

# The radius of the visible Universe. Радиус видимой Вселенной.

Путенихин П.В.  
m55@mail.ru

## Аннотация

In the article on base of generally accepted data is defined of visible radius of the universe, which is different from generally accepted.

В предлагаемой работе на основе общепризнанных данных приводится прямое, численное определение видимого радиуса Вселенной, который отличается от общепризнанного.

Известные на сегодняшний день инфляционные модели Большого Взрыва предсказывают различные значения начального размера Вселенной после завершения этапа инфляции:

«... период «раздувания» ... называется инфляционным периодом. За это время размеры Вселенной увеличились в  $10^{50}$  раз, от миллиардной доли размера протона до размеров спичечного коробка» [1].

«В конце инфляционного периода наша Вселенная приобрела размер около 1 см в диаметре...» [2].

«Вселенная расширилась на 50 порядков – была меньше протона, а стала размером с грейпфрут» [3].

«к окончанию инфляционного периода вселенная приобрела размер примерно 1 см» [5].

«зародыш Вселенной вырос от нуля до размеров мячика для игры в пинг-понг» [13].

Сам процесс инфляционного раздувания длится мельчайшую долю секунды, после чего начинается многомиллиардный в годах процесс хаббловского расширения Вселенной. До настоящего времени Вселенная по приведённым ниже оценкам расширилась от  $10^8$  до  $10^{30}$  метров. На приведённых рисунках видно, что время после инфляционного расширения  $T_{14}$  составляет порядка  $10^{17}$  секунд или общепризнанные 13,8 млрд. лет:

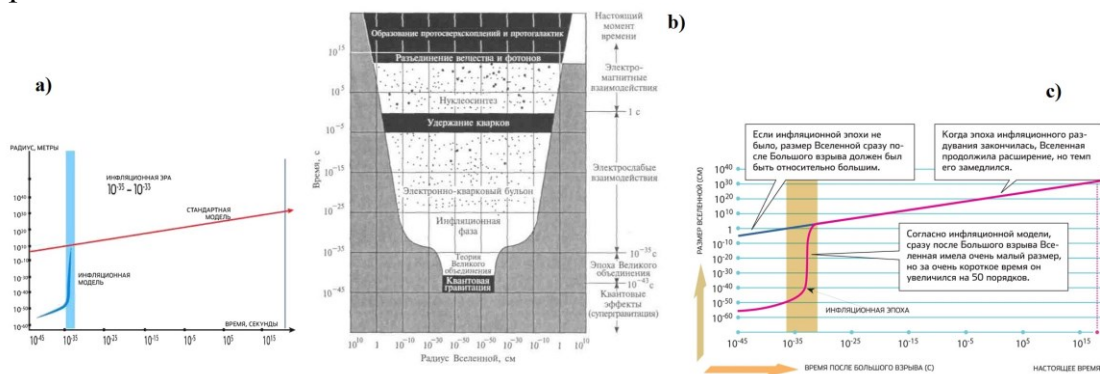


Рис.1. За время жизни Вселенная увеличивается по разным оценкам до размеров  $10^8 - 10^{30}$  метров. Рисунки из работ (слева направо) [6, 11, 7]

Радиус Вселенной на сегодняшний день на приведённых рисунках показан порядка  $10^8 - 10^{30}$  метров. На последнем (правом) из представленных рисунков нынешний радиус Вселенной равен примерно  $10^{14}$  световых лет. В соответствии со стандартной моделью Большого Взрыва начальный радиус Вселенной должен был быть

порядка нескольких сантиметров, а дальнейшее расширение было линейным. Инфляция позволяла устранить некоторые проблемы, возникающие в стандартной модели Большого Взрыва. Однако, первые инфляционные сценарии также не были лишены недостатков, что привело к дальнейшему их развитию и появлению новых инфляционных моделей, в которых на стадии инфляции Вселенная расширилась существенно сильнее.

