

Раздел II. FROM BEING TO BECOMING

**Сценарии возникновения
существующих объектов природы**

концепция ЭВОЛЮЦИИ

Часть I

Человек изучал Вселенную с древних времен

Solar observatory Stonehenge (England)
(3000 years BC)

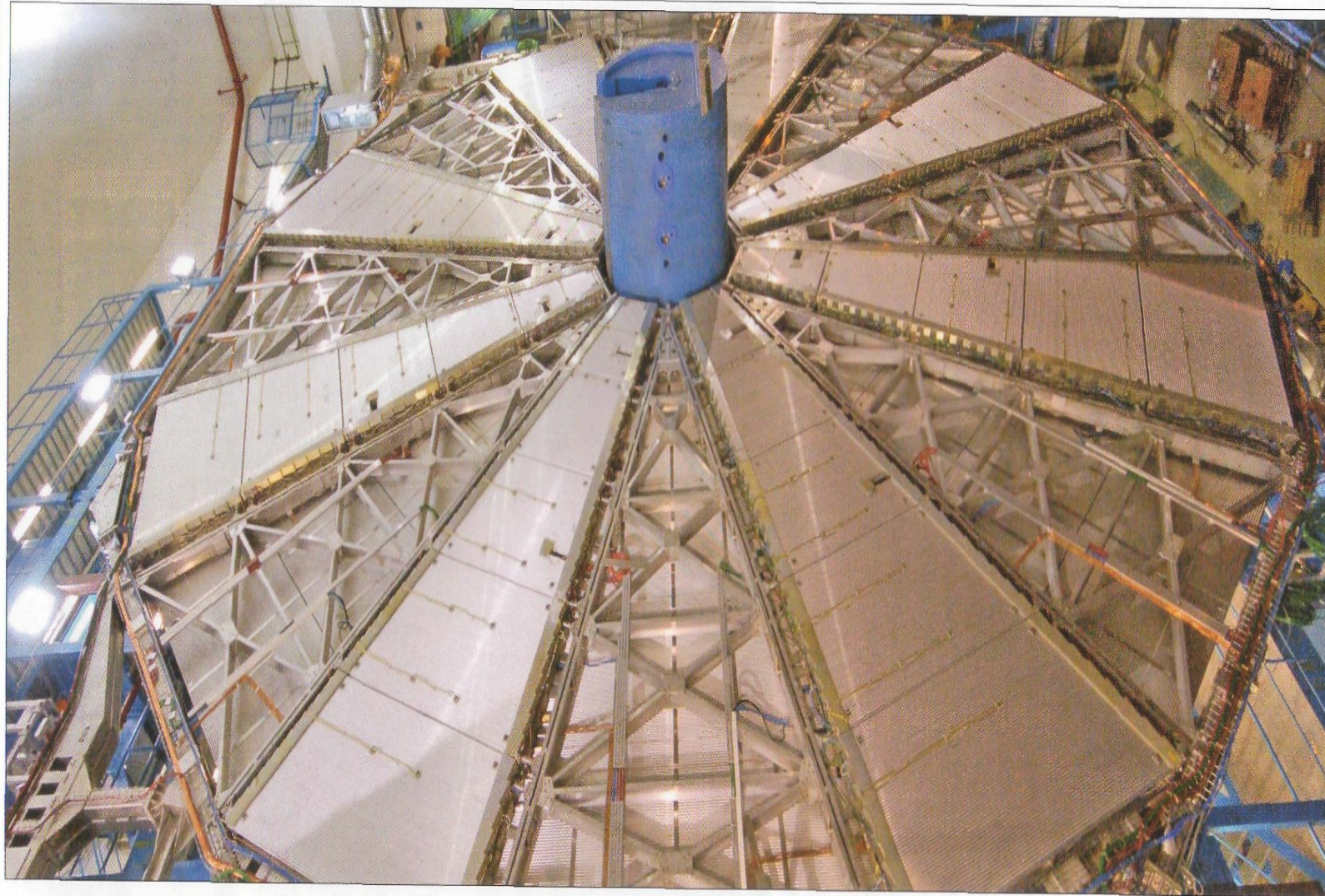


Древнее сооружение (4-5 тыс. лет до н.э.), вблизи деревни Glassbury неподалёку от Stonehenge (England



