



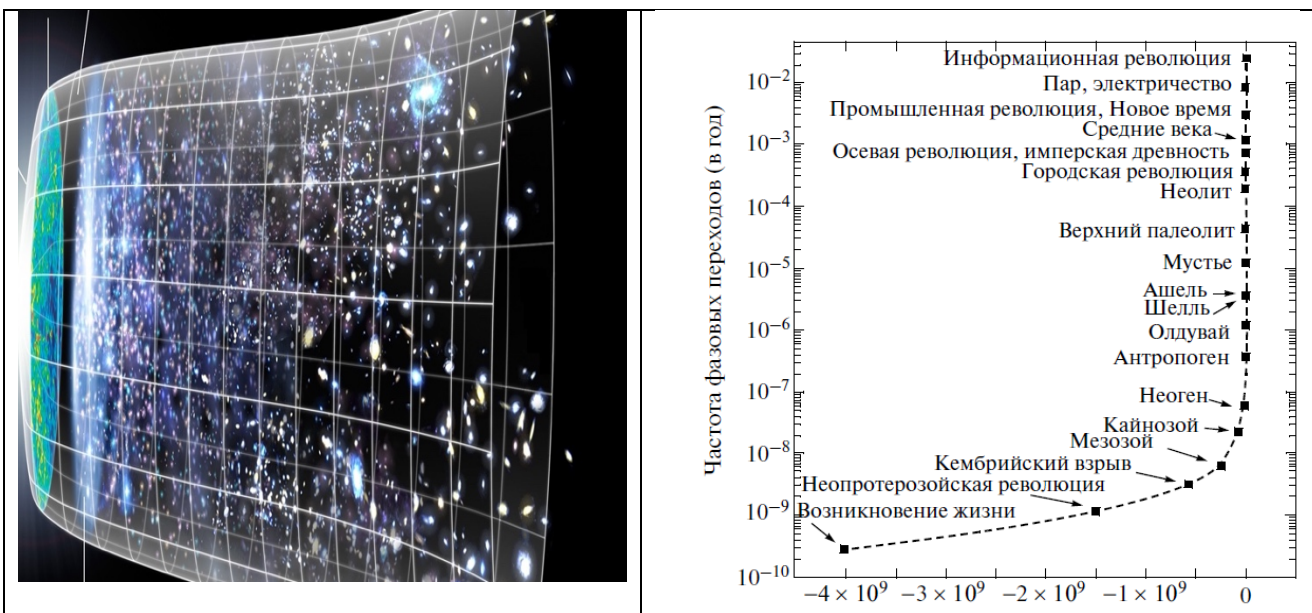
ПАТТЕРНЫ РОСТА СЛОЖНОСТИ В БОЛЬШОЙ ИСТОРИИ. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

А. В. Коротяев

НИУ ВШЭ,
ФГП МГУ,

Евроазиатский центр мегаистории и системного прогнозирования
ИБ РАН

Доклад на V Международном симпозиуме «Мегаистория и глобальная эволюция»
в рамках Конгресса «Глобалистика-2023»
24 октября 2023 г.



Данная презентация будет построена следующим образом.

В первой части я представляю краткое изложение моего предыдущего систематического количественного анализа ускоряющегося глобального (биосоциального) эволюционного развития, наблюдавшегося на протяжении около 4 миллиардов лет на планете Земля с момента появления на ней жизни и до начала 1970-х годов.

Во второй части я применяю ту же методологию, которую применял для анализа этой модели ускорения к анализу замедления универсального (космического) эволюционного развития, которое наблюдалась во Вселенной в течение нескольких миллиардов лет после сингулярности Большого взрыва ($\approx 13,8$ млрд лн).

Наконец, третья часть предлагает систематическое сравнение обеих моделей.

44

World-Systems Evolution and Global Futures

Andrey V. Korotayev
David J. LePoire *Editors*

The 21st Century Singularity and Global Futures

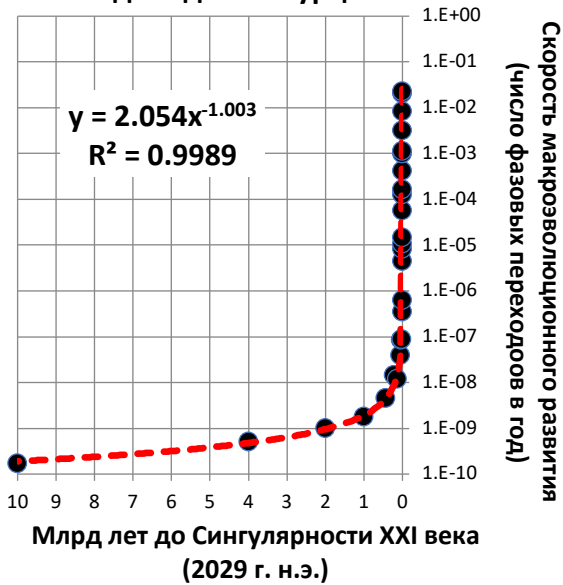
A Big History Perspective

 Springer

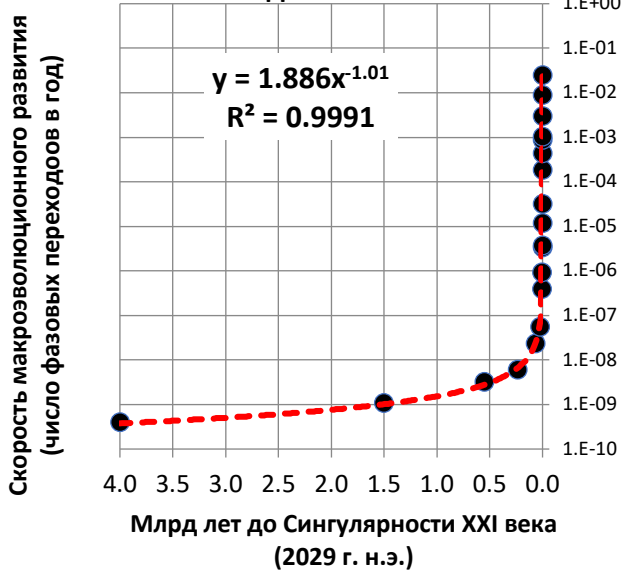


Поскольку на мое выступление у меня есть всего 20 минут, кажется невозможным описать методологию моего предыдущего систематического количественного анализа ускоряющегося глобального (биосоциального) эволюционного развития за такой короткий период времени; поэтому мне приходится ограничиться изложением его результатов. Подробное описание методологии анализа можно найти на английском языке в моих главах в шпригеровском издании, изображение обложки которого можно увидеть слева – *The 21st Century Singularity and Global Futures: A Big History Perspective*, а на русском языке – в *Эволюционных гранях сингулярности*.

Ряд Модиса – Курцвейла



Ряд Панова



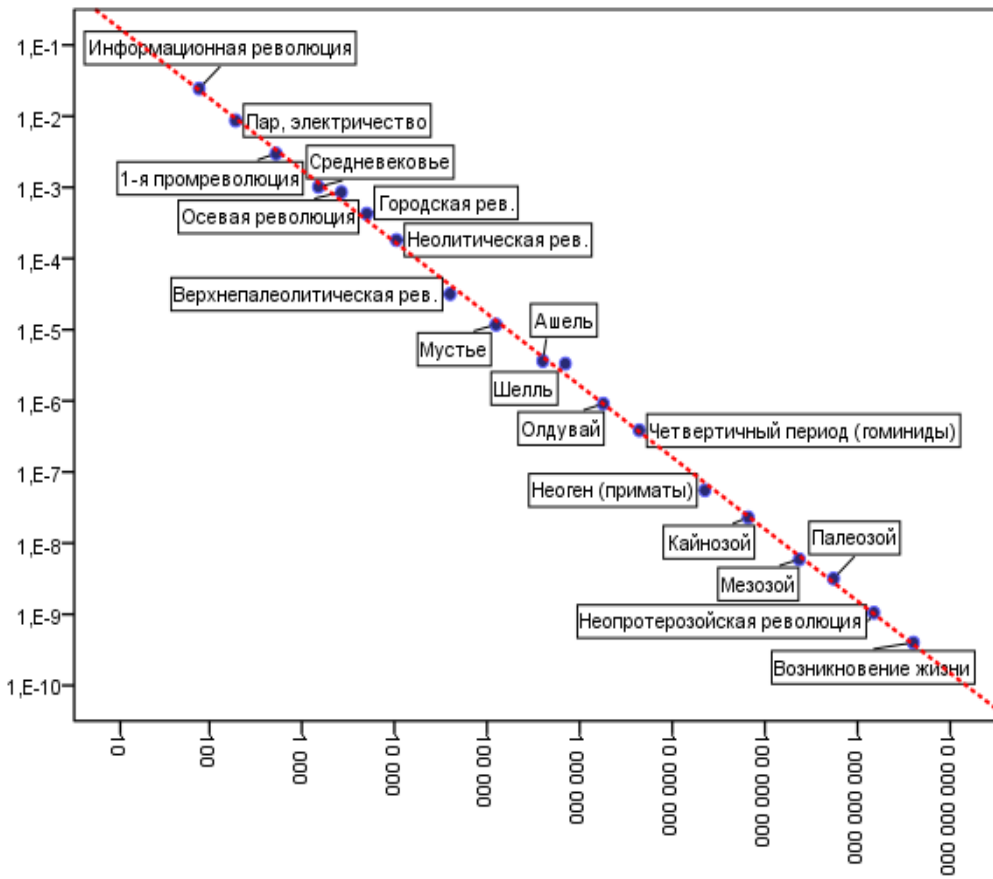
Наш анализ показал, что ускоряющееся глобальное (биосоциальное) эволюционное развитие, наблюдавшееся на планете Земля на протяжении около 4 миллиардов лет с момента появления на ней жизни, может быть очень точно описано следующим уравнением:

$$y_t = \frac{C}{t^* - t},$$

где y_t — глобальная скорость макроэволюционного развития (скачки сложности за единицу времени) в момент времени t , t^* — время сингулярности, а C — константа.

В результате этого анализа было установлено, что время сингулярности приходится примерно на 2027–2029 годы нашей эры.

Скорость макроэволюционного развития (число фазовых переходов в год)



Время до Сингулярности, лет

Здесь вы можете увидеть соответствие между теоретической кривой, полученной с помощью приведенного выше гиперболического уравнения, и эмпирическими оценками, полученными Александром Пановым.

12 (120 + 12 = 132 = 2⁷ · 12)

$$y = \frac{C}{t^* - t}$$

Таким образом, общую формулу ускорения роста глобальной сложности можно описать следующим образом:

- Скорость роста глобальной сложности увеличивалась по мере приближения к Сингулярности.
- При сокращении времени до Сингулярности в n раз, скорость роста глобальной сложности увеличивалась в те же n раз.
- Таким образом, если время до Сингулярности уменьшалась в 3 раза, скорость роста глобальной сложности увеличивалась в 3 раза; если время до Сингулярности уменьшалась в 10 раз, глобальная скорость роста сложности увеличивалась в 10 раз и так далее.

40 (132 + 40 = 172 = 2⁷ · 52)

Важный дисклеймер:

- Насколько серьезно мы должны относиться к «предсказанию» сингулярности, содержащемуся в гиперболических математических моделях глобального развития?
- Следует ли нам вместе с Курцвейлом ожидать, что где-то в районе 2029 года мы будем реально иметь дело с ускорением глобального технологического роста на несколько порядков (что, действительно, вытекает из одного из приведенных выше уравнений, если понимать его буквально)?
- Я склонен дать на этот вопрос однозначно отрицательный ответ. На мой взгляд, отрицательный ответ на этот вопрос вытекает, например, из известных нам эмпирических данных по динамике численности населения мира и установленных к настоящему времени механизмов этой динамики. Как мы неоднократно показывали, формула гиперболического роста численности населения Земли, открытая Хайнцем фон Ферстером, идентична формуле ускорения темпов глобального макроэволюционного развития, прослеживаемого в рядах Модиса – Курцвейла и Панова, и она характеризуется параметром сингулярности (2027 г. н.э.), который просто идентичен для формулы ускорения в ряду Панова и имеет разницу всего лишь в 2 года для ряда Модиса – Курцвейла.
- Однако каковы основания ожидать, что к пятнице 13 ноября 2026 года темпы прироста населения мира увеличатся на несколько порядков, как это подразумевает уравнение фон Ферстера? Ответ на этот вопрос очень ясен. Нет абсолютно никаких оснований этого ожидать. Действительно, как мы показали довольно давно, «когда фон Ферстер и его коллеги давали своей статье (von Foerster, Mora, Amiot, 1960) знаменитое название “Судный день: пятница, 13 ноября 2026 г.”, они вовсе не имели в виду, что население Земли в этот день действительно может стать бесконечным... Из этой статьи, скорее, вытекал прямо противоположный прогноз – наблюдавшийся вплоть до 1960 г. на протяжении многих веков гиперболический рост мирового населения должен испытать в самые ближайшие годы радикальную трансформацию и смениться на принципиально иной тип демографической макродинамики. Отметим, что этот прогноз стал блестяще оправдываться всего лишь через несколько лет после публикации статьи фон Ферстера и его коллег (Коротаев, Малков, Халтурина, 2007, с. 14–22). Мир-Система начала свой выход из режима с обострением» (Коротаев, Малков, Халтурина 2008: 99).

Применение той же методологии, которую я применил ранее для анализа вышеупомянутой закономерности ускорения, к анализу замедления универсального (космического) эволюционного развития, наблюдаемого во Вселенной в течение нескольких миллиардов лет после сингулярности Большого взрыва, дало следующие результаты.

27 (172 + 27 = 199 = 3' 19)

Для нашего анализа мы использовали следующий временной ряд, принимая во внимание следующие фазы роста универсальной сложности:

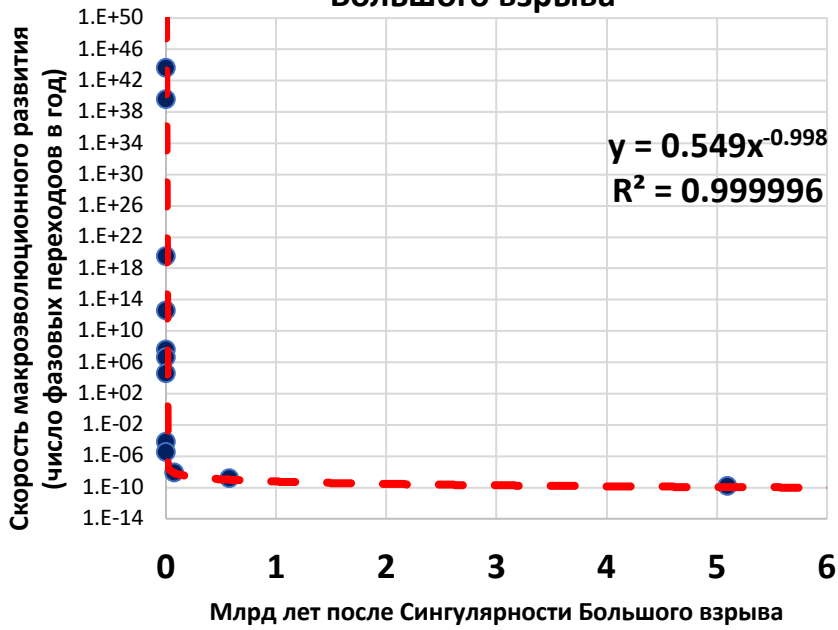
Фазы роста универсальной сложности	Секунды после Сингулярности Большого взрыва	Годы после Сингулярности Большого взрыва (~13.8 млрд лн)	Время между фазами (годы)	Темпы роста универсальной сложности (число фазовых переходов в год)
Эпоха Планка	до 10^{-43}	до $3.17 \cdot 10^{-51}$		
<u>Эпоха Планка > Эпоха великого объединения</u>	<u>10^{-43}</u>	<u>$3.17 \cdot 10^{-51}$</u>	$3.17 \cdot 10^{-51}$	$3.16 \cdot 10^{50}$
Эпоха великого объединения	от 10^{-43} до 10^{-36}	от $3.17 \cdot 10^{-51}$ до $3.17 \cdot 10^{-44}$		
<u>Эпоха великого объединения > Инфляционная эпоха</u>	<u>10^{-36}</u>	<u>$3.17 \cdot 10^{-44}$</u>	$3.17 \cdot 10^{-44}$	$3.16 \cdot 10^{43}$
Инфляционная эпоха	от 10^{-36} до 10^{-32}	от $3.17 \cdot 10^{-44}$ до $3.17 \cdot 10^{-40}$		
<u>Инфляционная эпоха > Электрослабая эпоха</u>	<u>10^{-32}</u>	<u>$3.17 \cdot 10^{-40}$</u>	$3.17 \cdot 10^{-40}$	$3.16 \cdot 10^{39}$
Электрослабая эпоха	от 10^{-32} до 10^{-12}	от $3.17 \cdot 10^{-40}$ до $3.17 \cdot 10^{-20}$		
<u>Электрослабая эпоха > Эпоха кварков</u>	<u>10^{-12} (одна триллионная секунды)</u>	<u>$3.17 \cdot 10^{-20}$</u>	$3.17 \cdot 10^{-20}$	$3.16 \cdot 10^{19}$
Эпоха кварков	от 10^{-12} до 10^{-5}	от $3.17 \cdot 10^{-20}$ до $3.17 \cdot 10^{-13}$		
<u>Эпоха кварков > Эпоха адронов</u>	<u>10^{-5} (0.00001, 10 миллионов секунды)</u>	<u>$3.17 \cdot 10^{-13}$</u>	$3.17 \cdot 10^{-13}$ года (~1 миллионная секунды)	$3.16 \cdot 10^{12}$ (3.16 триллионов фазовых переходов в
Эпоха адронов	от 10^{-5} до 1 секунды после Сингулярности Большого взрыва	от $3.17 \cdot 10^{-13}$ до $3.17 \cdot 10^{-8}$		