Например, в [12] приводится величина расширения пространства в 10 в степени  $10^5 - 10^{12}$  раз, что практически означает размер Вселенной точно с этими же числовыми значениями: 10 в степени  $10^5 - 10^{12}$  см. Наибольший размер Вселенной по завершению стадии инфляции из этого диапазона предсказывает новая инфляционная теория А.Линде:

«Главное отличие инфляционной теории от старой космологии становится очевидным, если посчитать размер типичной инфляционной области в конце инфляции. Даже если начальный размер инфляционной вселенной был очень мал (порядка планковской длины  $l_p \sim 10^{-33}$  см), после  $10^{-35}$  секунды инфляции вселенная достигает огромных размеров –  $l \sim 10^{1'000'000'000'000}$  см» [8].

«Согласно некоторым моделям раздувания, масштаб Вселенной (в см) достигнет 10 в степени  $10^{12}$ » [4].

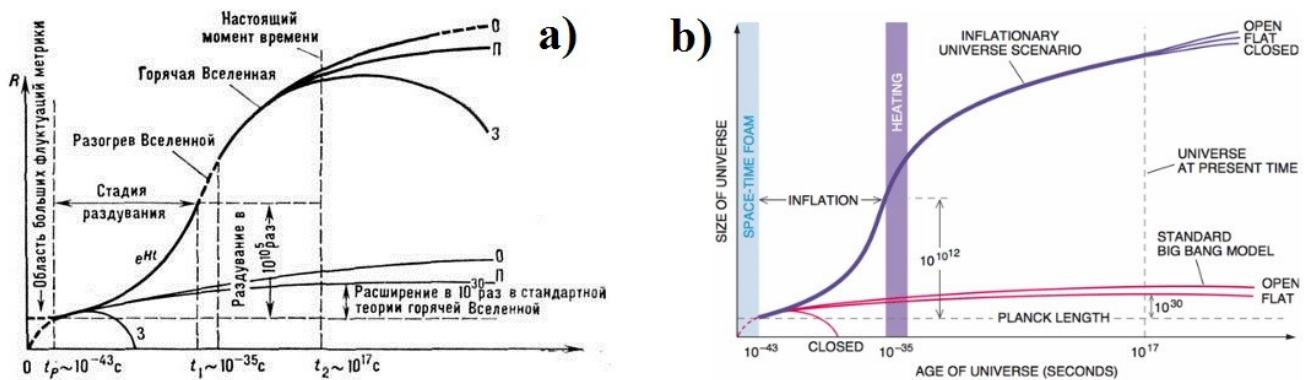


Рис.2. Согласно новым инфляционным теориям за время раздувания порядка  $10^{-35}$ с Вселенная увеличивается по разным оценкам в  $10^{100'000} - 10^{1'000'000'000'000}$  раз. Рисунки из работ (слева направо) [12, 9]

Такой разброс размеров Вселенной, очевидно, должен привести к различным итоговым параметрам Вселенной. Исследуем некоторые группы этих сценариев инфляционного расширения Вселенной.

В дальнейших расчетах удобно использовать в качестве основных единиц измерения световой год (расстояния) и год (время) вместо традиционных мегапарсека и секунды, поскольку в приведенные ниже уравнения мы будем подставлять числовые значения и возраста Вселенной (в годах), и размера Вселенной (в световых годах) и постоянную Хаббла (километры, секунды, мегапарсеки). Для сопоставимости единиц измерения разных величин сразу же переведем значение постоянной Хаббла в новые единицы измерения. Современное значение постоянной Хаббла в обычных единицах равно  $67,80 \pm 0,77$  (км/с)/Мпк. Возраст Вселенной в рамках модели  $\Lambda$ CDM составляет около  $13,8 \cdot 10^9$  лет. Единица космологических расстояний 1Мпк приблизительно равна  $3'000'000$  световых лет, а единица расстояний 1 световой год (сг) равна  $9,46 \cdot 10^{12}$  км или приблизительно  $10^{13}$  км. Длительность года равна приблизительно 30 млн. секунд. Таким образом, используя приблизительные значения величин, найдем значение постоянной Хаббла в этих новых единицах измерения:

$$H \approx \frac{68 \times 30'000'000}{3'000'000 \times 10^{13}} = \frac{68 \times 3 \times 10^7}{3 \times 10^{19}} = 68 \times 10^{-12} [(cг / год) / cг] \quad (1)$$

Скорость света в этих же единицах:

$$c \approx \frac{300'000 \times 30'000'000}{10^{13}} = \frac{9 \times 10^{12}}{10^{13}} \approx 1[\text{сз/год}]$$

Впрочем, это очевидно по определению: свет проходит за один год расстояние в один световой год.

