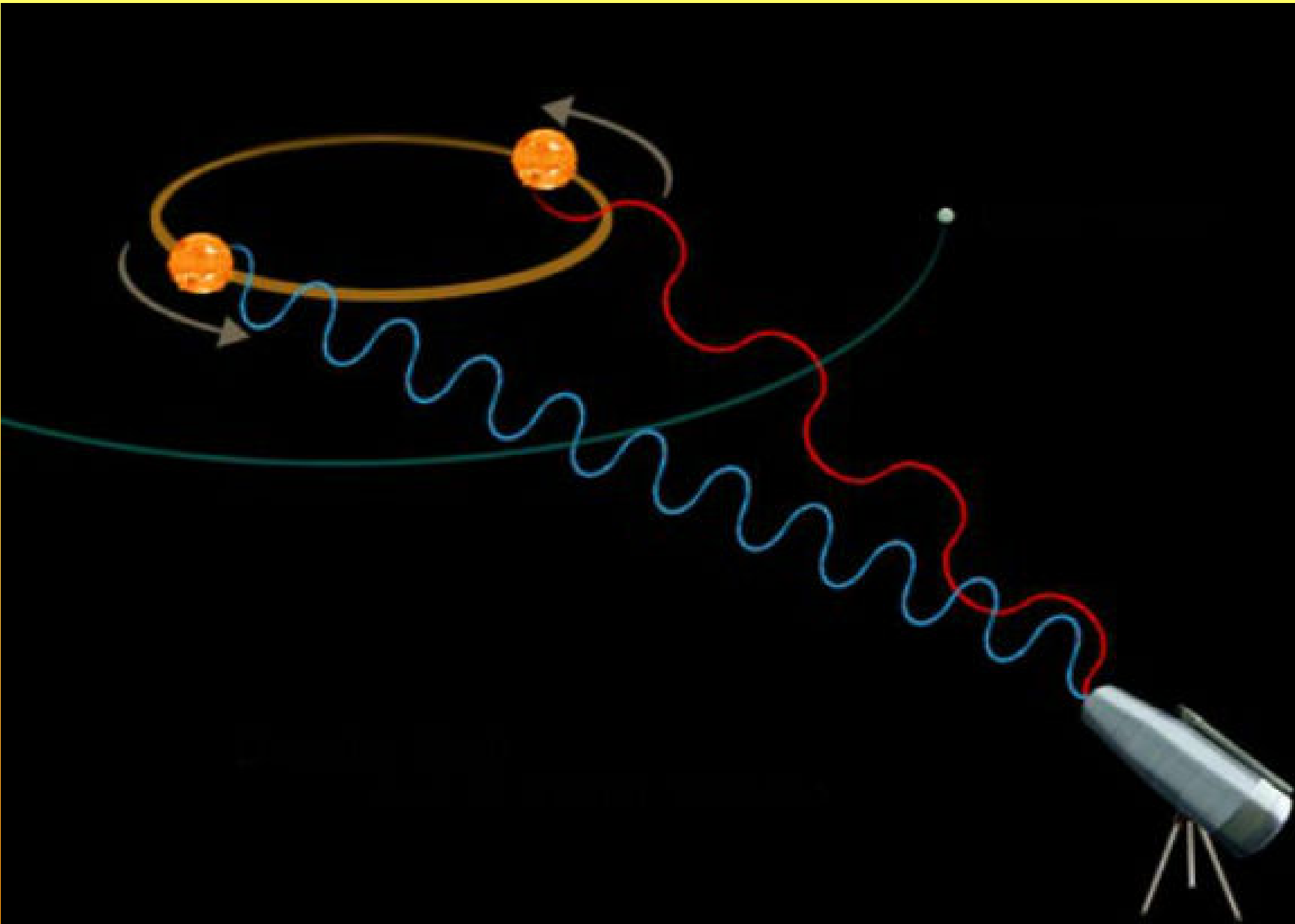
План сообщения

- 1. Закон Хаббла. Эмпирические основания.**
- 2. Гипотеза Большого взрыва в космологии.**
- 3. Призыв Альтернативной космологической группы (2004)**
- 4. Галактоцентрическая парадигма о физической природе галактик.**
- 5. Вывод формулы постоянной Хаббла для Метагалактики.**
- 6. Основные следствия закона Хаббла для Метагалактики.**
- 7. Происхождение фонового микроволнового излучения.**
- 8. Эволюция и круговорот звезд Метагалактики. Теоретическая модель.**
- 9. Основные результаты и выводы.**

Закон Хаббла

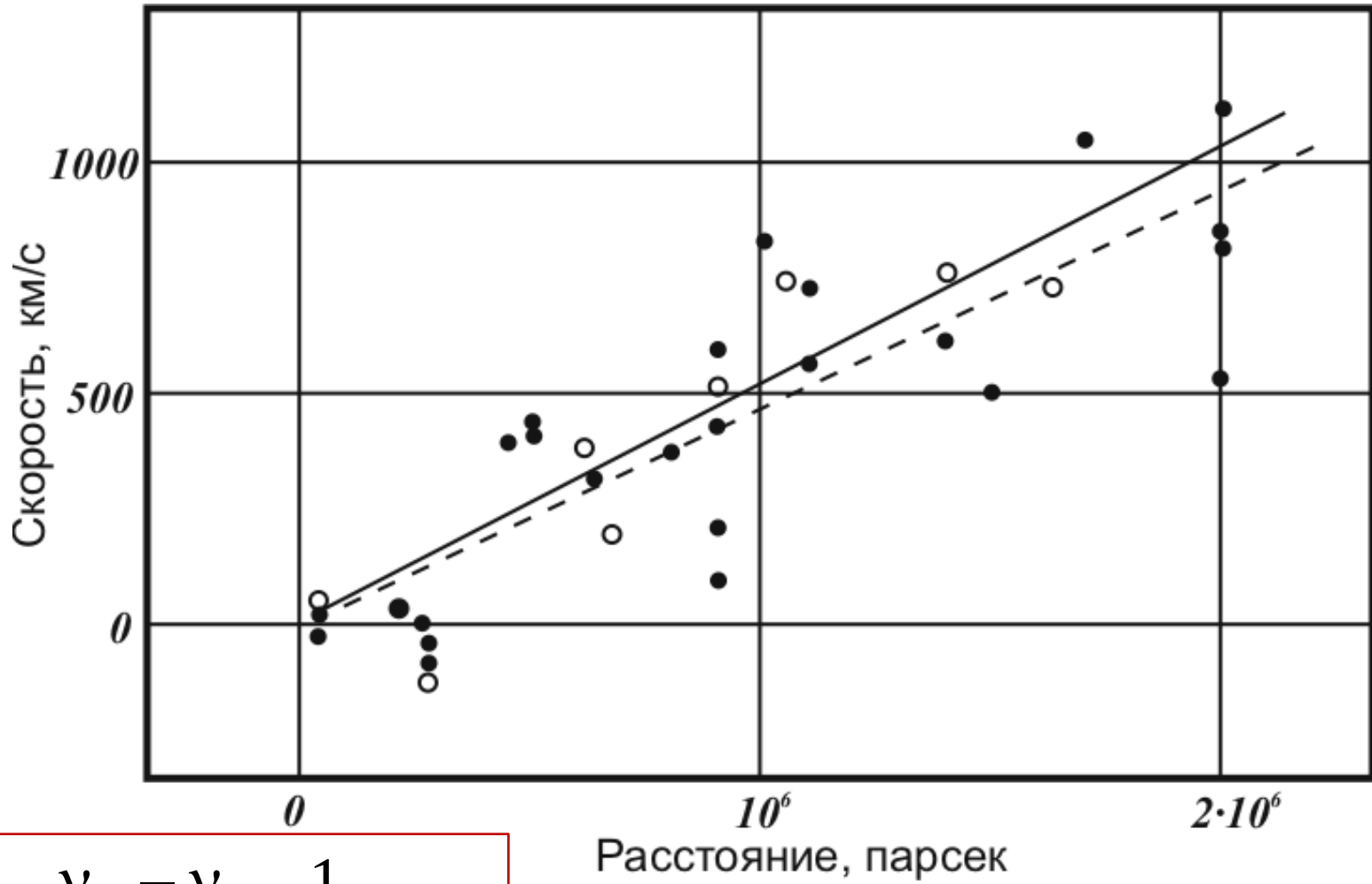
Эмпирические основания

Эффект Доплера (1824)



Закон Хаббла (1929)