Фазы роста универсальной сложности	Секунды после Сингулярности Большого взрыва	Годы после Сингулярности Большого взрыва (~13.8 млрд лн)	Время между фазами (годы)	Темпы роста универсальной сложности (число фазовых переходов в год)
<u>Эпоха адронов > Эпоха лептонов</u>	<u>1 секунда после Сингулярности Большого взрыва (= после Сингулярности / ПС)</u>	$3.17 \cdot 10^{-8}$	$3.17 \cdot 10^{-8}$ года (~1 секунда)	$3.16 \cdot 10^7$ (31.6 миллионов фазовых переходов в год)
Эпоха лептонов, высвобождение нейтрино	от 1 до 10 после Сингулярности Большого взрыва / ПС	от $3.17 \cdot 10^{-8}$ до $3.17 \cdot 10^{-7}$		
<u>Эпоха лептонов > Первичный нуклеосинтез</u>	<u>10 секунд</u>	$3.17 \cdot 10^{-7}$	$2.87 \cdot 10^{-7}$ года (~9 секунд)	$3.51 \cdot 10^6$ (3.51 миллионов фазовых переходов в год)
Первичный нуклеосинтез	от 10 до 1000 секунд ПС	от $3.17 \cdot 10^{-7}$ до $3.17 \cdot 10^{-5}$		
<u>Первичный нуклеосинтез > Эпоха фотонов</u>	<u>1000 секунд</u>	$3.17 \cdot 10^{-5}$	$3.14 \cdot 10^{-5}$	$3.19 \cdot 10^4$ (31 900 фазовых переходов в год)
Эпоха фотонов	от 1000 секунд	до 18 тыс. лет ПС		
<u>Эпоха фотонов > Рекомбинация</u>	$5.68 \cdot 10^{11}$	$1.8 \cdot 10^4$ (18 тыс. лет)	$1.8 \cdot 10^4$ (18 тыс. лет)	$5.56 \cdot 10^{-5}$ (5.56 фазовых переходов за 100 тыс. лет)
Рекомбинация	от $5.68 \cdot 10^{11}$ до $1.17 \cdot 10^{13}$	от 18 тыс. до 370 тыс. лет ПС		
<u>Рекомбинация > Темные века</u>	$1.17 \cdot 10^{13}$	<u>370 тыс. лет после Сингулярности Большого взрыва / ПС</u>	$3.52 \cdot 10^5$ (352 тыс. лет)	$2.84 \cdot 10^{-6}$ (2.28 фазовых переходов за 1 млн лет)
Темные века	от $1.17 \cdot 10^{13}$ до $4.73 \cdot 10^{15}$	от 370 тыс. до 150 млн лет ПС		
<u>Темные века > Звездная популяция III</u>	$4.73 \cdot 10^{15}$	<u>150 млн (13.625 млрд лет до настоящего времени)</u>	$1.496 \cdot 10^8$ (149.63 млн лет)	$6.68 \cdot 10^{-9}$ (6.68 фазовых переходов за 1 млрд лет)

Фазы роста универсальной сложности	Секунды после Сингулярности Большого взрыва	Годы после Сингулярности Большого взрыва (~13.8 млрд лн)	Время между фазами (годы)	Темпы роста универсальной сложности (число фазовых переходов в год)
Начало звездообразования, звездная популяция III, ранние галактики, реионизация	от $4.73 \cdot 10^{15}$ до $3.16 \cdot 10^{16}$	от 150 млн до 1 млрд лет ПС		
<u>Звездная популяция III stars > второе поколение звезд</u>	<u>$3.16 \cdot 10^{16}$</u>	<u>1 млрд (12 млрд лет до настоящего времени)</u>	$8.5 \cdot 10^8$ (850 млн лет)	$1.18 \cdot 10^{-9}$ (1.18 фазовых переходов за 1 млрд лет)
Появление первых звезд третьего поколения на фоне преобладания звезд второго поколения, среднесложных галактик, примитивных планет, примитивной химической эволюции	от $3.16 \cdot 10^{16}$ до $2.90 \cdot 10^{17}$	от 1 млрд до 9.2 млрд лет ПС		
<u>Преобладание звезд Популяции II > преобладание третьего поколения звезд</u>	<u>$2.90 \cdot 10^{17}$</u>	<u>9.2 млрд ПС (4.6 млрд лет до настоящего времени)</u>	$8.2 \cdot 10^9$ (8.2 млрд лет)	$1.22 \cdot 10^{-10}$ (1.22 фазовых переходов за 10 млрд лет)
Преобладание третьего поколения звезд, сложных галактик, сложных планет, сложной химической эволюции	После $2.90 \cdot 10^{17}$	После 9.2 млрд ПС (после 4.6 млрд лет до настоящего времени)	?	?

140 (199 + 140 = 239 = 3' 59)

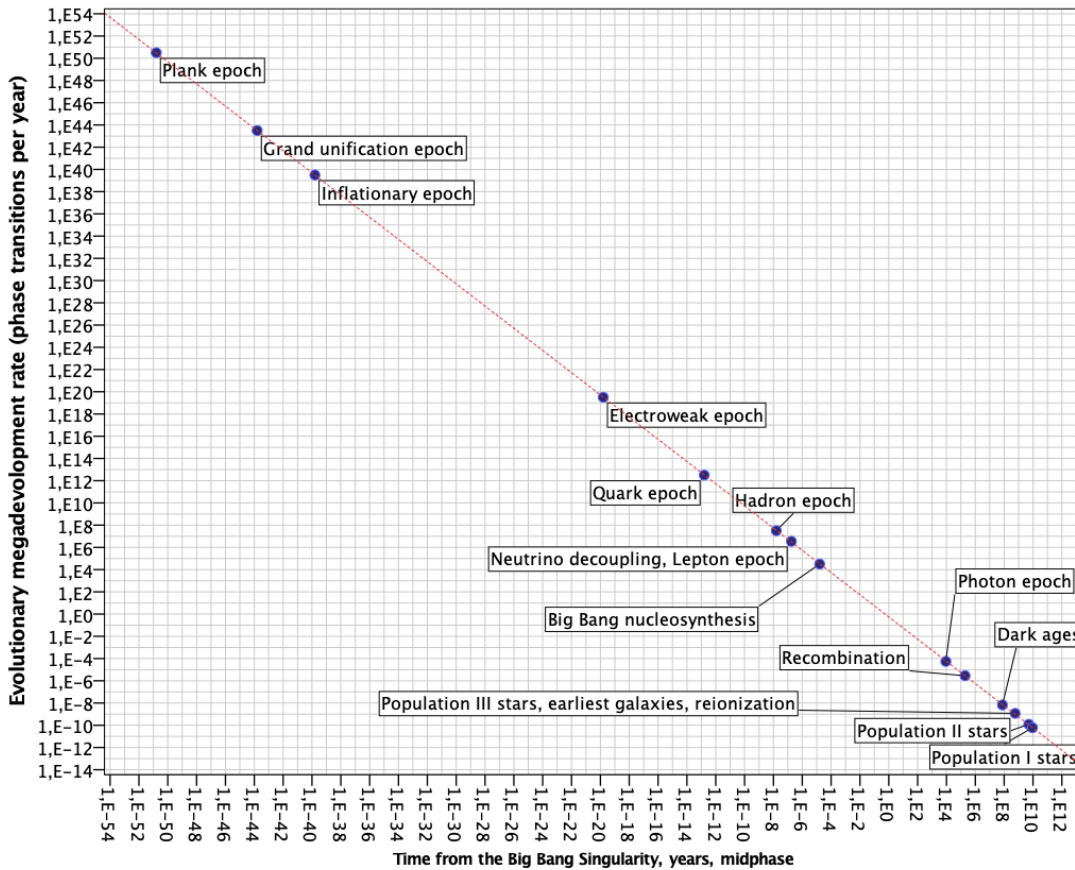
Последовательность после Сингулярности Большого взрыва



Наш анализ показал, что замедление универсального (космического) эволюционного развития, наблюдаемое во Вселенной в течение нескольких миллиардов лет после сингулярности Большого взрыва, может быть очень точно описано следующим уравнением:

$$y_t = \frac{C_2}{t - t^*}$$

где y_t — скорость роста универсальной сложности (скачки сложности в единицу времени) на момент времени t ; t^* — время Сингулярности Большого взрыва, C_2 — константа.