## Радиус наблюдаемой Вселенной

«Наблюдаемая Вселенная – понятие в космологии Большого Взрыва, описывающее часть Вселенной, являющуюся абсолютным прошлым относительно наблюдателя. С точки зрения пространства, это область, из которой материя (в частности, излучение, и, следовательно, любые сигналы) успела бы за время существования Вселенной достичь нынешнего местоположения (в случае человечества – современной Земли), то есть быть наблюдаемыми» [10].

По имеющимся общепризнанным данным возраст вселенной составляет  $T_{14}=13,8$  млрд. лет. Из этого следует, как считается, что до Земли уже должны долетать фотоны, рождённые в момент возникновения Вселенной. Другими словами, любой фотон реликтового излучения провёл в пути  $T_{14}$  лет. Однако, в связи с расширением Вселенной также очевидно, что до Земли должны долететь и фотоны, которые излучены с меньшего расстояния, чем  $T_{14}$  световых лет. Действительно, на протяжении этого времени Земля постоянно удалялась от источника излучения. Поэтому дошедшие до Земли фотоны, имея возраст  $T_{14}$  лет, рождены на удалении от Земли, меньшем, чем  $T_{14}$  световых лет.

Из уравнений общей теории относительности известно соотношение для постоянной Хаббла  $H$ , которое является релятивистским выражением уравнения закона Хаббла:

$$H = \frac{\dot{a}}{a} \quad (2)$$

где  $a$  – масштабный фактор.

Масштабный фактор отражает расширение Вселенной и указывает, что при этом собственно движения звёзд и галактик нет. Расширяется само пространство, поэтому собственные пространственные координаты их остаются неизменными, а изменяется масштаб этих координат.

Из соотношения (2) следует, что уравнение для масштабного фактора имеет вид:

$$a = a_0 e^{Ht} \quad (3)$$

Действительно, лишь в этом случае:

$$H = \frac{\dot{a}}{a} = \frac{Ha_0 e^{Ht}}{a_0 e^{Ht}} = H$$

Подставим в уравнение (3) известные значения величин:

$$a = a_0 e^{Ht} = 13,8 \times 10^9 = a_0 e^{68 \times 10^{-12} \times 13,8 \times 10^9}$$

и вычислим:

$$13,8 \times 10^9 = a_0 e^{68 \times 10^{-12} \times 13,8 \times 10^9} = a_0 e^{0,68 \times 1,38} \approx a_0 e = 2,72 a_0$$

откуда находим:

$$a_0 \approx 5,07 \times 10^9$$

и подставляем в уравнение (3):

$$a = 5 \times 10^9 e^{68 \times 10^{-12} t} \quad (4)$$

Из полученного уравнения можно вычислить, что в начальный момент времени (после того, как были сформированы галактики) самый удалённый от Земли источник, фотоны от которого в настоящее время достигли Земли, находился от Земли на

расстоянии приблизительно:

$$a = 5 \times 10^9 e^{68 \times 10^{-12} \times 0} = 5 \times 10^9 \text{ св.лет} \quad (5)$$