$$\underline{V = Z \cdot C \approx H \cdot R}$$



$$Z = \frac{v_o - v}{v} = \frac{1}{C} H \cdot R$$

Расстояние, парсек

H – постоянная Хаббла

Диаграмма скорость – расстояние

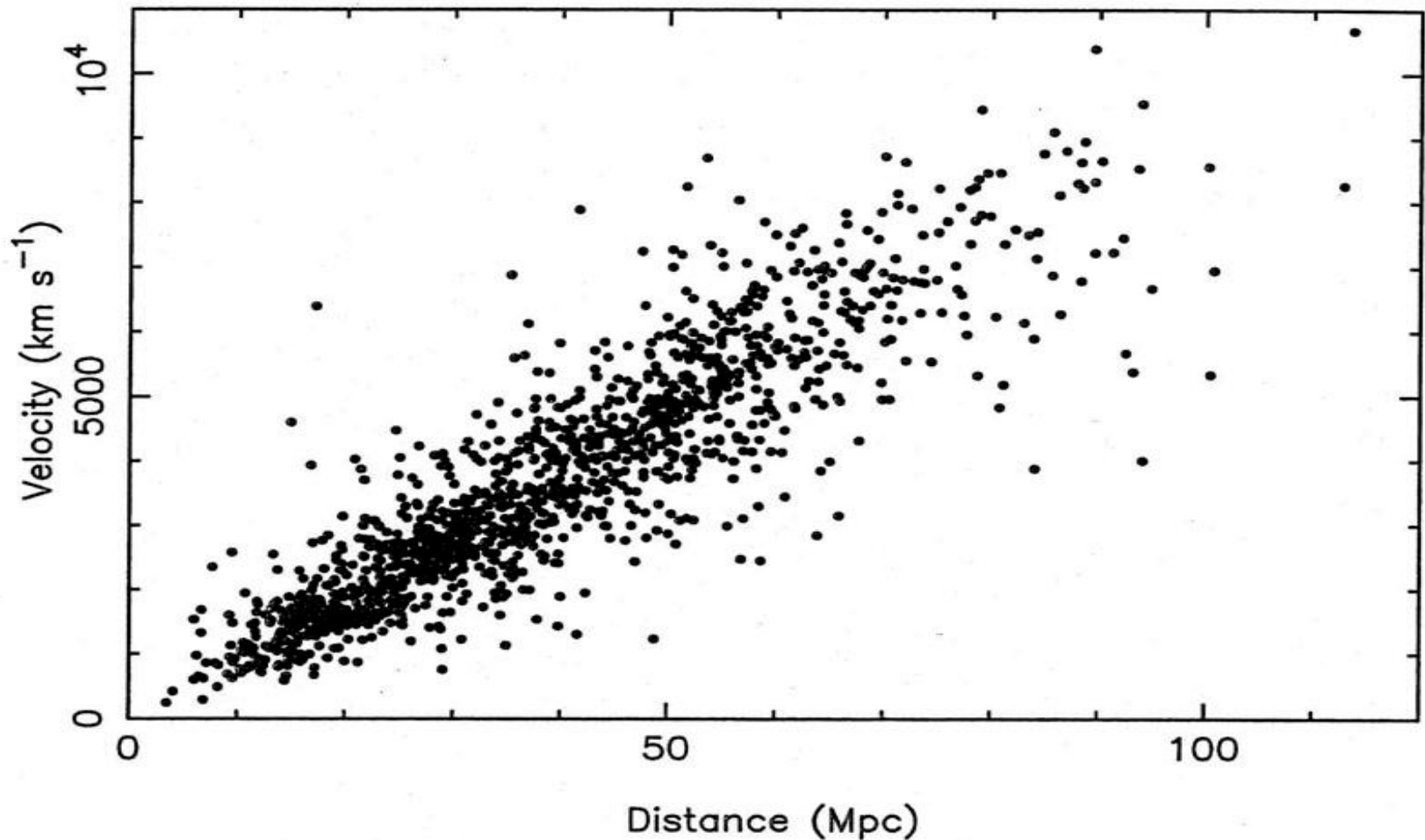


Figure 2.5 A plot of velocity versus estimated distance for a set of 1355 galaxies. A straight-line relation implies Hubble's law. The considerable scatter is due to observational uncertainties and random galaxy motions, but the best-fit line accurately gives Hubble's law. [The x -axis scale assumes a particular value of H_0 .]

Закон Хаббла в гипотезе Большого взрыва

Леметр Жорж

Жорж Анри Жозеф Эдуард Леметр
(17.07.1894 – 20.06.1966)

Бельгийский римо-католический священник, почетный прелат, профессор физики и астроном Католического университета Лувена.

Жорж Леметр предложил теорию происхождения Вселенной (1927), которая известна как модель **Большого взрыва**, хотя он сам назвал ее «гипотезой первичного атома».

Ж. Леметр одним из первых привлёк ОТО (1915) к космологии. На Сольвеевском конгрессе он показал свое решение А. Эйнштейну, слова которого были следующими:

«Ваши вычисления правильны, но ваше понимание физики отвратительно».



Вводятся предположения:

1) $H = H(t)$. Тогда $V = dr / dt = H(t) \cdot r$, а расстояния между двумя точками меняется со временем как $r(t) = r_0 \cdot R(t)$, где $R(t)$ – радиус Вселенной.

2) Вселенная расширяется как единое целое:

$$H(t) = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dt}$$

3) Масса вещества Вселенной не меняется: $M = \frac{4}{3} \pi \cdot \rho \cdot r^3 = \text{const}$

4) Полная энергия Вселенной сохраняется:

$$E = \frac{1}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 - \frac{G \cdot M}{r} = \text{const} . \text{ Обозначим } \text{const} = \frac{r_0^2 k}{2}$$

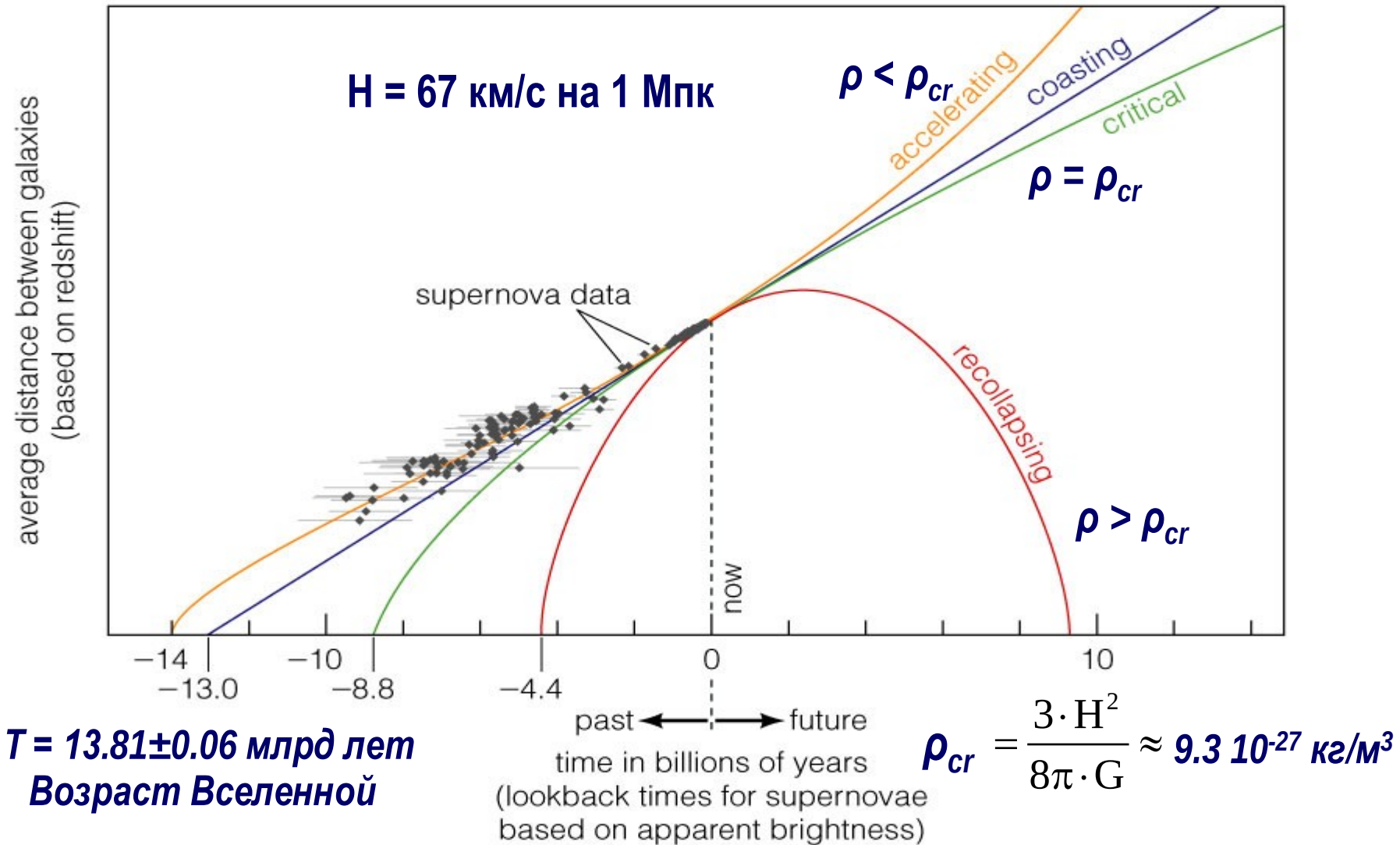
В результате получаем:

$$\frac{3k}{8\pi G R^2} = \rho - \frac{3H^2}{8\pi G} = \rho - \rho_{\text{cr}}$$

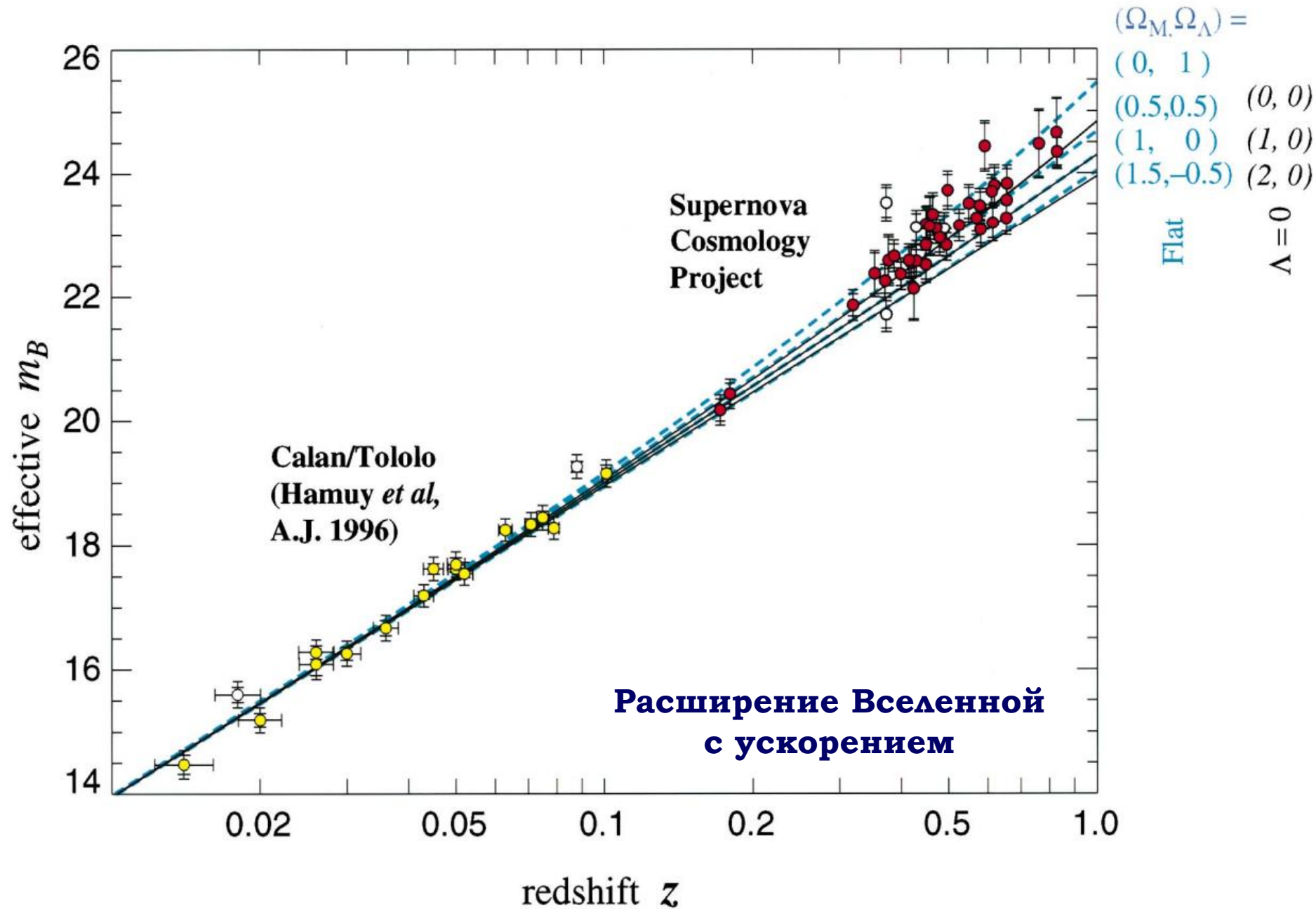
Критическая плотность

$$\begin{aligned} \rho &< \rho_{\text{cr}} \\ \rho &= \rho_{\text{cr}} \\ \rho &> \rho_{\text{cr}} \end{aligned}$$