Замедляющееся универсальное (космическое) эволюционное развитие	Ускоряющееся глобальное (биосоциальное) эволюционное развитие
$y = \frac{0.55}{t - t^*}$	$y = \frac{1.89}{t^* - t}$
$y = \frac{C_1}{t - t^*}$	$y = \frac{C_2}{t^* - t}$
<p>Таким образом, общую формулу замедления роста универсальной (космической) сложности можно описать следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Скорость роста универсальной (космической) сложности снижается при удалении от Сингулярности. • При увеличении времени, прошедшего с момента Сингулярности в n раз, скорость роста универсальной (космической) сложности уменьшается в те же n раз. • Таким образом, если время, прошедшее с момента Сингулярности, увеличивается в 3 раза, скорость роста универсальной (космической) сложности уменьшается в 3 раза; если время, прошедшее с момента Сингулярности, увеличивается в 10 раз, скорость роста универсальной (космической) сложности уменьшается в 10 раз и так далее. 	<p>Тогда как общую формулу ускорения роста глобальной (биосоциальной) сложности можно описать следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Скорость роста глобальной сложности увеличивалась по мере приближения к Сингулярности. • При уменьшении времени, остающегося до Сингулярности, в n раз, скорость роста глобальной сложности увеличивалась в те же n раз. • Таким образом, если время до Сингулярности уменьшалось в 3 раза, скорость роста глобальной сложности увеличивалась в 3 раза; если время до Сингулярности уменьшалось в 10 раз, глобальная скорость роста сложности увеличивалась в 10 раз и так далее.
<p>Трудно не увидеть здесь поразительную симметрию – основные закономерности гиперболического замедления универсального (космического) роста сложности после Сингулярности Большого взрыва оказываются поразительно похожими на гиперболическое ускорение роста сложности, наблюдавшееся на нашей планете в течение 4 миллиардов лет до начала 1970-х годов.</p>	

Рассмотрим теперь связь между энергией излучения Вселенной и скоростью универсального (космического) эволюционного мегаразвития (измеряемом в числе фазовых переходов за год).

$$10 (10 + 360 = 370 = 5' 10)$$

Для нашего анализа мы использовали следующий временной ряд, принимая во внимание следующие фазы роста универсальной сложности и соответствующие значения энергии излучения Вселенной (измеренной в эВ):

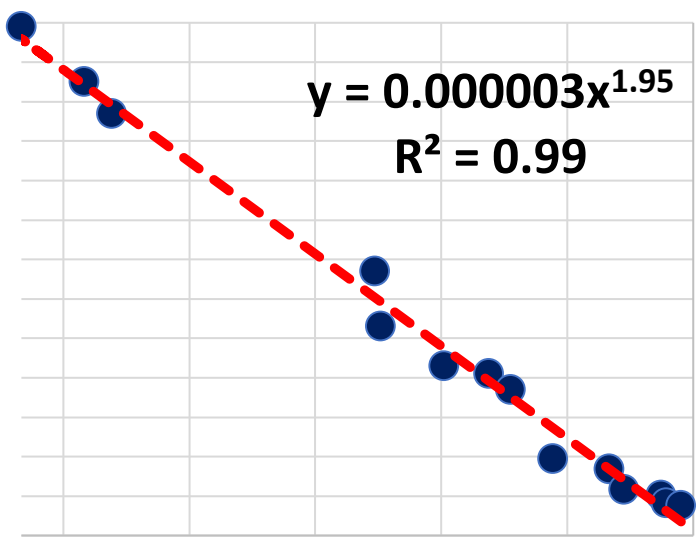
Фазы роста универсальной сложности	Секунды после Сингулярности Большого взрыва	Годы после Сингулярности Большого взрыва (~13.8 млрд лн)	Время между фазами (годы)	Темпы роста универсальной сложности (число фазовых переходов в год)	Энергия (температура) излучения Вселенной, в электрон-вольтах (эВ)	Энергия (температура) излучения Вселенной, в градусах Кельвина (К)
Эпоха Планка	до 10^{-43}	до $3.17 \cdot 10^{-51}$			10^{28}	$1.16 \cdot 10^{32}$
<u>Эпоха Планка > Эпоха великого объединения</u>	10^{-43}	$3.17 \cdot 10^{-51}$	$3.17 \cdot 10^{-51}$	$3.16 \cdot 10^{50}$		
Эпоха великого объединения	от 10^{-43} до 10^{-36}	от $3.17 \cdot 10^{-51}$ до $3.17 \cdot 10^{-44}$			10^{25}	$1.16 \cdot 10^{29}$
<u>Эпоха великого объединения ></u>	10^{-36}	$3.17 \cdot 10^{-44}$	$3.17 \cdot 10^{-44}$	$3.16 \cdot 10^{43}$		
Инфляционная эпоха	от 10^{-36} до 10^{-32}	от $3.17 \cdot 10^{-44}$ до $3.17 \cdot 10^{-40}$			$5 \cdot 10^{23}$	$5.8 \cdot 10^{27}$
<u>Инфляционная эпоха > Электрослабая эпоха</u>	10^{-32}	$3.17 \cdot 10^{-40}$	$3.17 \cdot 10^{-40}$	$3.16 \cdot 10^{39}$		
Электрослабая эпоха	от 10^{-32} до 10^{-12}	от $3.17 \cdot 10^{-40}$ до $3.17 \cdot 10^{-20}$			150 млрд эВ (150 ГэВ)	$1.74 \cdot 10^{15}$
<u>Электрослабая эпоха > Эпоха кварков</u>	10^{-12} (одна триллионная секунды)	$3.17 \cdot 10^{-20}$	$3.17 \cdot 10^{-20}$	$3.16 \cdot 10^{19}$		
Эпоха кварков	от 10^{-12} до 10^{-5}	от $3.17 \cdot 10^{-20}$ до $3.17 \cdot 10^{-13}$			75.1 млрд эВ (75.1 ГэВ)	$8.71 \cdot 10^{14}$ (871 трлн К)
<u>Эпоха кварков > Эпоха адронов</u>	10^{-5} (0.00001, 10 миллионных секунды)	$3.17 \cdot 10^{-13}$	$3.17 \cdot 10^{-13}$ года (~1 миллионная	$3.16 \cdot 10^{12}$ (3.16 триллионов фазовых		