Хорошо видны правильные геометрические контуры в виде круга, воспроизводящие астрономические представления человека эпохи неолита

- Современный солнечный телескоп (ЦЕРН)



СОВРЕМЕННЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ ТЕЛЕСКОП (ЦЕРН, ЖЕНЕВА)



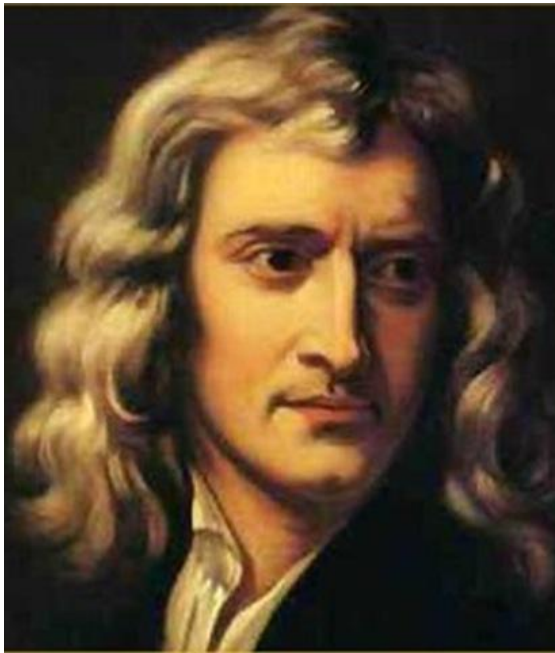


Как человек изучает Вселенную сегодня?

Рис. 19. Схематические изображения улучшения угловой разрешающей способности карт РИ, полученных в экспериментах COBE DMR, WMAP и ожидаемая карта в эксперименте Planck [69].

ДВЕ ПАРАДИГМЫ

НЬЮТОНОВА парадигма
БЫТИЯ



**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
СУЩЕСТВУЮЩЕГО
(БЫТИЕ ПРИРОДЫ)**

ДАРВИНОВА парадигма
ЭВОЛЮЦИИ



**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
ВОЗНИКАЮЩЕГО
(ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДЫ)**

НЬЮТОНОВА

ПАРАДИГМА:

обратимость
прошлого и будущего
эквивалентность
прошлого и
будущего

Симметрия ХОДА
ВРЕМЕНИ $t \rightarrow -t$
«стрела времени»
может быть обращена
назад



ДАРВИНОВА

ПАРАДИГМА:

неповторимость
прошлого т.е.
однонаправленность
событий «жизненного»
цикла системы

«Стрела» времени имеет
одно направление -вперёд



ВРЕМЯ – КОНТРОЛЕР ИЗМЕНЕНИЙ

ХОД ВРЕМЕНИ РЕГИСТРИРУЕТСЯ
ПО ИЗМЕНЕНИЯМ В ОБЪЕКТЕ

Стрела времени

Законы физики в рамках Ньютоновой парадигмы допускают возможность «обращения» знака времени, т.е. возможность прямого и обратного течения процессов.

Однако в реальности происходит множество явлений, реализация которых в обратном направлении невозможна. Строго говоря, она не запрещена законами физики, но имеет очень малую вероятность.

Пример: упавшая со стола и разбившаяся шашка не имеет шансов снова оказаться на столе целой и невредимой.

Стрела времени – это образное и наглядное графическое изображение однонаправленности хода времени в реальных процессах

Это понятие применимо к процессам эволюции (*от лат. evolutio — развёртывание*), в широком смысле — **СИНОНИМ** развития; процессы изменения (*лреим. необратимого*), протекающие в живой и неживой природе, а также в социальных системах. Э. может вести к усложнению, дифференциации, повышению уровня организации системы (*прогрессивная Э., прогресс*) или же, наоборот, к понижению этого уровня (*регресс*); возможна также Э. при сохранении общего уровня или высоты организации (*Э. геологич. систем, языков*). Термин «Э.» чаще всего применяется для обозначения многоаспектного развития биологич. объектов, регулируемого ест

Вся совокупность наблюдательных данных и их теоретических объяснений свидетельствует о том, что в естествознании в целом (применительно к объектам живой и неживой природы) **невозможно исключить эволюционные представления.**

В 20 веке в естествознании восторжествовала парадигма Дарвина. Эволюционные идеи, рождённые в биологии, проникли в космологию, физику, химию, геологию и др. естественные науки.