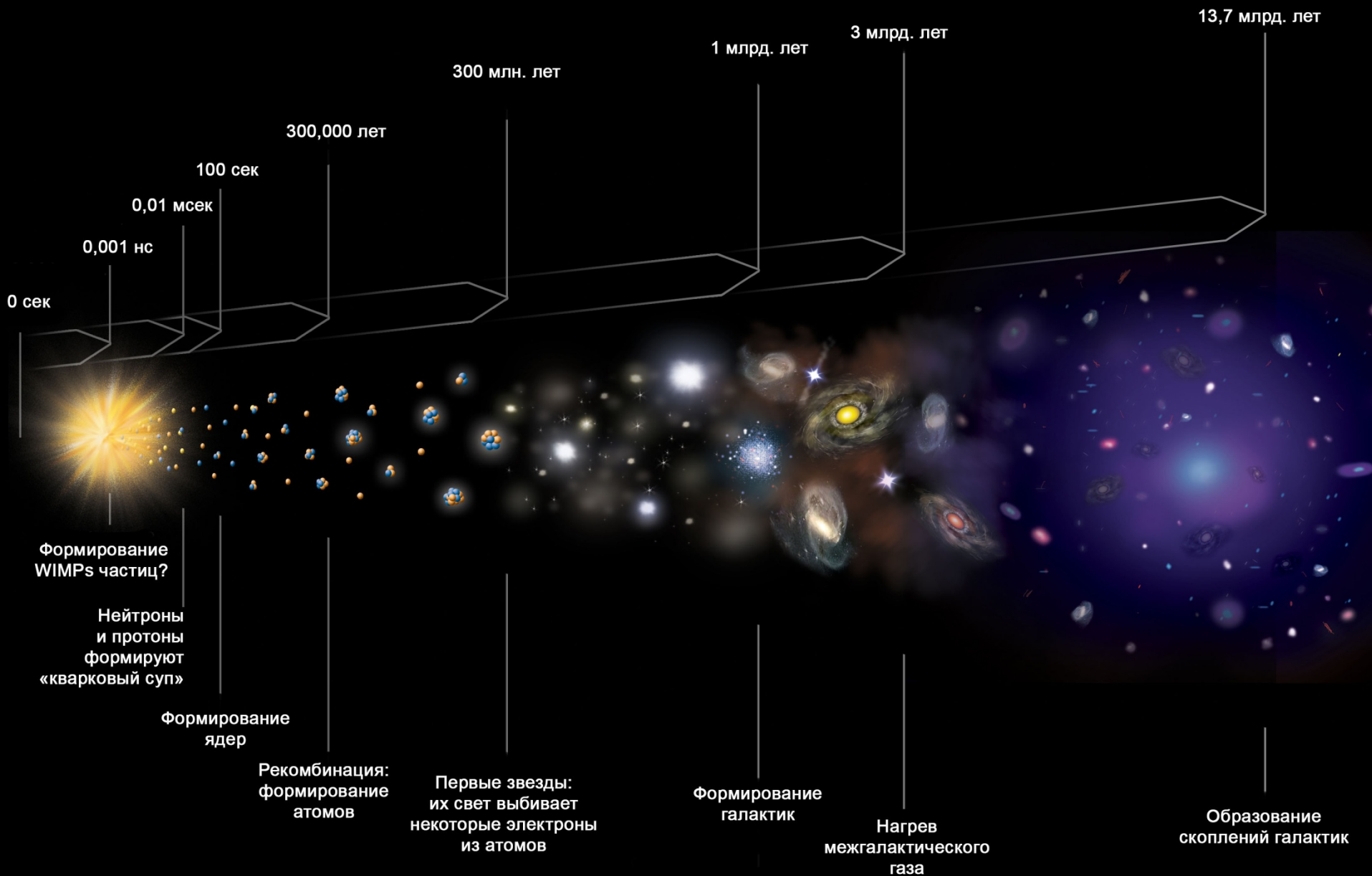
Прошлое, настоящее и будущее Вселенной в гипотезе Большого взрыва



Тестирование закона Хаббла по сверхновым



КОСМИЧЕСКАЯ ШКАЛА ВРЕМЕНИ И ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ



Open Letter

to the Scientific Community was published under the title “Bucking the big bang” by E. Lerner

О создании Альтернативной космологической группы

1. Письмо указывает на фундаментальные проблемы теории Большого взрыва, и на неоправданные ограничения финансирования космологических исследований только в рамках теории Большого взрыва.
2. Космология Большого взрыва находится в кризисе, начиная с начала 90-ых, неполнота теории и появление особенности в начальный момент Большого взрыва – все это требует рассмотрения альтернативных направлений в космологии. Это стало особенно необходимым с увеличением количества наблюдений, которые противоречат предсказаниям этой теории.
3. Мы все еще находим нормальные галактики, тяжелые элементы, вереницы и группы галактик во все более далеких по красному смещению окрестностях наблюдаемой Вселенной. Анизотропия космической фоновой радиации, существование крупномасштабных структур, космическая анизотропия по распространению электромагнитных волн – лишь немногие среди множества наблюдений, которые противоречат ожиданиям теории Большого взрыва.
4. Альтернативы теории Большого взрыва дают все более и более обещающие возможности согласованно объяснить наблюдения и предсказать новые явления. Поэтому мы полагаем, что изменение направлений исследований в космологии к альтернативным теориям является обязательным для того, чтобы в ней произошел существенный прогресс.

New Scientist, May, 2004

Цели Альтернативной космологической группы

1. Облегчить связь между учеными, чьи экспериментальные и/или теоретические исследования будут вести к лучшему пониманию Вселенной.
2. Создавать исследовательские проекты и предложения.
3. Создать и издавать рецензируемый журнал (сегодня более 100 подписчиков).
4. Проводить конференции по актуальным темам в Космологии.
5. Содержать постоянный сайт www.Cosmology.info , который будет маяком прогресса в понимании Вселенной.

ACG – открытое общество ученых, во всем мире, посвященное прогрессу в космологии и базовых исследованиях. Любой ученый, который согласен с Открытым Письмом, приглашается присоединиться.

На 26.09.2005 имелись 347 подписей:

Халтон Арп, Институт Макс-Планка Für Astrophysik (Германия)
Андре Кох Торрес Ассис, Государственный университет Кампинаса (Бразилия)
Юрий Барышев, Астрономический институт, Санкт-Петербург (Россия)
Ari Brynjolfsson, Applied Radiation Industries (США)
Герман Бонди, Черчилль-колледж, Кембриджский университет (Великобритания)
Тимоти Истман, Пласмас Интернэшнл (США)
Чак Галло, Superconix, Inc. (США)
Томас Голд, Корнельский университет (почетный) (США)
Амитабха Гош, Индийский технологический институт, Канпур (Индия)
Уолтер Дж. Хейккила, Техасский университет в Далласе (США)
Майкл Ибисон, Институт перспективных исследований в Остине (США)
Томас Джарбо, Вашингтонский университет (США)
Джерри У. Дженсен, ATK Propulsion (США)

Галактоцентрическая парадигма

Пока спиральные ветви остаются необъясненными, невозможно чувствовать доверие к любым предположениям и гипотезам, касающимся других особенностей галактик, которые кажутся более легко поддающимися объяснению.

Дж. Джинс, 1929

Классификация галактик Хаббла (1925, 1935)