Фазы роста универсальной сложности	Секунды после Сингулярности Большого взрыва	Годы после Сингулярности Большого взрыва (~13.8 млрд лн)	Время между фазами (годы)	Темпы роста универсальной сложности (число фазовых переходов в год)	Энергия (температура) излучения Вселенной, в электрон-вольтах (эВ)	Энергия (температура) излучения Вселенной, в градусах Кельвина (К)
Эпоха адронов	от 10^{-5} до 1 секунды после Сингулярности Большого взрыва	от $3.17 \cdot 10^{-13}$ до $3.17 \cdot 10^{-8}$			75.5 млн эВ (75.5 МэВ)	$8.76 \cdot 10^{11}$ (876 млрд К)
<u>Эпоха адронов > Эпоха лептонов</u>	<u>1 секунда после Сингулярности Большого взрыва (= после Сингулярности / ПС)</u>	<u>$3.17 \cdot 10^{-8}$</u>	$3.17 \cdot 10^{-8}$ года (~1 секунда)	$3.16 \cdot 10^7$ (31.6 миллионов фазовых переходов в год)		
Эпоха лептонов, высвобождение нейтрино	от 1 до 10 после Сингулярности Большого взрыва / ПС	от $3.17 \cdot 10^{-8}$ до $3.17 \cdot 10^{-7}$			550,000 (550 КэВ)	$6.38 \cdot 10^9$ (6.38 млрд К)
<u>Эпоха лептонов > Первичный нуклеосинтез</u>	<u>10 секунд</u>	<u>$3.17 \cdot 10^{-7}$</u>	$2.87 \cdot 10^{-7}$ года (~9 секунд)	$3.51 \cdot 10^6$ (3.51 миллионов фазовых переходов в год)		
Первичный нуклеосинтез	от 10 до 1000 секунд ПС	от $3.17 \cdot 10^{-7}$ до $3.17 \cdot 10^{-5}$			50,500 (50.5 КэВ)	$5.86 \cdot 10^8$ (586 млн К)
<u>Первичный нуклеосинтез > Эпоха фотонов</u>	<u>1000 секунд</u>	<u>$3.17 \cdot 10^{-5}$</u>	$3.14 \cdot 10^{-5}$	$3.19 \cdot 10^4$ (31 900 фазовых переходов в год)		
Эпоха фотонов	от 1000 секунд до 18 тыс. лет ПС				500 эВ	$5.86 \cdot 10^6$ (5.86 млн К)
<u>Эпоха фотонов > Рекомбинация</u>	<u>$5.68 \cdot 10^{11}$</u>	<u>$1.8 \cdot 10^4$ (18 тыс. лет)</u>	$1.8 \cdot 10^4$ (18 тыс. лет)	$5.56 \cdot 10^{-5}$ (5.56 фазовых переходов за 100 тыс. лет)		
Рекомбинация	от $5.68 \cdot 10^{11}$ до $1.17 \cdot 10^{13}$	от 18 тыс. до 370 тыс. лет ПС			1 эВ	$1.16 \cdot 10^4$ (11.6 тыс. К)
<u>Рекомбинация > Темные века</u>	<u>$1.17 \cdot 10^{13}$</u>	<u>370 тыс. лет после Сингулярности Большого взрыва / ПС</u>	<u>$1.17 \cdot 10^{13}$</u>	<u>370 тыс. лет после Сингулярности Большого взрыва / ПС</u>		

Фазы роста универсальной сложности	Секунды после Сингулярности Большого взрыва	Годы после Сингулярности Большого взрыва (~13.8 млрд лн)	Время между фазами (годы)	Темпы роста универсальной сложности (число фазовых переходов в год)	Энергия (температура) излучения Вселенной, в электрон-вольтах (эВ)	Энергия (температура) излучения Вселенной, в градусах Кельвина (К)
Темные века	от $1.17 \cdot 10^{13}$ до $4.73 \cdot 10^{15}$	от 370 тыс. до 150 млн лет ПС	от $1.17 \cdot 10^{13}$ до $4.73 \cdot 10^{15}$	от 370 тыс. до 150 млн лет ПС	0.203 эВ	2,350 К
<u>Темные века > Звездная популяция III</u>	<u>$4.73 \cdot 10^{15}$</u>	<u>150 млн (13.625 млрд лет до настоящего времени)</u>	<u>$4.73 \cdot 10^{15}$</u>	<u>150 млн (13.625 млрд лет до настоящего времени)</u>		
Population III stars, earliest galaxies, reionization, mid-phase	от $4.73 \cdot 10^{15}$ до $3.16 \cdot 10^{16}$	от 150 млн до 1 млрд лет ПС	от $4.73 \cdot 10^{15}$ до $3.16 \cdot 10^{16}$	от 150 млн до 1 млрд лет ПС	0.0034 эВ	39.5 К
<u>Population III stars > 2nd generation of stars</u>	<u>$3.16 \cdot 10^{16}$</u>	<u>1 млрд (12 млрд лет до настоящего времени)</u>	<u>$3.16 \cdot 10^{16}$</u>	<u>1 млрд (12 млрд лет до настоящего времени)</u>		
Появление первых звезд третьего поколения на фоне преобладания звезд второго поколения, среднесложных галактик, примитивных планет, примитивной химической эволюции	от $3.16 \cdot 10^{16}$ до $2.90 \cdot 10^{17}$	от 1 млрд до 9.2 млрд лет ПС	от $3.16 \cdot 10^{16}$ до $2.90 \cdot 10^{17}$	от 1 млрд до 9.2 млрд лет ПС	$1.89 \cdot 10^{-3}$ эВ	22 К
<u>Преобладание звезд Популяции II > преобладание третьего поколения звезд</u>	<u>$2.90 \cdot 10^{17}$</u>	<u>9.2 млрд ПС (4.6 млрд лет до настоящего времени)</u>	<u>$2.90 \cdot 10^{17}$</u>	<u>9.2 млрд ПС (4.6 млрд лет до настоящего времени)</u>	-	

Фазы роста универсальной сложности	Секунды после Сингулярности Большого взрыва	Годы после Сингулярности Большого взрыва (~13.8 млрд лн)	Время между фазами (годы)	Темпы роста универсальной сложности (число фазовых переходов в год)	Энергия (температура) излучения Вселенной, в электрон-вольтах (эВ)	Энергия (температура) излучения Вселенной, в градусах Кельвина (К)
Преобладание третьего поколения звезд, сложных галактик, сложных планет, сложной химической эволюции	После $2.90 \cdot 10^{17}$	После 9.2 млрд ПС (после 4.6 млрд лет до настоящего времени)	?	?	$3.79 \cdot 10^{-4}$ эВ	4.4 К

55 (370 + 55 = 425 = 71.5)



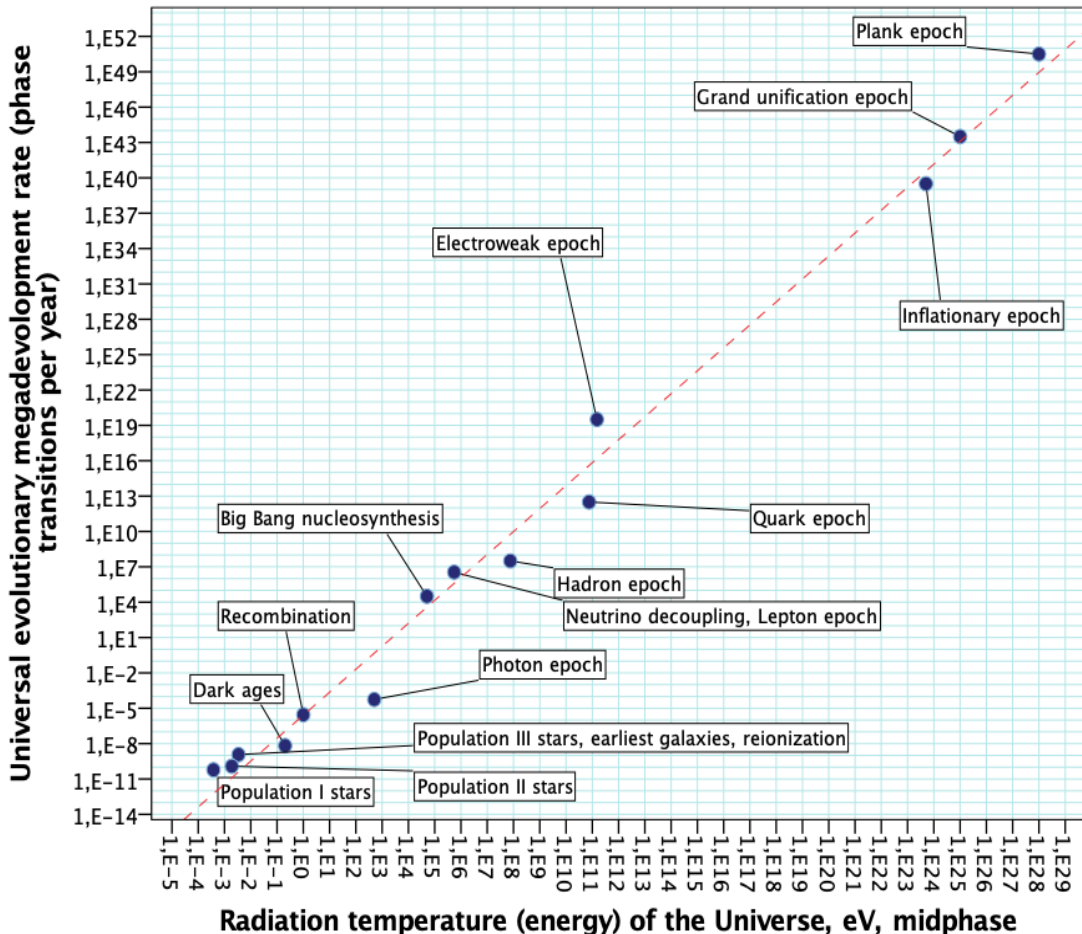
Скорость мегаэволюционного развития (число фазовых переходов в год)

1.E+26 1.E+20 1.E+14 1.E+08 1.E+02 1.E-04
Энергия излучения Вселенной, эВ

Наш анализ показал, что связь между энергией излучения Вселенной и скоростью универсального мегаэволюционного развития может быть очень точно описана следующим уравнением:

$$y = C_4 * E^2$$

где y — скорость роста универсальной сложности (скачки сложности в единицу времени); E — энергия излучения Вселенной (эВ), а C_4 — константа.