В вычислениях мы использовали приблизительные значения величин и исходили из следующих вполне приемлемых допущений. Основное допущение – это принятие за истину соотношения из общей теории относительности (2) и, соответственно, закона Хаббла, а также его следствия (3). Второе допущение - за всё время постинфляционного расширения Вселенной постоянная Хаббла была не менее принятой ныне величины. Причём, чем больше средняя величина постоянной Хаббла, тем меньше будет фактический радиус наблюдаемой Вселенной. Поэтому, в связи с открытием ускоренного расширения Вселенной, полученный результат следует считать несколько завышенным, поскольку ранее постоянная Хаббла, по всей видимости, была меньше. То есть, Земли достигли фотоны от источников, удалённых несколько более чем на 5 млрд. световых лет. Третье допущение – это приблизительное постоянство постоянной Хаббла, её независимость от времени. Это приемлемое, можно сказать, общепринятое допущение, поскольку это следует из графиков расширения Вселенной практически всех авторитетных исследователей и теоретиков, что видно на рис.1 и 2, на которых графики расширения выглядят либо приемлемо прямолинейными, либо вообще с убывающей по времени постоянной Хаббла. Последнее означает завышенное значение радиуса, то есть, он должен быть меньше 5 млрд. световых лет.

Из приведённых доводов должно следовать, что в астрономических наблюдениях невозможно «увидеть» галактики, удалённые более чем на 5 млрд. световых лет. Фотоны от любой галактики в возрасте, близком к возрасту Вселенной, достигшие Земли, были испущены, когда галактика находилась не дальше 5 млрд. световых лет (5). Далее из этого должно следовать, что никакое красное смещение не может соответствовать удалённости более чем на это расстояние и приводимые в космологической литературе сведения о том, что обнаружены галактика или квазар, удалённые на 10-12 млрд. световых лет, вызывают недоверие.

Собственно говоря, это достаточно очевидное обстоятельство. Поскольку возраст Вселенной 14 млрд. лет, любой фотон мог быть в пути не дольше этого времени. Если фотон двигался к Земле из точки с удалённостью 12-14 млрд. лет, то со скоростью света он прошёл бы это расстояние и достиг бы Земли за время жизни Вселенной только в случае, если бы Земля не удалялась. Но Земля удалялась, причём с достаточно высокой скоростью:

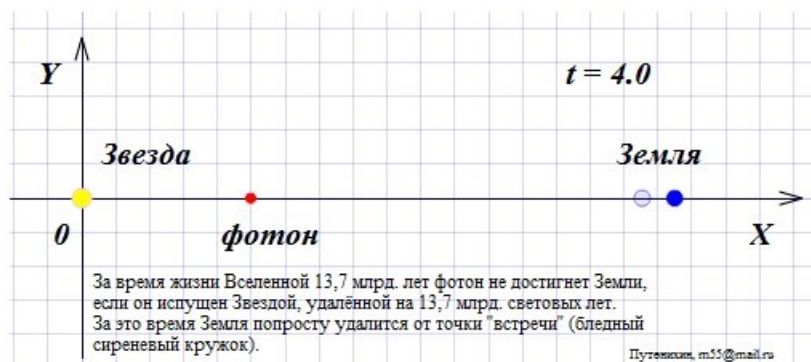


Рис.3. Если звезда удалена от Земли более чем на 5 млрд. световых лет, то фотон не сможет её достичь за всё время существования Вселенной – 13,8 млрд. лет.

Изображённую на рисунке схему движения фотона к Земле от удалённой Звезды можно увидеть в виде анимации по адресам в интернете URL:

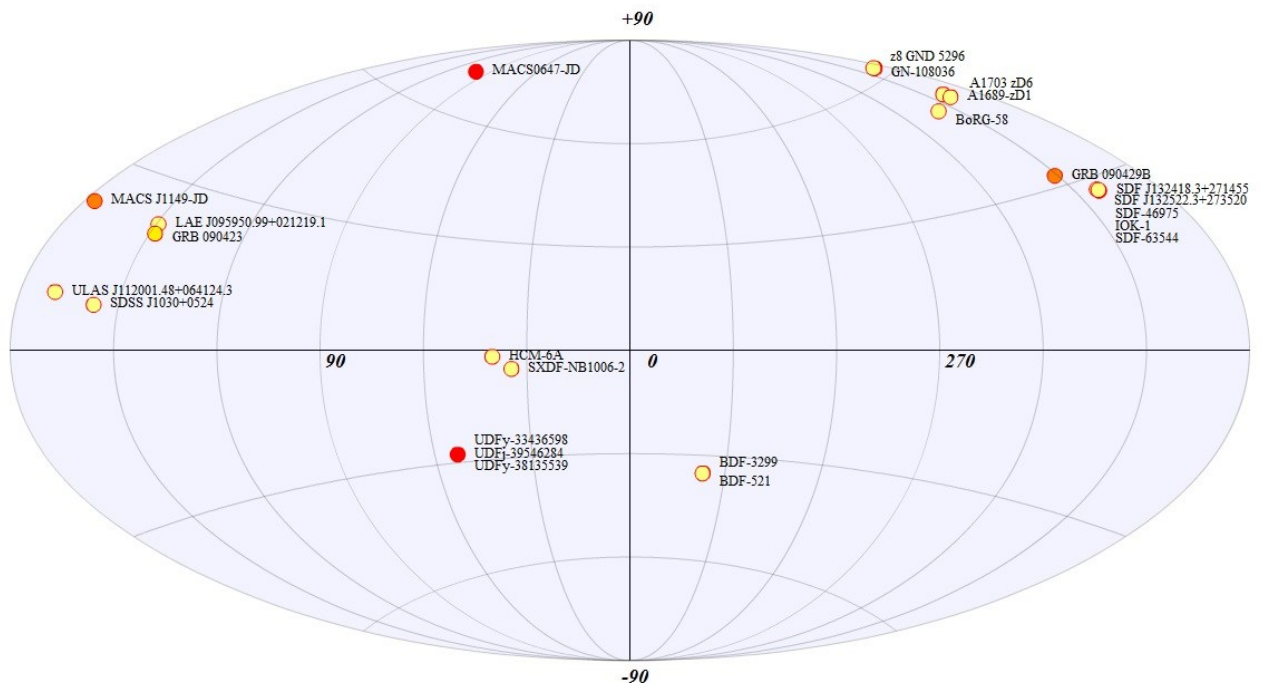
[http://samlib.ru/img/p/putenihin\\_p\\_w/rw99/rw99-13.gif](http://samlib.ru/img/p/putenihin_p_w/rw99/rw99-13.gif)

<http://www.sciteclibrary.ru/ris-stat/6516/image016.swf>

[http://scorcher.ru/theory\\_publisher/art\\_pic/575/image016.swf](http://scorcher.ru/theory_publisher/art_pic/575/image016.swf)

Поскольку Земля удаляется от Звезды, фотон за время жизни Вселенной достигнет только точки, где Земля находилась в момент его испусканий (бледный синий кружок) – на расстоянии 13,7 млрд. световых лет. Это очевидно, поскольку за это время в 13,7 млрд. лет Земля удалится от этой точки. Достичь Земли смогут только фотоны, удалённые от неё в момент излучения не более чем на 5 млрд. световых лет (приблизительно). Это расстояние, видимо, и следует считать наблюдаемой границей Вселенной.

Тем не менее, в космологической литературе указывается радиус наблюдаемой Вселенной, близкий по величине к её возрасту – около 14 млрд. световых лет. На рисунке показана крупномасштабная карта Вселенной с самыми удалёнными квазарами (галактиками), известными к декабрю 2014 года:



Наиболее удалённые галактики на карте Вселенной

Путевиком, m55@mail.ru

Рис.4. Крупномасштабная карта Вселенной с наиболее удалёнными квазарами (сведения на декабрь 2014 года). Кружки квазаров условно подкрашены в соответствии с их красным смещением.