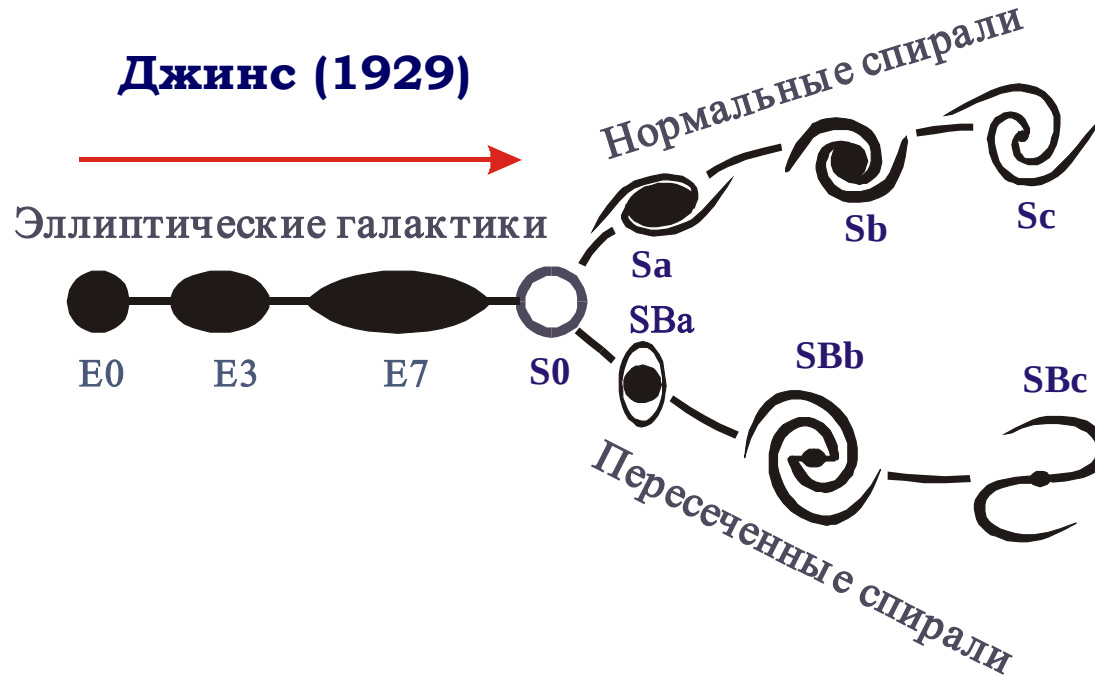


Диаграмма Арпа



Взгляды на галактики в Галактоцентрической парадигме

- 1. Галактики – это спонтанно возникающие и распадающиеся сгущения звезд, неравномерно заполняющие доступную изучению часть Вселенной, где идут процессы нового образования звезд. Адекватной физической моделью галактик является звездная изотермическая сфера.**
- 2. Состоят галактики главным образом из старых давно проэволюционировавших неизлучающих звезд. Размер галактик не ограничен их центральной зоной, в которой сосредоточены молодые яркие звезды, а простирается в десятки раз дальше этого расстояния.**
- 3. Все галактики, независимо от типа, находятся в квазидинамическом равновесии, обладают близким к сферическому распределением звезд и различаются лишь морфологией области интенсивного звездообразования. У эллиптических галактик молодые звезды сосредоточены в центре системы, а у спиральных галактик – в ветвях.**
- 4. Эволюция галактик сопровождается их перемещением вдоль Хаббловской диаграммы от E к S. Эти изменения вызваны неустойчивостью звездных систем вследствие уменьшения числа и массы звезд в изотермической сфере, вплоть до полного ее расформирования.**
- 5. Строение и характер эволюции галактик определяют пять процессов: 1) перемешивание траекторий звезд в совокупном гравитационном поле (релаксация), 2) изотермическое сжатие центральной области системы (коллапс), 3) разрушение звезд с накоплением их продуктов распада в центральном диске (поглощение), 4) удаление газопылевого вещества струйными потоками, и 5) образование из газа и пыли новых поколений звезд (звездообразование).**

Галактики выполняют функцию своеобразных «молохов», которые преобразуют в своем центре в газ и пыль преимущественно «старые», а потому ненаблюдаемые звезды. При этом в галактиках не только разрушаются старые звезды, но и рождаются новые «молодые» поколения звезд.

Выбрасывая в ходе эволюции молодые звезды вместе с газом и пылью во внутреннее и внешнее космическое пространство, галактики тем самым омолаживают Вселенную, поддерживая в ней постоянный круговорот космического вещества.

Объяснение закона Хаббла

I класс – глобальные (в масштабе всей Метагалактики):

- 1) явление Доплера;
- 2) изменение фундаментальных постоянных (c , G , h и др.);
- 3) изменение структуры пространства и времени (метрики, замедление темпа времени и т. п.);

II класс – локальные:

- 1) рассеяние излучения (с изменением показателя преломления межгалактической среды);
- 2) поглощение излучения;
- 3) гравитационные взаимодействия фотона:
 - а) с метагалактическим гравитационным полем;
 - б) с неоднородностями галактических гравитационных полей;
 - в) испускание фотонов меньшей частоты;
- 4) взаимодействия фотона:
 - а) с электронами и тяжёлыми частицами;
 - б) с фотонами;
 - в) с нейтрино и антинейтрино;
- 5) структурность фотона:
 - а) электротоки;
 - б) пульсации;
 - в) испускание фотонов меньшей частоты;
 - г) испускание 2 нейтрино;
 - д) испускание нейтрино и антинейтрино;
 - е) испускание “гравитонов”;

I класс – глобальные (в масштабе всей Метагалактики):

- 1) явление Доплера;
- 2) изменение фундаментальных постоянных (c , G , h и др.);
- 3) изменение структуры пространства и времени (метрики, замедление темпа времени и т. п.);

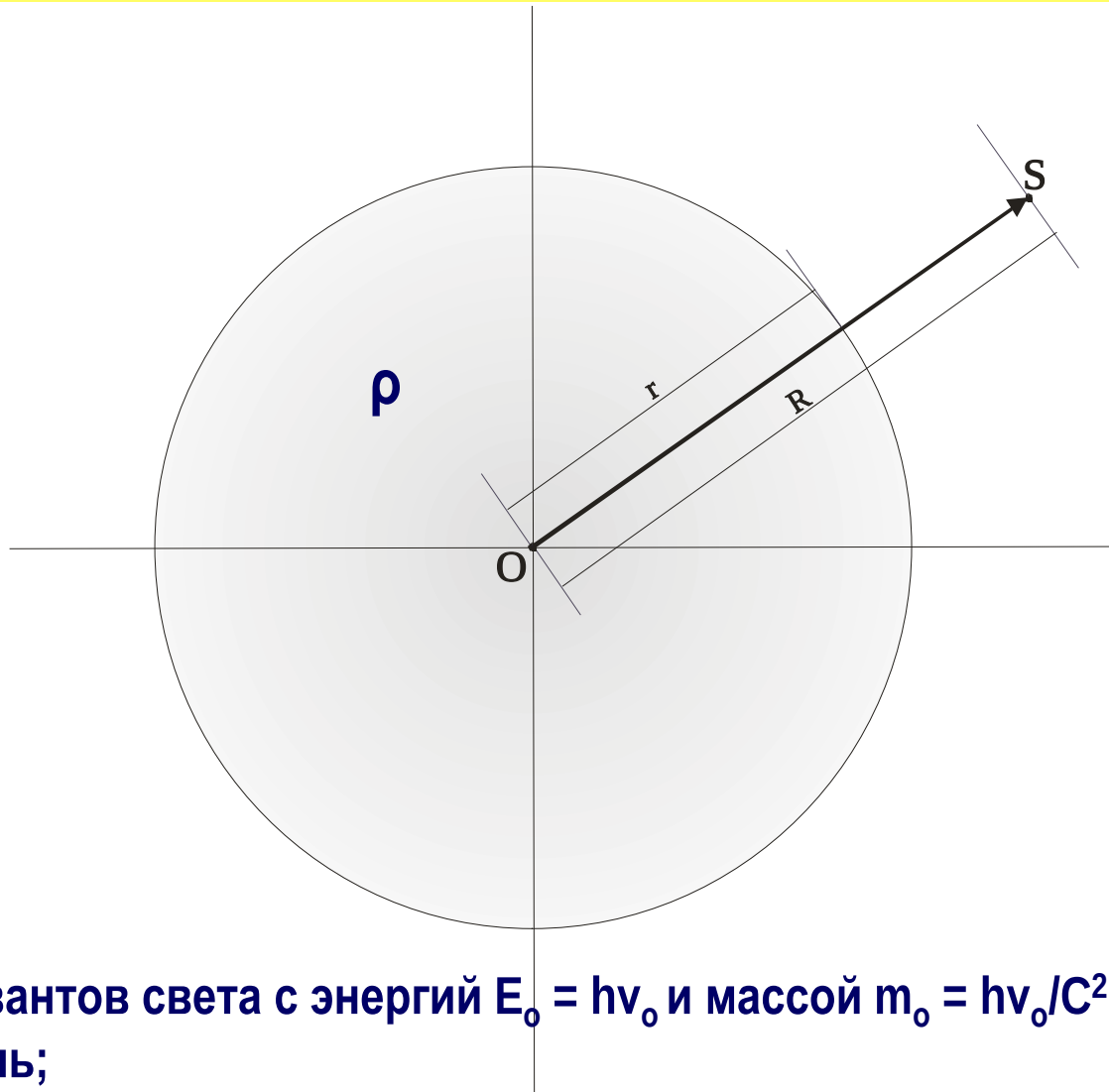
II класс – локальные:

- 1) рассеяние излучения (с изменением показателя преломления межгалактической среды);
- 2) поглощение излучения;

- 3) гравитационные взаимодействия фотона:
 - а) с метагалактическим гравитационным полем;
 - б) с неоднородностями галактических гравитационных полей;
 - в) испускание фотонов меньшей частоты;

- 4) взаимодействия фотона:
 - а) с электронами и тяжёлыми частицами;
 - б) с фотонами;
 - в) с нейтрино и антинейтрино;
- 5) структурность фотона:
 - а) электротоки;
 - б) пульсации;
 - в) испускание фотонов меньшей частоты;
 - г) испускание 2 нейтрино;
 - д) испускание нейтрино и антинейтрино;
 - е) испускание “гравитонов”;

К выводу формулы Хаббла



O – источник квантов света с энергией $E_0 = h\nu_0$ и массой $m_0 = h\nu_0/c^2$;

S – наблюдатель;

r – текущее расстояние от источника;

R – расстояние между источником и наблюдателем.

Источник и наблюдатель находятся в космической среде плотностью ρ .

Сила гравитационного притяжения кванта космической среды

$$F = G \frac{M(r)m(r)}{r^2} \quad (1)$$

Энергия кванта за вычетом работы по преодолению силы притяжения космической среды

$$M(r) = (4/3)\pi \cdot \rho \cdot r^3, \quad m(r) = h\nu_0 / C^2 r', \quad \text{где } r' = r / \tilde{r}, \text{ а } \tilde{r} = r / 1 \text{ Мпк.}$$

$$E = h\nu = E_0 - \int_0^R F(r) dr \quad (2)$$

$$h\nu = E_0 - \Delta E = h\nu_0 \left(1 - \frac{4}{3 \cdot C^2} \pi \cdot \rho \cdot \tilde{r} \cdot G \cdot R\right) \quad (3)$$

Красное смещение частоты света

$$\frac{\nu_0 - \nu}{\nu_0} = \frac{1}{C} \left(\frac{4\pi \cdot \rho \cdot \tilde{r} \cdot G}{3 \cdot C} \right) \cdot R \quad (4)$$

Плотность вещества космической среды

$$\rho = \frac{3 \cdot C \cdot H}{4\pi \cdot \tilde{r} \cdot G} = 7.7 \cdot 10^{-23} \text{ кг/м}^3 \quad (5)$$

Анализ результатов

1. Снижение энергии квантов света в пространстве между галактиками (как и внутри галактик) имеет **гравитационную природу**. Это явление не ограничивается оптикой, а охватывает весь диапазон электромагнитного излучения.
2. Расстояние, откуда без рассеяния приходит на Землю свет от галактик, ограничено. Испускаемое галактиками в оптическом диапазоне ($\lambda = 0.78 \div 0.38$ мкм) излучение звезд, перестает наблюдаться в оптике, начиная с величины $Z = \lambda_{\max} / \lambda_{\min} - 1 = 1.05$.
3. При $Z > 1$ оптическое излучение звезд смещается в инфракрасный диапазон, где поглощается атмосферой Земли. Данный порог регистрации отвечает расстоянию до источника **$R = 2.25 \cdot 10^3$ Мпк**. Время, за которое свет доходит с таких расстояний, составляет **7.3 млрд лет**.
4. Данное ограничение решает фотометрический **парадокс Ольберса (1826)**, требующий ответа на вопрос, почему в бесконечной Вселенной, заполненной звездами, поток от них света ограничен.