27 (425 + 27 = 452 = 7³ 32)

$$y = C_4 * E^2$$

Таким образом, в космической истории скорость роста универсальной сложности была пропорциональна квадрату энергии излучения Вселенной.

10 (452 + 10 = 462 = 7' 42)

Аналитически легко показать, что если в рамках космической эволюции скорость роста универсальной сложности y равна постоянной C_1 , деленной на время, прошедшее с момента Сингулярности Большого взрыва ($t - t^*$, или x)

$$y = \frac{C_1}{t-t^*},$$

а скорость роста универсальной сложности y пропорциональна энергии излучения Вселенной E в квадрате

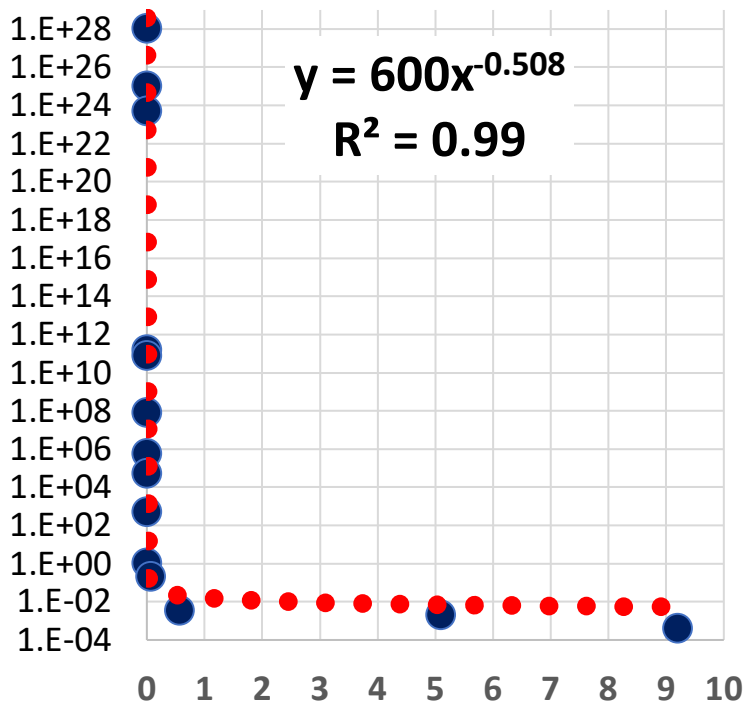
$$y = C_4 * E^2,$$

тогда энергия излучения Вселенной (E) должна быть пропорциональна некоторой постоянной $C_3 (= C_1/C_4)$, разделенной на квадратный корень времени с момента Сингулярности Большого взрыва ($t - t^*$, или x)

$$E = \frac{C_3}{\sqrt{t-t^*}} = C_3 x^{-0.5} = C_3 x^{-\frac{1}{2}}$$

$y = \frac{C_1}{t-t^*}$	$y = C_4 * E^2$
$C_4 * E^2 = \frac{C_1}{t-t^*}$	
$E^2 = \frac{C_1}{C_4} \frac{1}{t-t^*}$	
$E^2 = \frac{C_3}{t-t^*}$, where $C_3 = \frac{C_1}{C_4}$	
$E = \frac{C_3}{\sqrt{t-t^*}} = C_3 x^{-0.5}$	

Radiation energy of the Universe, eV



Billions of years since the Big Bang Singularity

Анализ представленных выше данных позволяет предположить, что это действительно так. Наш анализ показал, что связь между временем, прошедшим после сингулярности Большого взрыва (в годах), и энергией излучения Вселенной (в эВ) может быть достаточно точно описана следующим уравнением:

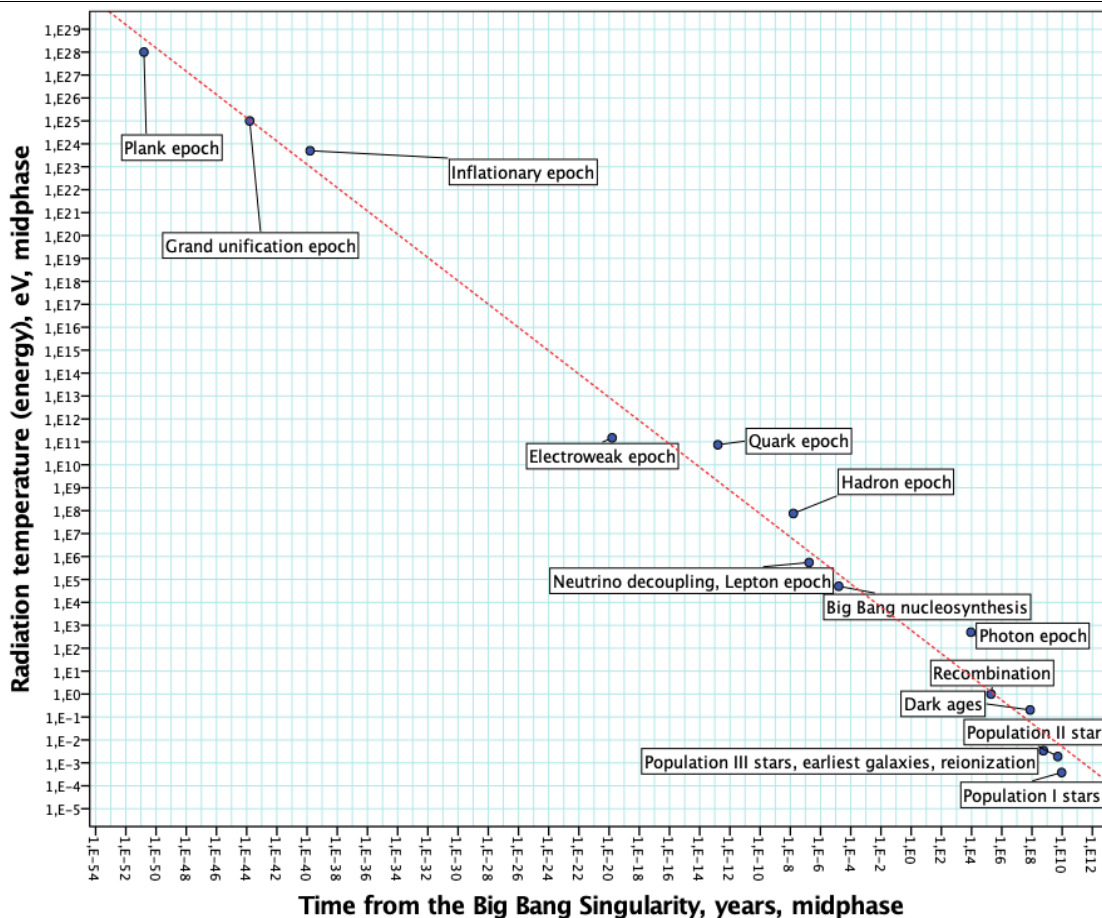
$$E = \frac{C_3}{\sqrt{t - t^*}}$$

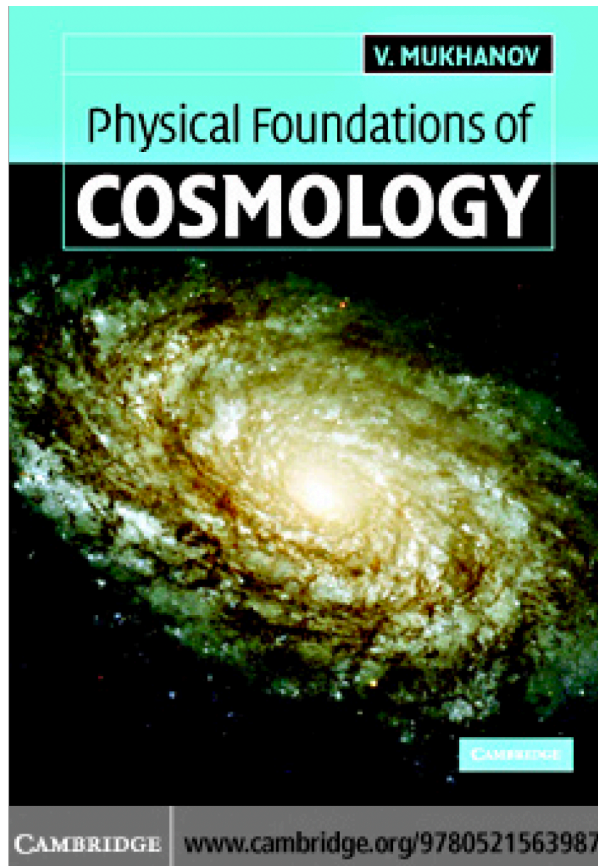
или

$$E = C_3 x^{-0.5},$$

где E – энергия излучения Вселенной (эВ); x (или $t - t^*$) – время, прошедшее с момента

Сингулярности Большого взрыва, а C_3 – константа.