При этом **парадигма Ньютона** сохранила свою значимость для интерпретации «бытия» природы.

Развитие через бифуркации

В своем развитии диссипативная структура проходит через состояния, в которых **точный прогноз ее поведения на отдаленное будущее невозможен.**

Эти состояния – точки **бифуркации**

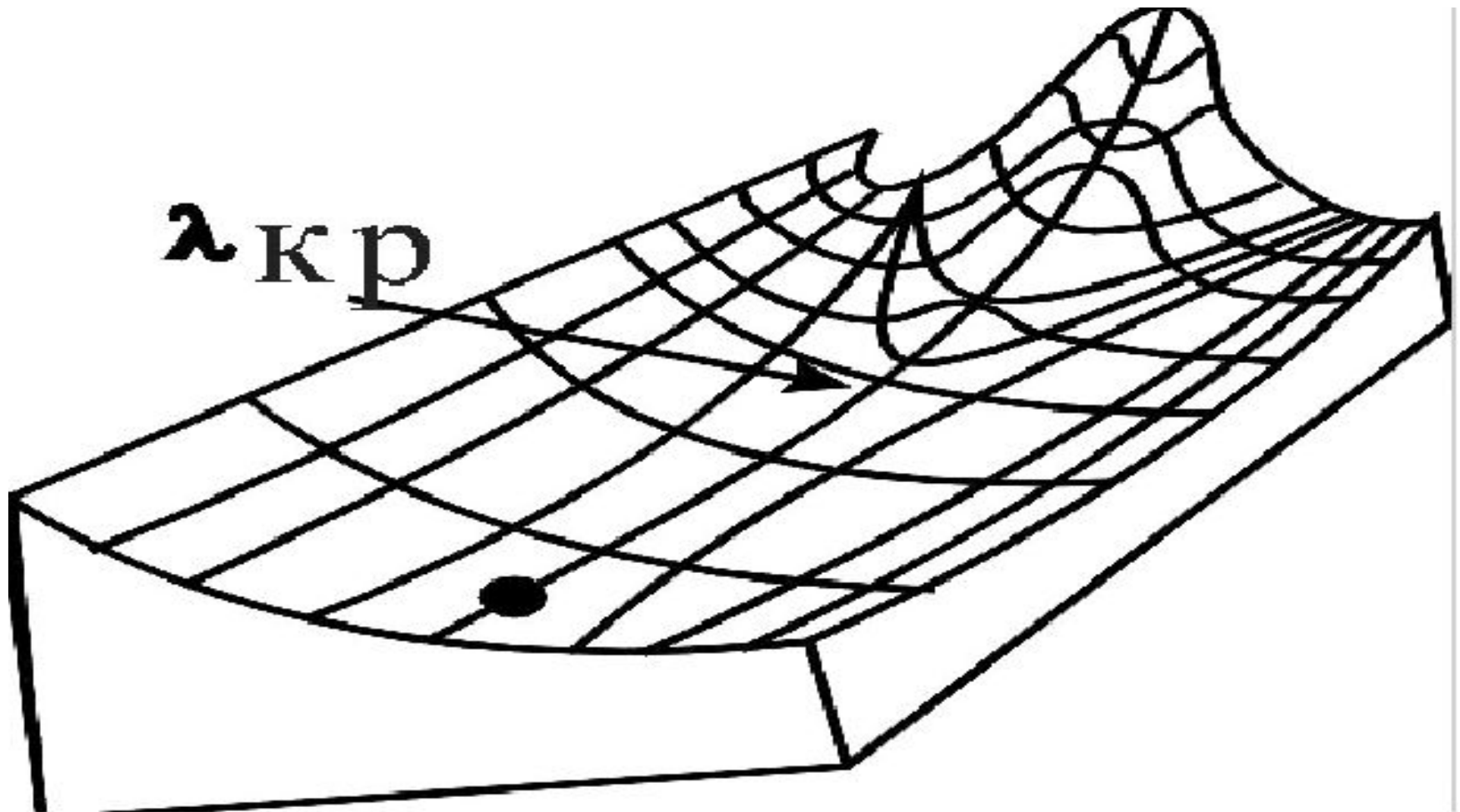
В. Васнецов. Витязь На распутье, 1882 г.