5. Вещество, определяющее значение постоянной Хаббла, имеет плотность $\rho \approx 7.7 \cdot 10^{-23} \text{ кг/м}^3$, которая на 4 порядка превышает критическую плотность вещества Вселенной в стандартной космологической модели ($9.7 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3$).
6. Данную плотность не могут обеспечить ни водород, чья концентрация в космическом пространстве $\sim 1 \text{ атом/дм}^3$ ($\rho = 1.67 \cdot 10^{-24} \text{ кг/м}^3$), ни нейтрино ($\rho \sim 3 \cdot 10^{-28} \text{ кг/м}^3$), ни реликтовое излучение ($\rho \sim 4.5 \cdot 10^{-31} \text{ кг/м}^3$).
7. Этим «веществом» являются проэволюционировавшие **звезды малых масс**, из которых в основном состоят галактики. Плотность таких звезд в пространстве между галактиками $\sim 2 \cdot 10^{-3} \text{ звезд/пк}^3$. Что на ~ 2 -3 порядка ниже средней плотности звезд в самих галактиках.
8. Из-за джинсовской гравитационной неустойчивости космической среды, состоящей из звезд, последние образуют сгущения размером $\sim 0.5 \text{ Мпк}$ с числом звезд $\sim 2 \cdot 10^{14}$. Указанные значения могут служить оценками размера и массы галактик.

9. Трудности измерения величины постоянной Хаббла носят неустранимый характер. Они вызваны не только собственными скоростями движения галактик, но и неравномерным распределением звезд между галактиками.
10. Во всем очень широком интервале значений Z механизм, создающий красное смещение линий в спектрах далеких галактик, **не является космологическим**. При значениях $Z < 1$ он имеет гравитационную природу, а при $Z > 1$ объясняется ускорением частиц непосредственно в самих галактиках.
11. Расстояние, с которых приходит к Земле свет от самых ярких далеких звезд и галактик, **имеет порядок $\sim 10^3$ Мпк**. Это явно недостаточно, чтобы переносить измеренное в этих пределах значение постоянной Хаббла на Вселенную в целом.
12. Изложенные результаты лишают космологическую теорию образования Вселенной необходимых эмпирических оснований, которые пока еще считаются незыблемыми.

Происхождения фонового микроволнового излучения

Руководящая идея гипотезы

Кванты света находятся в динамическом равновесии с объектами космической среды. Поэтому микроволновый фон можно рассматривать как ее собственное излучение с температурой $T = 2.7 \text{ К}$.

Эмпирические основания гипотезы

1. Оценки потока энергии оптического излучения звезд

Эдингтон (1926) $U = 5.75 \times 10^{-3} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ – расчет

Регенер (1933) $U = 3.53 \times 10^{-3} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ – измерения на границе атмосферы Земли

Последнее значение дает $\varepsilon = U/C = 1.2 \times 10^{-13} \text{ эрг/см}^3$ и $T = 2.8 \text{ К}$

2. Заключение Г. Бербиджа и Ф. Хойла (1998):

- изотопы D, ^3He , ^6Li , ^7Li , ^9Be , ^{10}B и ^{11}B возникли не при взрыве Вселенной, а синтезированы, как и ^4He из водорода, за время $\sim 10^{11}$ лет в ядрах молодых звезд;
- энергия синтеза ^4He из водорода близка энергии микроволнового фона с $T = 2.7 \text{ К}$.

3. Следствие Галактоцентрической парадигмы (2002):

- звезды, газ, пыль, космическая плазма, КЛ, фотоны, микроволновое излучение т.п. участвуют в **глобальном круговороте вещества Метагалактики**, при котором между всеми этими объектами сохраняется в целом баланс энергии (вещества).

Теоретическая модель

Исходные положения модели

- Космическое пространство заполнено звездами, как интенсивно излучающими в оптическом диапазоне – «молодыми», так и звездами слабоизлучающими или вообще неизлучающими в оптике – «старыми». Время жизни молодых звезд $\sim 10^7$ - 10^8 лет а их количество на много порядков меньше чем звезд, создающих в космосе поле гравитации.
- Молодые и старые звезды распределены в космосе не равномерно. Молодые исключительно сосредоточены в галактиках, а старые как в галактиках, так в еще большем количестве в между галактиками. Поэтому создаваемое теми и другими звездами поле гравитации, можно считать однородным лишь при усреднении по большому объему пространства.
- Поле гравитации в космосе по аналогии с задачами звездной динамики может быть разложено на две составляющие: 1) интегральную, слабо меняющуюся во времени и пространстве и, 2) локальную, вызванную неоднородностями гравитационного потенциала. При выводе формулы постоянной Хаббла во внимание принималась лишь интегральная составляющая, которая приводит к линейному уменьшению частоты фотонов с расстоянием до источников света.

Исходные положения модели

- В космосе на фотоны также действуют локальные поля гравитации. Под их влиянием фотоны могут терять и приобретать энергию, заимствуя ее из космической среды. Этот процесс носит равновесный характер, так как плотности энергии оптического излучения звезд и микроволнового излучения тождественно совпадают.
- Равенство обеих энергий (и соответственно температур) является следствием взаимодействия оптического излучения звезд с космическим гравитационным полем. В результате такого взаимодействия фотон обменивается энергией с космической средой, испуская и поглощая кванты много меньшей энергии.
- Эти кванты есть не что иное как микроволновый космический фон (МФ). Их распределение по энергиям является чернотельным с температурой $T = 2.7 \text{ К}$, которая определяется плотностью энергии оптического излучения молодых звезд. При данной температуре кванты МФ имеют среднюю энергию $h\nu = 6 \times 10^{-4} \text{ эВ}$, а их плотность составляет $\varepsilon_{\text{ф}}/h\nu \approx 120 \text{ см}^{-3}$. Энергия квантов МФ много меньше, чем у оптических фотонов (1.68÷3.26 эВ). Поэтому в космическом пространстве уширение линий излучения далеких галактик на пути к Земле малозаметно.

Теоретическая модель

Возьмем однородное космическое пространство с плотностью вещества ρ , в котором на фотоны действует лишь сила гравитационного притяжения космической среды. Поместим в него «молодую» звезду, изотропно излучающую в единицу времени Q фотонов с энергией E_0 .

Тогда, по закону Хаббла, плотность потока энергии фотонов на расстоянии r от звезды, составит:

$$U_1(r) = \frac{QE_0}{4\pi r^2} \left(1 - \frac{H_0}{C} r \right) \quad (1)$$

Выделим сферический слой толщиной dr и примем, что в данном слое с объемом $V = 4\pi r^2 \cdot dr$ концентрация таких звезд равна η . Тогда плотность потока энергии $U_\eta(r)$, поступающей к наблюдателю от всех молодых звезд этого слоя будет равна

$$U(r) = \eta QE_0 \left(1 - \frac{H_0}{C} r \right) dr \quad (2)$$

Учтем, что начиная с некоторого расстояния $R_{\max}$, энергия фотонов снизится настолько, что пересечет нижнюю границу оптического диапазона E' , и звезда перестанет наблюдаться в оптике. Это расстояние найдем как

$$R_{\max} = \frac{C}{H_0} \left(1 - \frac{E'}{E_0} \right) \quad (3)$$

Теоретическая модель

Суммарный поток оптического излучения всех звезд найдем интегрированием

$$U_{\eta} = \eta Q E_o \int_0^{R_{\max}} \left(1 - \frac{H_0}{C} r \right) dr \quad (4)$$

Решение этого интеграла с учетом (3) представим в виде

$$U_{\eta} = \frac{\eta \cdot Q \cdot E_o C}{2 \cdot H_0} \left(1 - \left(\frac{E'}{E_o} \right)^2 \right) \quad (5)$$

Подразделим все звезды на 2 группы: «молодых» звезд-гигантов и сверхгигантов, в которых идет синтез ${}^4\text{He}$ из водорода, и которые своей оптической светимостью обеспечивают основную часть поступающего к Земле светового потока. И группу звезд малых масс, назовем их «старыми», у которых эта реакция закончилась или не протекала вообще.

Оценим сначала пространственную плотность «молодых» звезд η , которые создают вблизи Земли световой поток $U_{\eta} = 3.53 \times 10^{-3} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Обозначим среднюю светимость таких звезд $L = Q \cdot E_o$ и примем, что у них всех светимость одинакова.

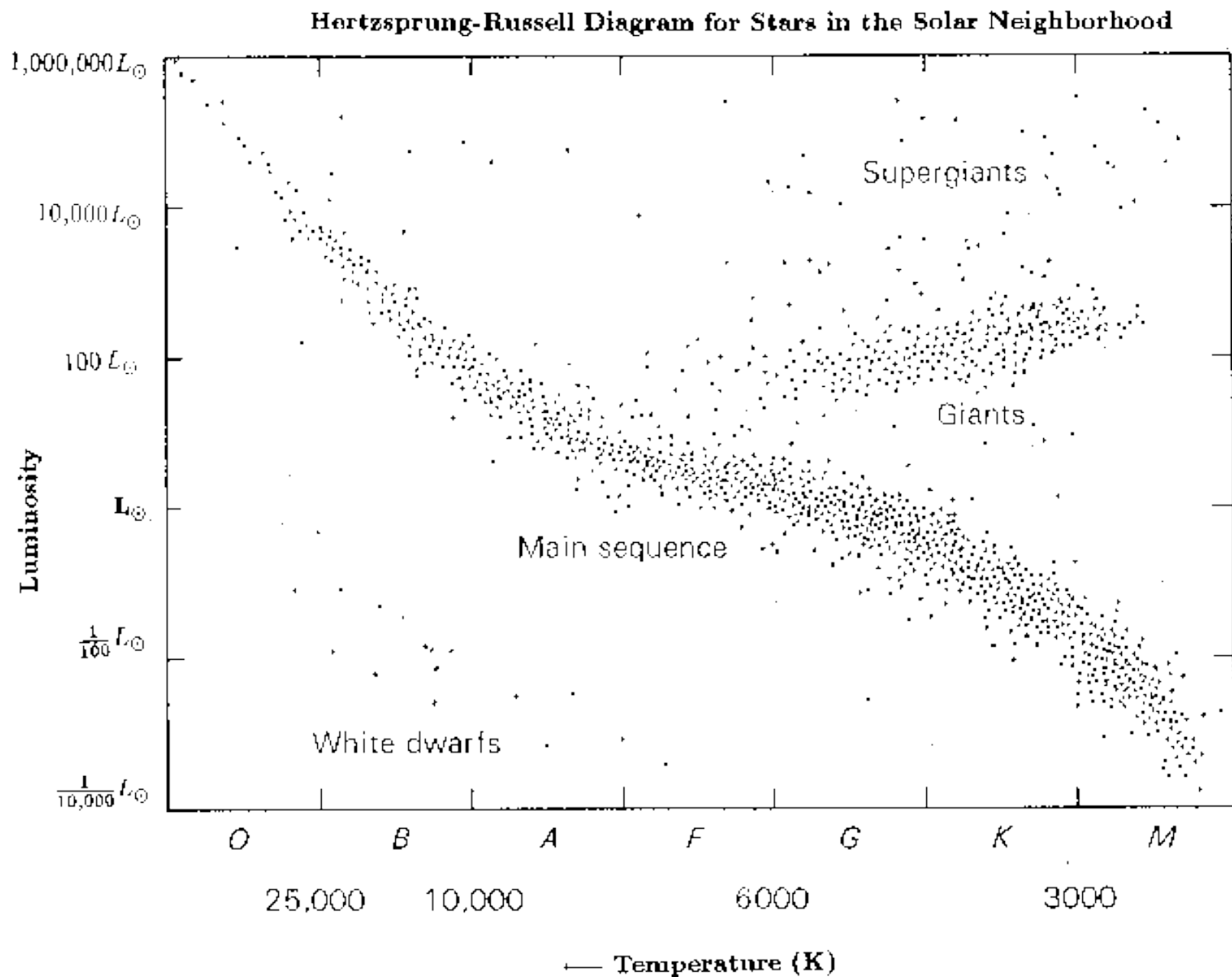
Энергия оптических фотонов $1.68 < E < 3.26 \text{ эВ}$. Например, при излучении звезды в голубой части спектра ($E_o \approx 2.5 \text{ эВ}$) этот множитель равен 0.55.