Каждый из квазаров (галактик) изображен цветным кружком, подкрашенным условно в цвет, соответствующий его красному смещению. Сведения об изображенных на рисунке квазарах представлены в таблице:

Таблица 1

quazar	RA	Decl	Z	Удаленность, млрд.св.лет	Ссылка на статью (координаты)
SDSS J1030+0524	157,50	5,40	6,280	12,832	<a href="http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0108097v3.pdf">http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0108097v3.pdf</a>
HCM-6A	39,98	-1,56	6,560	12,881	<a href="http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0203091.pdf">http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0203091.pdf</a>
SDF J132418.3+271455	201,08	27,25	6,578	12,884	<a href="http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0312228.pdf">http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0312228.pdf</a>
SDF J132522.3+273520	201,34	27,59	6,597	12,887	<a href="http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0312228.pdf">http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0312228.pdf</a>
SDF-46975	200,93	27,34	6,844	12,926	<a href="http://iopscience.iop.org/0004-637X/744/2/83/pdf/0004-637X_744_2_83.pdf">http://iopscience.iop.org/0004-637X/744/2/83/pdf/0004-637X_744_2_83.pdf</a>
LAE J095950.99+021219.1	149,96	21,36	6,944	13,10	<a href="http://iopscience.iop.org/2041-8205/752/2/L28/pdf/2041-8205_752_2_L28.pdf">http://iopscience.iop.org/2041-8205/752/2/L28/pdf/2041-8205_752_2_L28.pdf</a>
IOK-1	201,08	27,28	6,964	12,88	<a href="http://arxiv.org/pdf/1008.4837.pdf">http://arxiv.org/pdf/1008.4837.pdf</a>
SDF-63544	201,00	27,42	6,965	12,944	<a href="http://iopscience.iop.org/0004-637X/744/2/83/pdf/0004-637X_744_2_83.pdf">http://iopscience.iop.org/0004-637X/744/2/83/pdf/0004-637X_744_2_83.pdf</a>
BDF-521	336,94	-35,12	7,008	12,89	<a href="http://arxiv.org/pdf/1011.5500v2.pdf">http://arxiv.org/pdf/1011.5500v2.pdf</a>
A1703 zD6	198,75	52,83	7,045	12,89	<a href="http://arxiv.org/pdf/1104.2035.pdf">http://arxiv.org/pdf/1104.2035.pdf</a>
ULAS J112001.48+064124.3	170,01	6,69	7,085	12,90	<a href="http://arxiv.org/pdf/1203.5844.pdf">http://arxiv.org/pdf/1203.5844.pdf</a>
BDF-3299	337,05	-35,17	7,109	12,90	<a href="http://arxiv.org/pdf/1011.5500v2.pdf">http://arxiv.org/pdf/1011.5500v2.pdf</a>
GN-108036	189,09	62,13	7,213	12,91	<a href="http://iopscience.iop.org/0004-637X/744/2/83/pdf/api_744_2_83.pdf">http://iopscience.iop.org/0004-637X/744/2/83/pdf/api_744_2_83.pdf</a>
SXDF-NB1006-2	34,50	-5,00	7,215	12,91	<a href="http://arxiv.org/pdf/1112.3997.pdf">http://arxiv.org/pdf/1112.3997.pdf</a>

z8 GND 5296	189,16	62,30	7,510	13,018	<a href="http://www.readcube.com/articles/10.1038/nature12657">http://www.readcube.com/articles/10.1038/nature12657</a>
A1689-zD1	198,75	51,83	7,600	13,00	<a href="http://arxiv.org/pdf/1104.2035.pdf">http://arxiv.org/pdf/1104.2035.pdf</a>
BoRG-58	219,23	50,72	8,000	13,080	<a href="http://arxiv.org/pdf/1110.0468v2.pdf">http://arxiv.org/pdf/1110.0468v2.pdf</a>
GRB 090423	148,90	19,51	8,200	13,04	<a href="http://arxiv.org/pdf/1404.1840.pdf">http://arxiv.org/pdf/1404.1840.pdf</a>
UDFy-38135539	53,16	-27,77	8,500	13,125	<a href="http://arxiv.org/pdf/1301.4477.pdf">http://arxiv.org/pdf/1301.4477.pdf</a>
UDFy-33436598	53,14	-27,78	8,600	13,134	<a href="http://www.spacetelescope.org/static/archives/releases/science_papers/heic1219.pdf">http://www.spacetelescope.org/static/archives/releases/science_papers/heic1219.pdf</a>
GRB 090429B	210,67	32,17	9,400	13,14	<a href="http://arxiv.org/pdf/1105.4915.pdf">http://arxiv.org/pdf/1105.4915.pdf</a>
MACS J1149-JD	177,39	22,41	9,600	13,20	<a href="http://arxiv.org/pdf/1204.2305v1.pdf">http://arxiv.org/pdf/1204.2305v1.pdf</a>
MACS0647-JD	101,98	70,24	10,800	13,30	<a href="http://iopscience.iop.org/0004-637X/762/1/32/pdf/0004-637X_762_1_32.pdf">http://iopscience.iop.org/0004-637X/762/1/32/pdf/0004-637X_762_1_32.pdf</a>
UDFj-39546284	53,16	-27,77	11,900	13,37	<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/UDFj-39546284">http://en.wikipedia.org/wiki/UDFj-39546284</a>