([Холст](#)Холст, [Масло](#)) [Государственный Русский музей](#)Государственный Русский музей, [Санкт-Петербург](#)



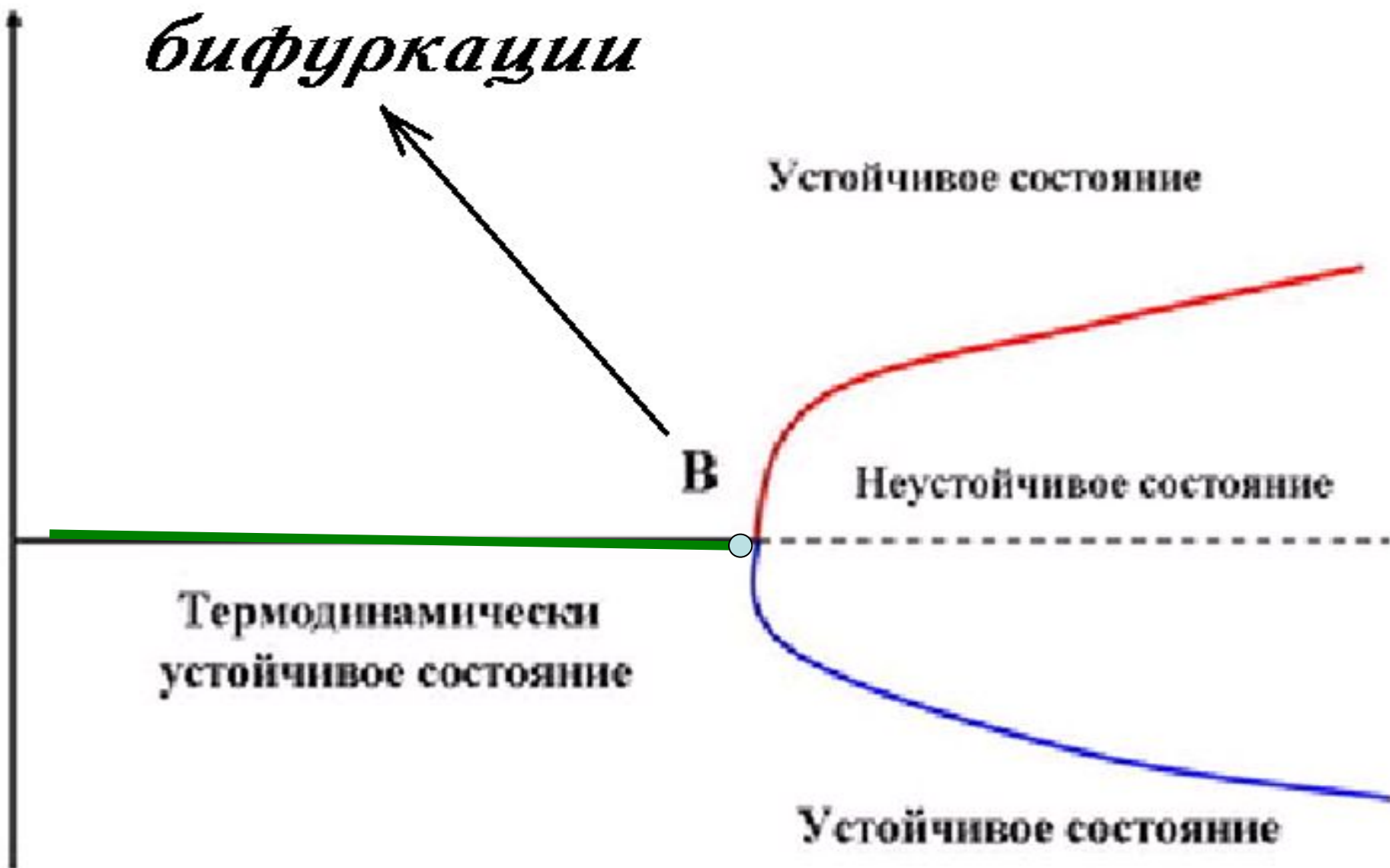
- «Выбор» дальнейшего сценария развития системы в точках бифуркации определяется **случайными факторами** – стохастическим воздействием окружения.