Наибольшая неопределенность связана с выбором величины L молодых звезд. Этот параметр у звезд меняется в очень широких пределах ($10^{-4} \cdot L_{\odot} < L < 10^4 \cdot L_{\odot}$), где $L_{\odot} = 3.827 \cdot 10^{33}$ эрг/с – светимость Солнца.

Гарвардская классификация звезд основных спектральных классов

Класс	Температура, К	Истинный цвет	Видимый цвет	Масса, $M_{\odot}$	Радиус, $R_{\odot}$	Светимость, $L_{\odot}$	Линии водорода	Доля в глав. послед., %	Усреднённый возраст, лет
O	30 000—60 000	голубой	голубой	60	15	1 400 000	слабые	~0,00003034	10^7
B	10 000—30 000	бело-голубой	бело- голубой и белый	18	7	20 000	средние	0,1214	$5 \cdot 10^7$
A	7500—10 000	белый	белый	3,1	2,1	80	сильные	0,6068	$5 \cdot 10^8$
F	6000—7500	жёлто-белый	белый	1,7	1,3	6	средние	3,03398	$5 \cdot 10^9$
G	5000—6000	жёлтый	жёлтый	1,1	1,1	1,2	слабые	7,6456	10^{10}
K	3500—5000	оранжевый	желтовато- оранжевый	0,8	0,9	0,4	очень слабые	12,1359	$5 \cdot 10^{10}$
M	2000—3500	красный	оранжево- красный	0,3	0,4	0,04	очень слабые	76,4563	10^{12}

Диаграмма Гершпрунга-Рессела



Теоретическая модель

К категории «молодых» следует отнести звезды классов О и В, их время жизни $\tau \sim 10^7 \div 10^8$ лет, масса $M = (18 \div 60) \cdot M_{\odot}$, а светимость в $\sim 10^4 \div 10^6$ раз превышает светимость Солнца (класс G). А звезды типа Солнца и более поздних спектральных классов с возрастом $\tau \sim 10^{10}$ лет и более определим как звезды «старые», чьим оптическим излучением можно пренебречь.

Между массой и светимостью ОВ-звезд существует связь $L/L_{\odot} = 3200 M/M_{\odot}$. На основании данных табл. для ОВ- звезд примем:

$$\bar{M}_{\text{ОВ}} = 50 M_{\odot}, \quad \bar{L}_{\text{ОВ}} = 1.6 \times 10^5 \cdot L_{\odot} = 6.1 \times 10^{38} \text{ эрг/с.}, \quad \tau = 5 \cdot 10^7 \text{ лет}$$

Приняв величину постоянно Хаббла равной $H_0 = 67 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}^{-1}$ и подставив значение $\bar{L}_{\text{ОВ}}$ в формулу (5), получим $\eta \approx 1.5 \times 10^{-6} \text{ звезд/пк}^3$.

Обратимся теперь к «старым» звездам. Приняв величину постоянно Хаббла

$$H_0 = \frac{4\pi \cdot \rho \cdot \tilde{r} \cdot G}{3 \cdot C} = 67 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}^{-1}, \quad (6)$$

ранее мы нашли $\rho = 7.7 \times 10^{-23} \text{ кг/м}^3$. Полагая среднюю массу звезд $\bar{M} = 0.5 \cdot M_{\odot} = 10^{30} \text{ кг}$, их пространственная плотность составила $n = \rho / \bar{M} \sim 3 \times 10^{-3} \text{ звезд/пк}^3$.

В этом случае доля ОВ-звезд, создающих вблизи Земли поток света U_{η} , будет

$$\eta / n \sim 5 \times 10^{-4}.$$

Круговорот звезд в Метагалактике

Превращение в Метагалактике «молодых» звезд в «старые» и наоборот

$$\begin{aligned}\frac{d\eta}{dt} + \frac{\eta}{\tau_{\text{OB}}} &= \alpha \cdot n \\ \frac{dn}{dt} + \frac{n}{\tau_{\text{old}}} &= \beta \cdot \eta\end{aligned}\quad (7)$$

где α и β – константы, τ_{OB} и τ_{old} – время жизни молодых и старых звезд

Первое уравнение в (7) определяет в Метагалактике превращение ОВ-звезд в «старые» звезды за время $\tau_{\text{OB}} \approx 10^7 - 10^8$ лет, а второе – старых звезд в молодые за среднее время $\tau_{\text{old}} \gg \tau_{\text{OB}}$. Приняв среднюю массу старых звезд $\bar{M} = 0.5 \cdot M_{\odot}$, время их жизни можно оценить величиной $\tau_{\text{old}} \sim 10^{11}$ лет (табл. 1).

Поскольку нас интересует установившийся режим трансформации звезд в Метагалактики, в формулах (7) производные и приравняем 0. В результате имеем $\alpha = 1/\tau_{\text{old}}$ и $\beta = 1/\tau_{\text{OB}}$ и, как следствие:

$$\boxed{\frac{\eta}{\tau_{\text{OB}}} = \frac{n}{\tau_{\text{old}}}}\quad (8)$$

Приняв $\tau_{\text{OB}} = 5 \cdot 10^7$ лет, из формулы (8) для ОВ-звезд находим $\boxed{\eta / n \sim 5 \times 10^{-4}}$

Возраст галактик

Формулу (8) также можно использовать для оценки времени жизни звезд в галактиках. В этом случае нужно учесть, что в галактиках рождаются не только яркие ОВ-звезды, но и звезды меньшей светимости, которые изначально были отнесены к категории «старых».

На образование одной ОВ звезды массой $M_{\text{ов}} = 50 M_{\odot}$ идет вещество, содержащееся в $\xi = M_{\text{ов}} / \bar{M}$ старых звезд.

Поэтому временем жизни старых звезд в галактиках и, соответственно, возрастом самих галактик следует считать величину $\bar{\tau}_{\text{гал}} = \xi \cdot \tau_{\text{old}}$. Полагая $\bar{M} = 0.5 \cdot M_{\odot}$, имеем $\xi = 100$.

Откуда получаем возраст галактик $\bar{\tau}_{\text{гал}} \sim 10^{13}$ лет.

Выводы

- 1. Фотоны в космосе подчиняются четырем фундаментальным законам физики: сохранения энергии, постоянства скорости света, закона гравитации Ньютона и квантового закона Планка. Изменение энергии фотонов под действием сил гравитации происходит по закону Планка путем обмена фотонов со средой квантами микроволнового излучения**
- 2. Закон Хаббла и микроволновое космическое излучение объясняются взаимодействиями фотонов света на пути от далеких галактик к Земле с космическими гравитационными полями. В структуре космических гравитационных полей можно выделить две составляющие: интегральную – не зависящую от пространственной неоднородности космической среды, и локальную – от них зависящую.**
- 3. Интегральная составляющая объясняет линейную зависимость изменения энергии фотонов от расстояния до источника света в законе Хаббла. Она обусловлена присутствием в пространстве между галактиками большого количества звезд малых масс, которые практически не обнаруживают себя в оптическом диапазоне. При усреднении в большом объеме космического пространства их средняя плотность может считаться почти постоянной.**

- 4. Локальная составляющая поля гравитации играет главенствующую роль в механизме потери фотонов энергией в космической среде. Эта потеря происходит в соответствии с квантовым законом Планка путем термодинамического обмена энергией оптических фотонов с космической средой, имеющей температуру, которая определяется интегральной плотностью потока оптического излучения звезд в конкретном месте космического пространства.**
- 5. Закон Хаббла имеет область применимости $10^{-2} < Z < 1.0$. За пределами этой области он не применим. При $Z < 0.1$ из-за крайней неравномерности пространственного распределения галактик, а при $Z > 1.0$ вследствие смещения частоты света за нижнюю границу оптического диапазона. Однако даже в области применимости закона Хаббла постоянная H_0 , строго говоря, не является константой (рис. 3).**
- 6. Не является постоянной и температура микроволнового излучения (рис. 4). Устранение помех от зодиакального света Солнечной системы и теплового излучения пыли в Галактике, позволило получить для МКФ среднюю температуру $T = 2.726 \pm 0.0013$ К [25]. Позже точность этой оценки возросла до 2.72548 ± 0.00057 К [26].**