Собственно говоря, эта связь хорошо известна в космологии и может быть получена из исходных уравнений Фридмана.

Это говорит о том, что гиперболическое замедление роста универсальной сложности после Большого взрыва было напрямую связано с гиперболическим замедлением остывания Вселенной после Большого взрыва, описываемым уравнением ниже:

$$E = \frac{C_3}{\sqrt{t - t^*}}$$

72

The hot universe

Problem 3.3 Dark energy with equation of state $w = -1/3$ leads to a term $\propto 1/a^2$ in the Friedmann equation (1.67). How can we nevertheless distinguish it from the spatial curvature term, k/a^2 , in an open universe?

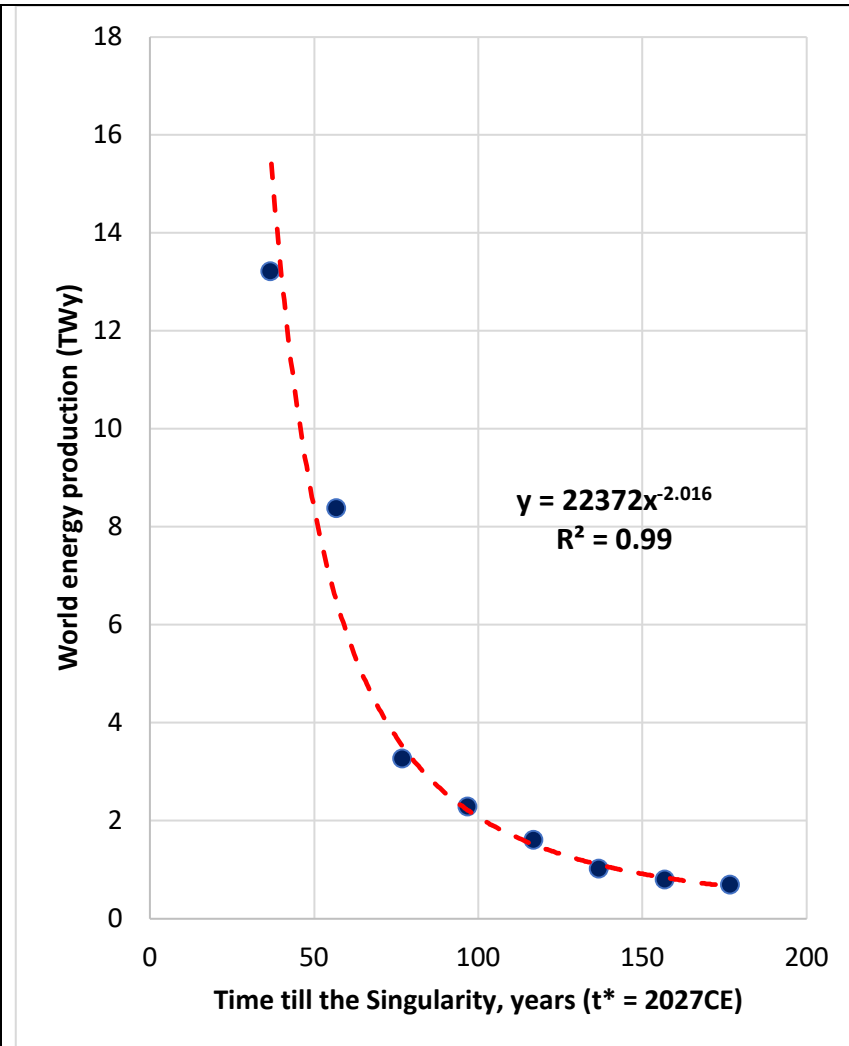
3.2 Brief thermal history

The temperature of the cosmic radiation decreases as the universe expands. It is unambiguously related to the redshift,

$$T_\gamma(z) = T_{\gamma 0}(1 + z), \quad (3.4)$$

and can be used as an alternative to time or redshift to parameterize the history of the universe. To obtain an estimate for the temperature expressed in MeV, at the time t measured in seconds, we can use the formula

$$T_{\text{MeV}} \simeq \frac{O(1)}{\sqrt{t_{\text{sec}}}},$$



Рассмотрим теперь связь между временем до сингулярности 21 века (в годах) и мировым производством энергии (в TWy), по оценкам Джона Холдрена.

Как мы видим, для модели глобального гиперболического ускорения мы находим квадратичную зависимость между производством энергии и временем до сингулярности, обратную той, которую мы видели в отношении замедления роста универсальной сложности после Сингулярности Большого взрыва:

$$E = \frac{C_6}{(t^* - t)^2}$$

Соответственно, связь между мировым производством энергии (E , TWy) и глобальной скоростью (биосоциального) эволюционного мегаразвития (y , фазовых переходов в год) описывается следующим уравнением:

$$y = C_5 \sqrt{E}$$

11 (566 + 11 = 577 = 9' 37)

Замедляющееся универсальное (космическое) мегаэволюционное развитие		Ускоряющееся глобальное (биосоциальное) мегаэволюционное развитие		Таким образом, корреляция между энергией и замедлением роста универсальной сложности демонстрирует поразительную симметрию (хотя и с определенными инверсиями) по сравнению с ускорением глобального эволюционного развития. В космической истории скорость роста универсальной сложности была пропорциональна квадрату энергии излучения Вселенной. В глобальной истории темпы роста глобальной сложности были пропорциональны квадратному корню мирового производства энергии.
Связь между временем, прошедшим после Сингулярности Большого взрыва ($t-t^*$, годы), и темпами универсального (космического) мега-эволюционного развития (y , фазовые переходы в год)	$y = \frac{C_1}{t - t^*}$	Связь между временем до Сингулярности XXI века (t^*-t , годы) и темпами глобального (биосоциального) мега-эволюционного развития (y , фазовые переходы в год)	$y = \frac{C_2}{t^* - t}$	
Связь между энергией (температурой) излучения Вселенной (E , эВ) и темпами универсального (космического) мега-эволюционного развития (y , фазовые переходы в год)	$y = C_4 * E^2$	Связь между мировым производством энергии (E , TWy) и темпами глобального (биосоциального) мега-эволюционного развития (y , фазовые переходы в год)	$y = C_5 \sqrt{E}$	