Mechanical illustration of the phenomenon of bifurcation



КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ СТРЕЛА ВРЕМЕНИ

B - точка бифуркации



Устойчивое состояние

B

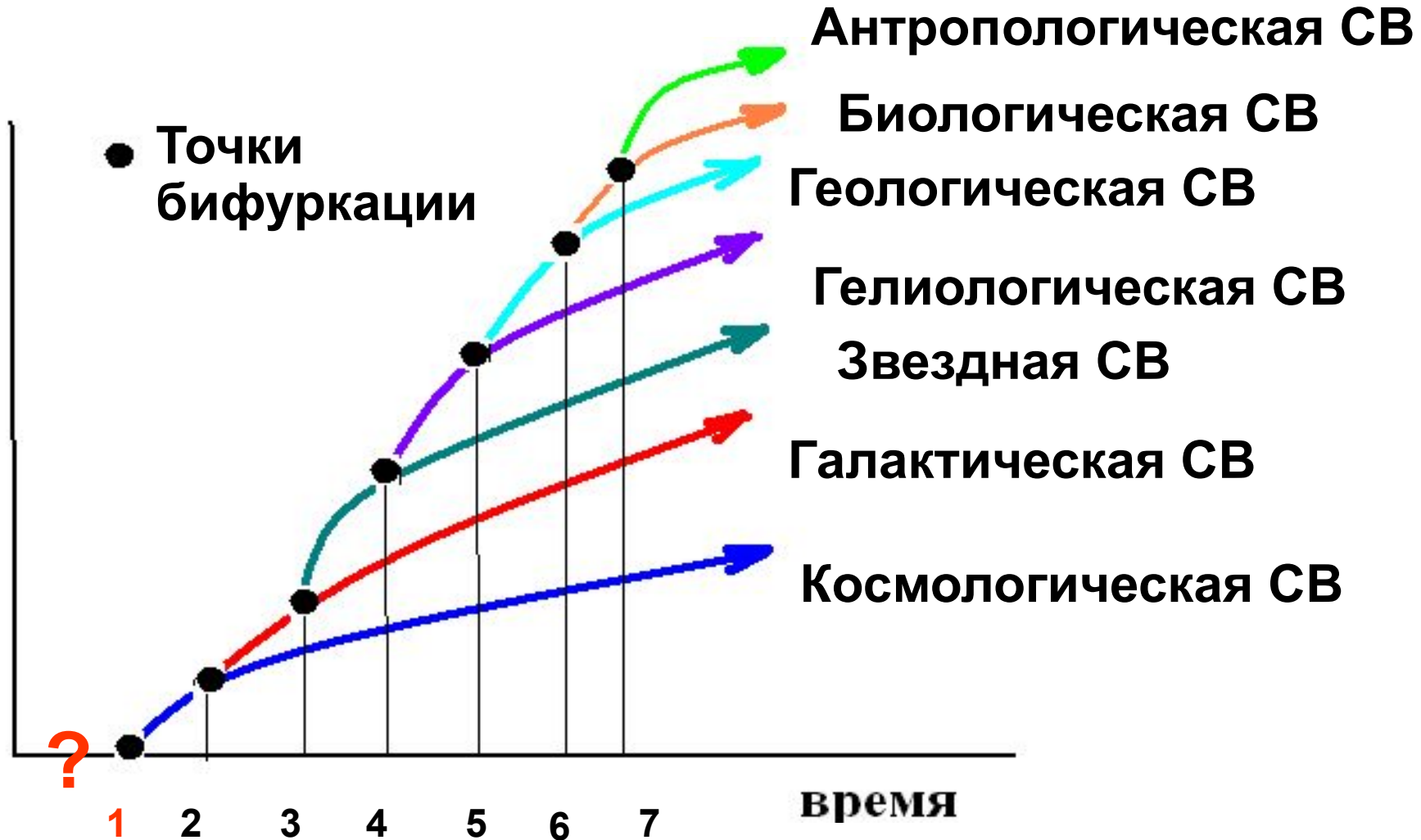
Неустойчивое состояние

Термодинамически
устойчивое состояние

Устойчивое состояние

«стрелы времени» (СВ)