В таблице приведены названия квазаров, их координаты R и Decl (Right ascension, Declination) и красное смещение Z. Ссылки на источники данных об этих галактиках (квазарах) указаны в последней колонке таблицы. По некоторым из галактик в указанных источниках не приведены сведения об их удалённости. В таблице эти расстояния вычислены с помощью «Космологического калькулятора» (<http://www.astro.ucla.edu/~wright/CosmoCalc.html>). В таблице они показаны с тремя знаками после запятой и выделены курсивом. Остальные сведения взяты из источников по ссылкам. Дата обращения по приведённым ссылкам – конец 2014 года.

Как видно из таблицы, все квазары удалены от Земли на расстояние практически свыше 13 миллиардов световых лет. Как показано в выше приведённых расчетах, за 13 с лишним миллиардов световых лет свет от таких галактик, видимо, не мог достичь Земли. То есть, получается, наблюдать галактики на таком удалении от Земли вряд ли возможно. Это значит, что космологические способы вычисления расстояний до галактик, вызывают определённые сомнения. Более того, очевидно, что за 14 млрд. лет фотоны от галактик, удалённых на 14 млрд. световых лет, достичь Земли могли лишь в случае стационарной (не расширяющейся) Вселенной. Сразу отметим, что это весьма странный, если не сказать нелепый, вывод. Ставятся под сомнения множество общепризнанных теорий и выводов: общая теория относительности, закон Хаббла, теория Большого взрыва... Понятно, что это совершенно исключено. Следовательно, вывод о радиусе видимой Вселенной в 5 млрд. световых лет, по сути, является очередным космологическим парадоксом. Либо расчеты содержат ошибку.

## Литература

1. Большой взрыв: Инфляционная модель, Студопедия, 2014, [в течение инфляционного периода размеры Вселенной увеличились в  $10^{50}$  раз, от миллиардной доли размера протона до размеров спичечного коробка], URL: [http://studopedia.ru/3\\_49059\\_bolshoy-vzriv-inflyatsionnaya-model.html](http://studopedia.ru/3_49059_bolshoy-vzriv-inflyatsionnaya-model.html) (дата обращения 04.12.2015)
2. Гусев А., Как возникла Вселенная?, 2008, [в конце инфляционного периода Вселенная приобрела размер около 1 см в диаметре], URL: <http://shkolazhizni.ru/archive/0/n-14628/> (дата обращения 04.12.2015)
3. Инфляционная стадия расширения Вселенной. Элементы, [Вселенная расширилась на 50 порядков — была меньше протона, а стала размером с грейпфрут], URL: <http://elementy.ru/trefil/21082?context=20444> (дата обращения 28.02.2015)
4. Казютинский В.В., Инфляционная космология: теория и научная картина мира, [Принцип раздувания. Согласно некоторым моделям раздувания, масштаб Вселенной (в см) достигнет 10 в степени  $10^{12}$ ], URL:

- <http://maxpark.com/community/5654/content/2561589> (дата обращения 04.12.2015)
5. Кокин А.В. Стандартная модель вселенной. Модель Большого взрыва, 2011, [диаметр вселенной возрос, как минимум, в  $10^{27}$  раз к окончанию инфляционного периода вселенная приобрела размер примерно 1 см], URL: <http://www.avkokin.ru/documents/584> (дата обращения 04.12.2015)
  6. Левин А., Всемогущая инфляция, «Популярная механика» №7, 2012, [Один из фрагментов первой микросекунды жизни вселенной сыграл огромную роль в ее дальнейшей эволюции. Магнитные монополи. Отрицательное давление. Решение проблем. Хаотическая инфляция], URL: <http://www.sibai.ru/vsemogushhaya-inflyacziya.html> (дата обращения 04.12.2015)
  7. Левин А., Теория инфлантонов, 2012, [примерно через  $10^{-36}$  секунды после Большого взрыва наша Вселенная начала чрезвычайно быстро (экспоненциально по времени) расширяться, за время порядка  $10^{-34}$  секунды увеличив свои размеры в  $10^{50}$  раз. Эта стадия как раз и называется инфляционной (inflation — раздувание). Движущей силой инфляции послужил физический вакуум — первичное скалярное поле, которое обладало отрицательным давлением (антигравитацией)], URL: [http://imxo.in.ua/uk/6\\_liudina-i-nauka/27\\_nauka-i-mi/1753\\_teorii-inflantonov/](http://imxo.in.ua/uk/6_liudina-i-nauka/27_nauka-i-mi/1753_teorii-inflantonov/)
  8. Линде А.Д., Инфляция, квантовая космология и антропный принцип, 2002, [даже если начальный размер инфляционной вселенной был очень мал, после инфляции вселенная достигает огромных размеров —  $10^{1'000'000'000'000}$  см], URL: <http://www.astronet.ru/db/msg/1181084> (дата обращения 04.12.2015)
  9. Линде А.Д., Многоликая Вселенная (презентация), 2007, [И если это дифференциальное уравнение разрешить, окажется, что масштабный фактор Вселенной ведет себя асимптотически приблизительно так:  $a \sim e^{Ht}$  — Вселенная будет экспоненциально расширяться, и этого не очень-то ожидали раньше. То есть это есть ускоренное расширение Вселенной], URL: <http://elementy.ru/lib/430484> (дата обращения 04.12.2015)  
<http://www.myshared.ru/slide/380143/>
  10. Метагалактика, Википедия, 2015, [Размер наблюдаемой Вселенной из-за её расширения зависит от того, какое определение расстояния принять. Сопутствующее расстояние до самого удалённого наблюдаемого объекта — поверхности последнего рассеяния реликтового излучения — составляет около  $46 \times 10^9$  световых лет во всех направлениях], URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Метагалактика> (дата обращения 04.12.2015)
  11. Модель инфляционной вселенной, База документов Reftrend.ru, [В раздувающейся Вселенной сначала была фаза инфляции (раздувания), когда диаметр Вселенной очень быстро увеличился — в  $10^{50}$  раз больше, чем предполагалось в модели Большого Взрыва. Последствия этого раздувания велики, они приводят к выводу, что наблюдаемая нами Вселенная — часть всей Вселенной], URL: <http://reftrend.ru/685191.html> (дата обращения 04.12.2015)
  12. Раздувающаяся вселенная, Физическая энциклопедия, [за время инфляционного раздувания Вселенная увеличивается в  $10^{100'000} - 10^{10'000'000'000}$  раз], URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/4465/РАЗДУВАЮЩАЯСЯ](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/4465/РАЗДУВАЮЩАЯСЯ) (дата обращения 04.12.2015)
  13. Эймс Дж., Обнаружена гравитационная волна Большого взрыва, 2014, [зародыш Вселенной вырос от нуля до размеров мячика для игры в пинг-понг], URL: [http://www.bbc.co.uk/russian/science/2014/03/140317\\_us\\_big\\_bang\\_discovery](http://www.bbc.co.uk/russian/science/2014/03/140317_us_big_bang_discovery) (дата обращения 04.12.2015)