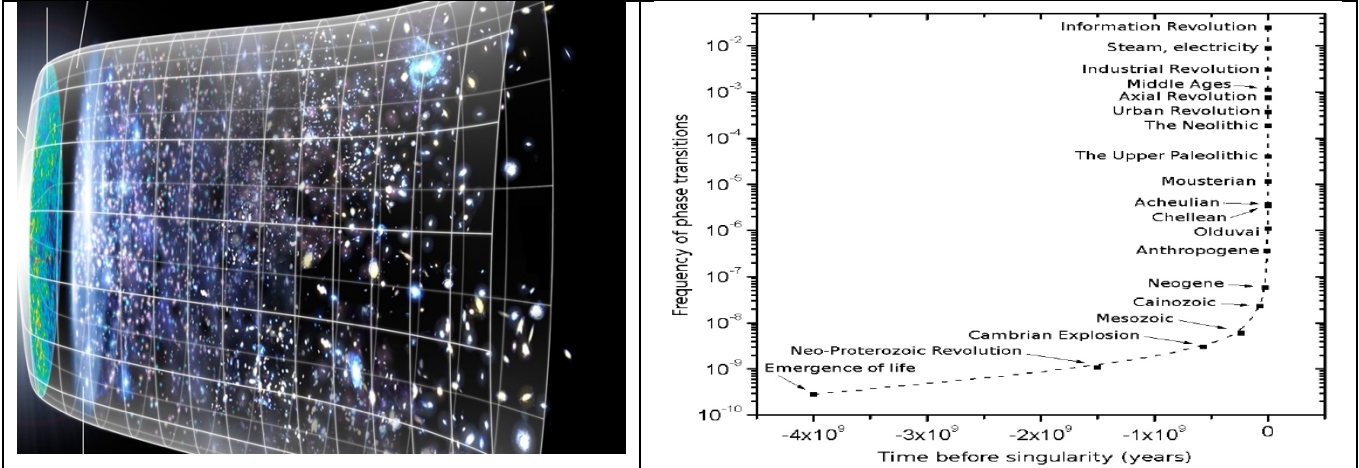
<p>Связь между временем, прошедшим после Сингулярности Большого взрыва ($t-t^*$, годы), и энергией (температурой) излучения Вселенной (E, эВ)</p>	$E = \frac{C_3}{\sqrt{t-t^*}}$	<p>Связь между временем до Сингулярности XXI века (t^*-t, годы) мировым производством энергии (E, TWy)</p>	$E = \frac{C_6}{(t^*-t)^2}$	<p>В космической истории удаление от Сингулярности Большого взрыва в n раз сопровождалось уменьшением энергии излучения Вселенной в \sqrt{n} раз. Таким образом, увеличение времени с момента Сингулярности в 4 раза было связано с падением энергии излучения Вселенной в 2 раза.</p>
<p>С другой стороны, в мировой истории приближение к Сингулярности XXI века в n раз было связано с ростом мирового производства энергии в n^2 раз. Таким образом, уменьшение времени до сингулярности в 4 раза было связано с увеличением мирового производства энергии в 16 раз.</p>				

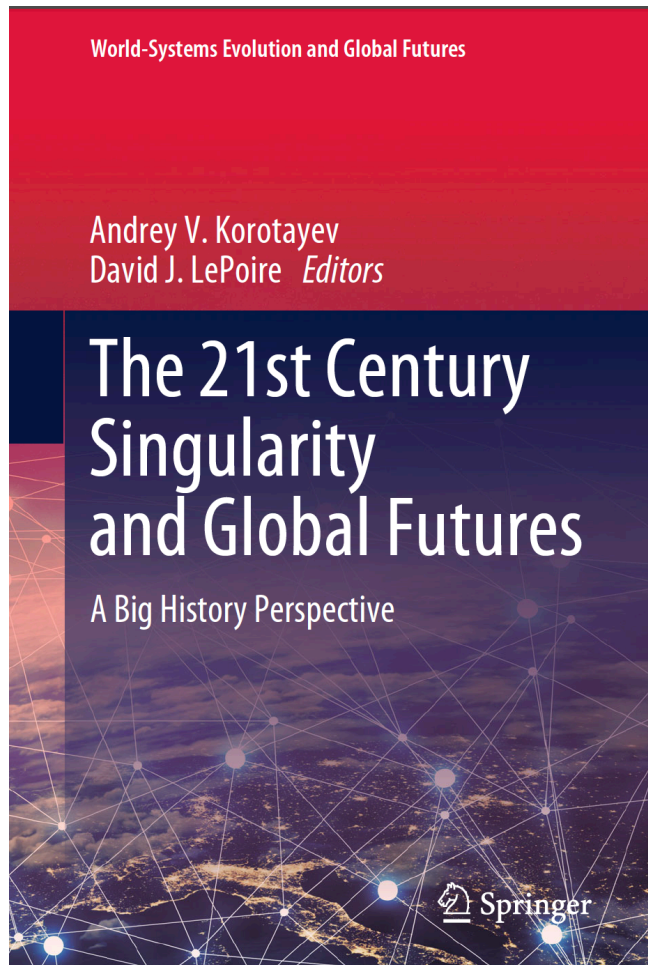
80 (577 + 80 = 657 = 10³ 57)

Конечно, эта презентация ставит больше вопросов, чем дает ответов.

Важнейшим из этих вопросов представляется следующий: почему основные закономерности гиперболического замедления вселенского роста сложности после Большого взрыва оказываются столь поразительно похожими на закономерности глобального гиперболического ускорения роста сложности, если их механизмы настолько разные?

$$24 (657 + 24 = 681 = 11 \cdot 21)$$





С одной стороны, было показано, что глобальное гиперболическое ускорение роста планетарной сложности последних 4 миллиардов лет, по-видимому, была сгенерировано эндогенной положительной обратной связью второго порядка между сложностью глобальной биосоциальной системы и скоростью роста ее сложности:

чем сложнее глобальная биосоциальная система, тем меньше времени ей требуется, чтобы совершить следующий скачок сложности.

Было показано, что если это записать математически, такая положительная обратная связь второго порядка производит именно эффект гиперболического ускорения.

С другой стороны, гиперболическое замедление темпов роста универсальной сложности после Большого взрыва, по-видимому, было вызвано экзогенно гиперболическим замедлением охлаждения Вселенной после Большого взрыва: чем медленнее происходило это охлаждение, тем медленнее росла универсальная сложность – таким образом, гиперболическое замедление остывания Вселенной после Большого взрыва привело к гиперболическому замедлению темпов роста универсальной сложности после Большого взрыва.

После сингулярности Большого взрыва рост сложности Вселенной был очень тесно связан с ее охлаждением.

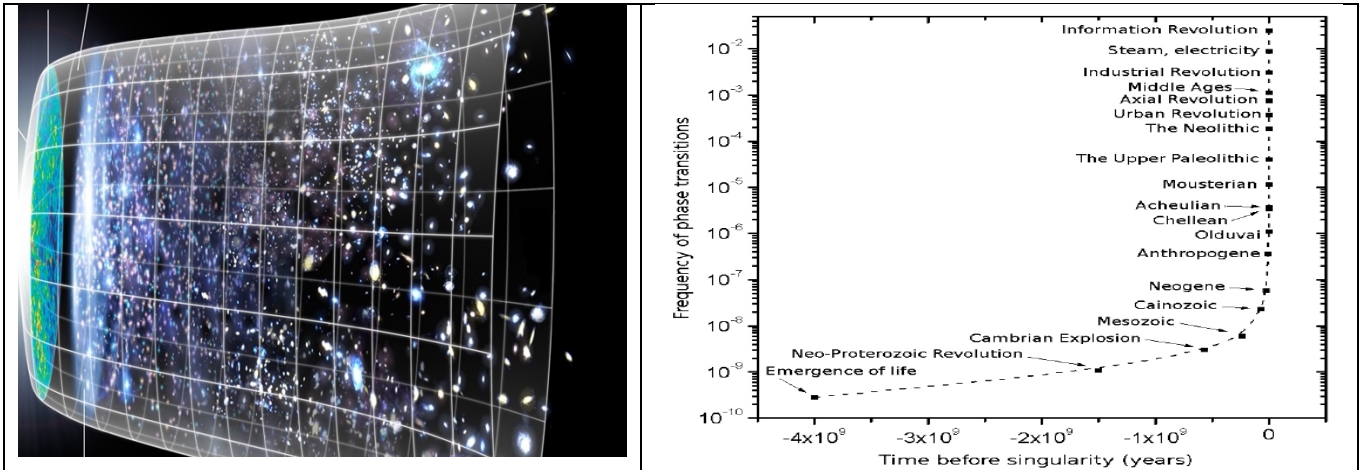
Именно это охлаждение позволило возникнуть во Вселенной все более и более сложным образованиям – кваркам, затем адронам, затем атомным ядрам, затем атомам, затем молекулам.

В самом начале охлаждения Вселенной происходило очень быстро, и сложность Вселенной росла чрезвычайно быстро (с несколькими фазовыми переходами буквально в течение первой секунды после Сингулярности Большого взрыва).

Затем охлаждение Вселенной замедлилось, что вызвало замедление роста сложности Вселенной.

Как мы видели, замедление охлаждения Вселенной происходило по гиперболическому закону, и неудивительно, что гиперболическое замедление охлаждения Вселенной после Сингулярности Большого взрыва обусловило гиперболическое замедление темпов роста универсальной сложности.

Тем не менее, эти, казалось бы, столь разные механизмы, по-видимому, создают поразительно схожие модели гиперболического замедления/ускорения.
Конечно, это обстоятельство требует дальнейших исследований.



Спасибо за внимание!