Диаграмма «скорость-расстояние» для 1335 галактик

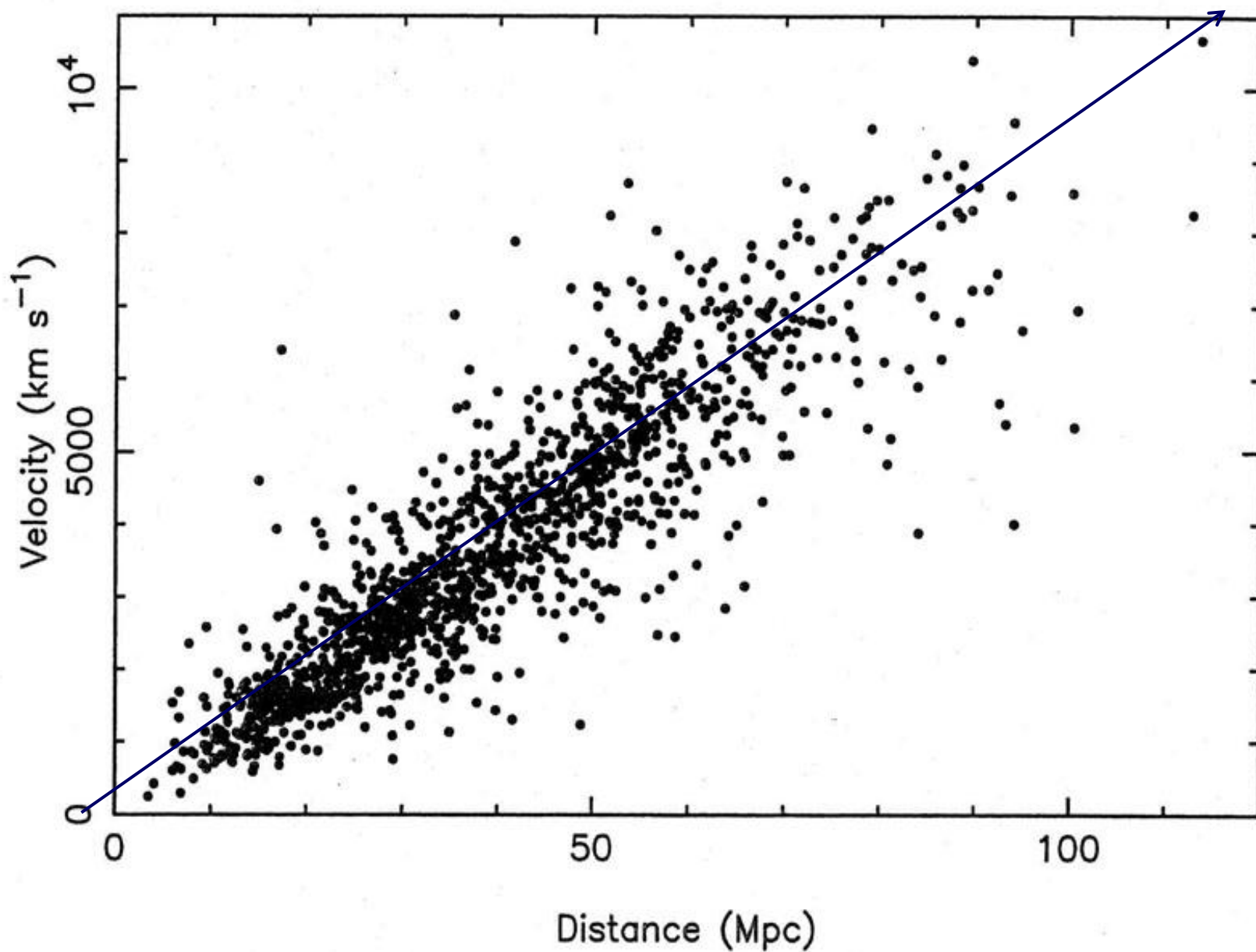
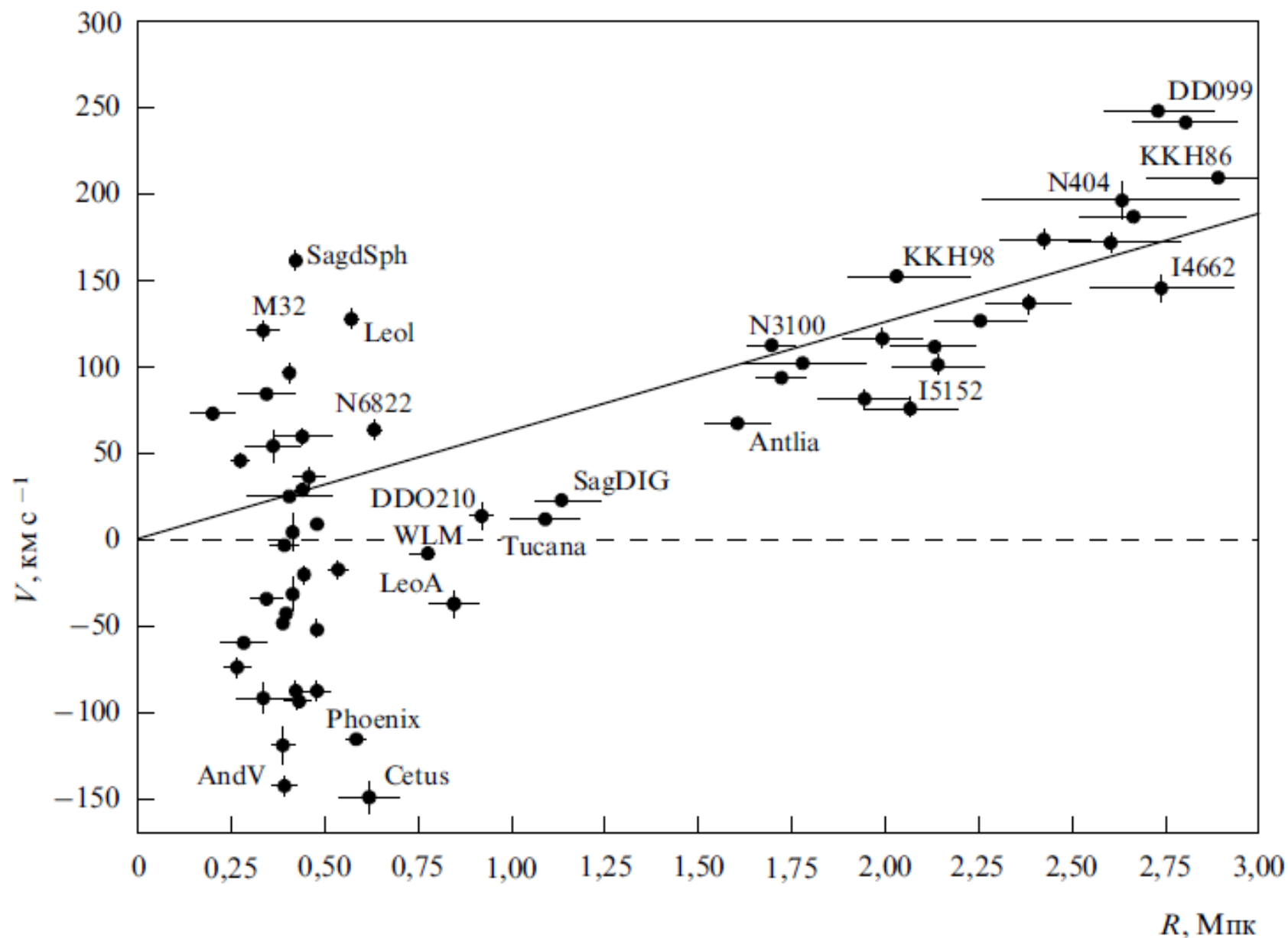
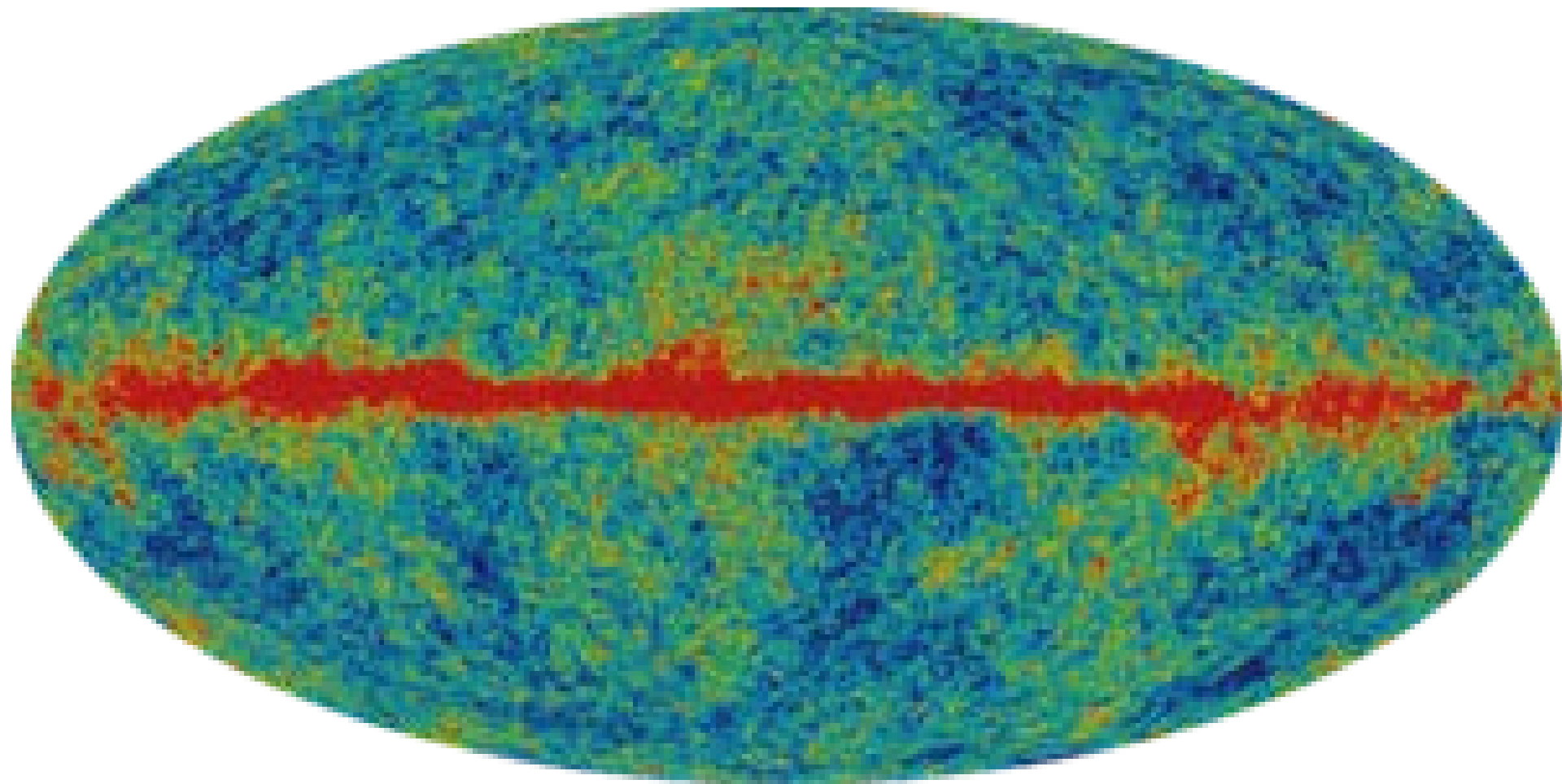


Диаграмма «скорость-расстояние» для галактик до 3-х Мпк



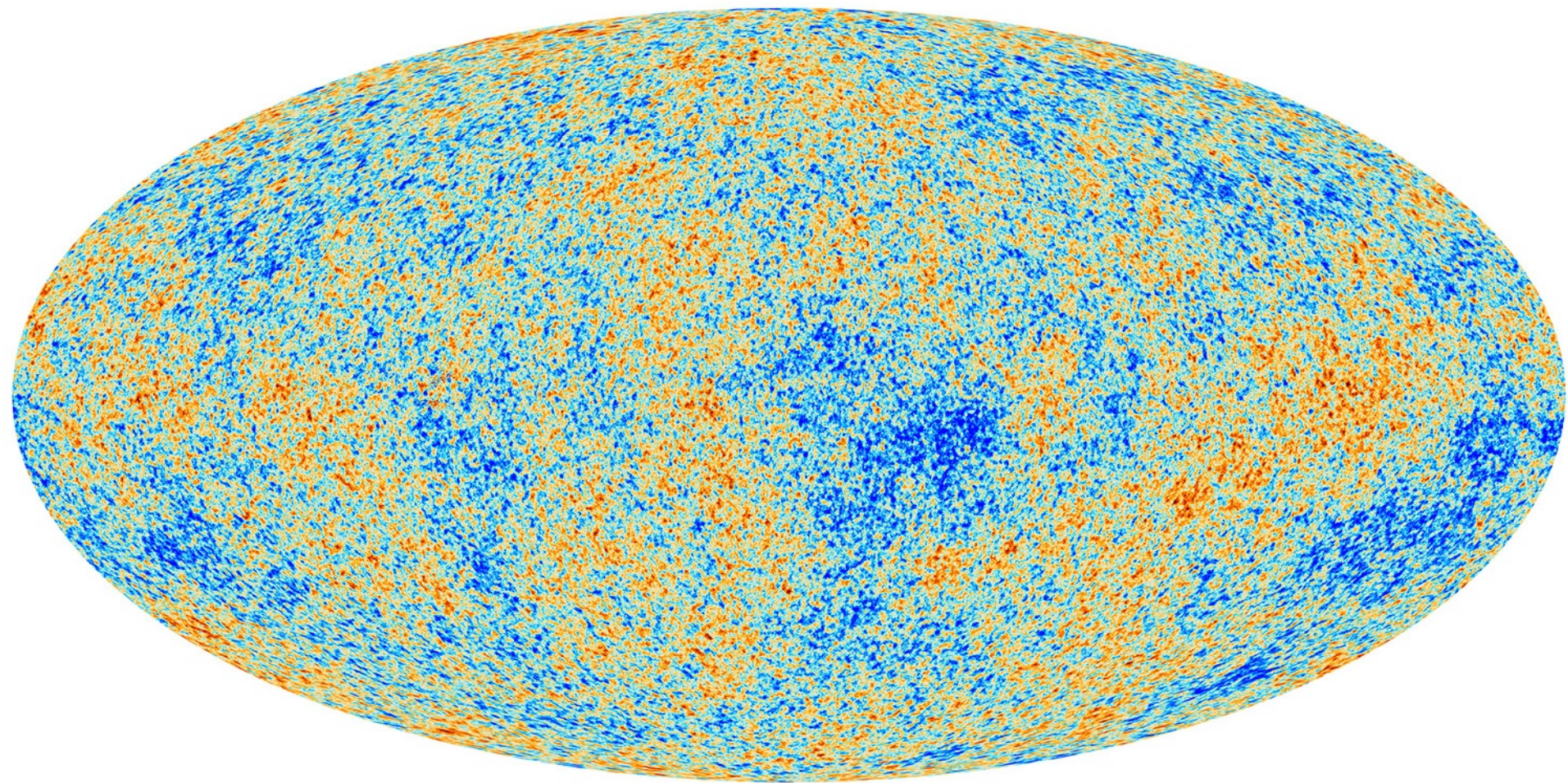
- 4. Локальная составляющая поля гравитации играет главенствующую роль в механизме потери фотонов энергией в космической среде. Эта потеря происходит в соответствии с квантовым законом Планка путем термодинамического обмена энергией оптических фотонов с космической средой, имеющей температуру, которая определяется интегральной плотностью потока оптического излучения звезд в конкретном месте космического пространства.**
- 5. Закон Хаббла имеет область применимости $10^{-2} < Z < 1.0$. За пределами этой области он не применим. При $Z < 0.1$ из-за крайней неравномерности пространственного распределения галактик, а при $Z > 1.0$ вследствие смещения частоты света за нижнюю границу оптического диапазона. Однако даже в области применимости закона Хаббла постоянная H_0 , строго говоря, не является константой (рисунок).**
- 6. Не является постоянной и температура микроволнового излучения (рис. 4). Устранение помех от зодиакального света Солнечной системы и теплового излучения пыли в Галактике, позволило получить для МКФ среднюю температуру $T = 2.726 \pm 0.0013$ К [25]. Позже точность этой оценки возросла до 2.72548 ± 0.00057 К [26].**

Карта флуктуаций температуры микроволнового излучения



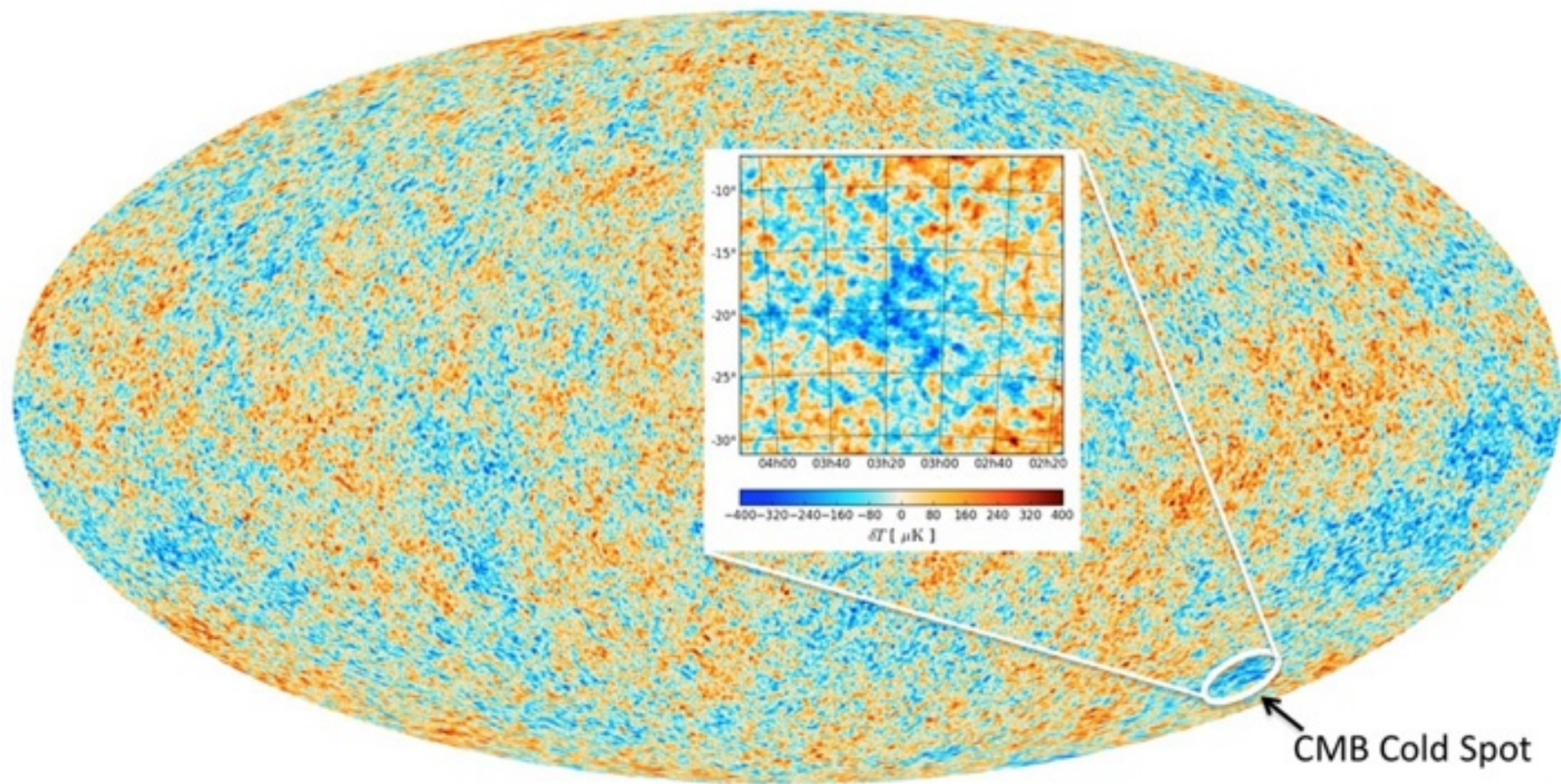
Первичные данные космической станции WMAP

Карта флуктуаций температуры микроволнового излучения



Данные спутника «Planck»

Карта флуктуаций температуры микроволнового излучения



Данные спутника «Planck»

7. Примером может служить «холодное пятно» в районе созвездия Эридана. Температура МКФ в пятне на 70 мК ниже, чем в среднем по небу (18 мК), а в его центре ниже на 150 мК. Пятно Эридана совпадает с областью войда. Войды – это пустоты размерами от 10 до 150 Мпк, которые не содержат внутри себя ни галактик, ни звёзд. Но преломляют проходящий сквозь них свет от далеких галактик и звёзд.
8. Подтверждена справедливость трех ключевых идей:
- ❖ Вывод Г. Бербиджа и Ф. Хойла, что энергия, выделяемая при синтезе ^4He из водорода, равна энергии МКФ.
 - ❖ Вывод тех же авторов, что изотопы легких химических элементов: D, ^3He , ^6Li , ^7Li , ^9Be , ^{10}B и ^{11}B , включая ^4He , образовались не при рождении Вселенной, а синтезированы из водорода за время $\sim 10^{11}$ лет в звездах.
 - ❖ Звезды участвуют в круговороте вещества, который сопровождается разрушением в галактиках старых звезд и образованием из их газопылевых продуктов новых поколений звезд, частично остающихся в галактиках, а частично поступающих в межгалактическое пространство.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!