в истории возникновения основных объектов Вселенной

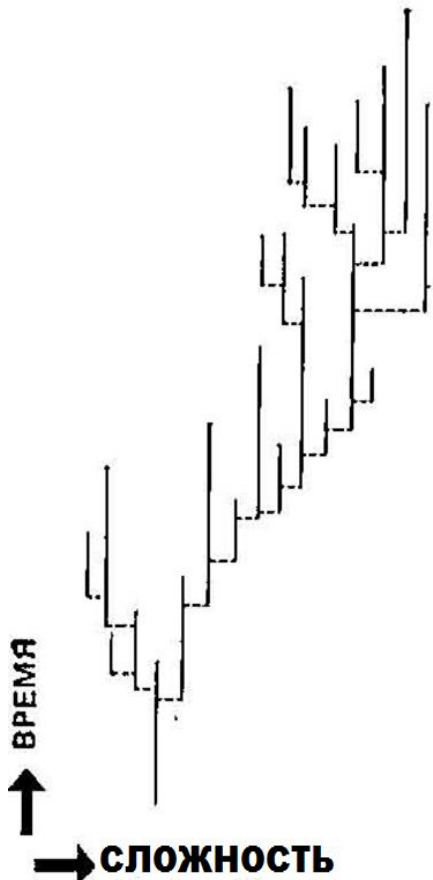


Эволюция Вселенной и самоорганизация

✓ Эволюция – это череда скачкообразных, резких изменений состояния объекта, разделенных периодами плавного изменения свойств и признаков объекта

Состояния, в которых происходят ветвления, называются точками бифуркаций (от англ. *befork* – двойная вилка).

В точках бифуркации существуют несколько сценариев дальнейшего развития событий, реализация которых определяется совокупностью случайных факторов.



Самоорганизация- лишь один из возможных сценариев эволюции нашего мира.

Эволюция нашей Вселенной в целом имела специфический механизм, в котором наряду с самоорганизацией особую роль играла УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИЛА ГРАВИТАЦИИ

Модель Вселенной по Ньютону

Характер движения космических тел определяется тяготением, проявляющимся исключительно в форме притяжения.

Вселенная неизменна во времени – она стационарна, но неустойчива;

Вселенная бесконечна (НЕТ ЦЕНТРА, КУДА БЫ СВАЛИЛОСЬ ВСЕ, ЧТО НАХОДИТСЯ НА ПЕРИФЕРИИ!)

После Ньютона - борьба идей

- Стационарна?
- Только тяготение?
- Бесконечна, т.е. неограничена?
- Нестационарна?
- Притяжение и отталкивание?
- Конечна, но неограничена?

модель Вселенной ПО ЭЙНШТЕЙНУ

Вселенная ОДНОРОДНА, изотропна (В
СРЕДНЕМ)

Под действием только гравитации ОНА не
МОЖЕТ БЫТЬ стационарной

Для стационарности кроме **гравитации**
(притяжения) нужно отталкивание. Он
ввел в уравнение компенсирующий член Λ
- характеристику силы «отрицательной»
гравитации.

$$F(r) = \Lambda r m c^2$$

Эта сила отталкивания зависит только от массы m
отталкивающегося тела и его координаты r

Вселенная по Александру Фридману

- Галактики разбегаются, Вселенная расширяется
- Причина разбегания – космический взрыв, гигантские начальные скорости
- **Λ – член, введенный А. Эйнштейном и объясняющий отталкивание, не нужен)¹⁾**
- В момент взрыва ($t = 0$) плотность вещества Вселенной бесконечно велика
- Это миг «рождения» мира, т.е пространства и времени



А.Фридман

1888-1925,
Россия

Георгий ГАМОВ

Автор трех открытий, за которые Нобелевские премии получили другие:

-- теория радиоактивного α -распада.

- предсказано реликтовое излучение, возникшее в момент Большого Взрыва в его модели «горячей Вселенной».

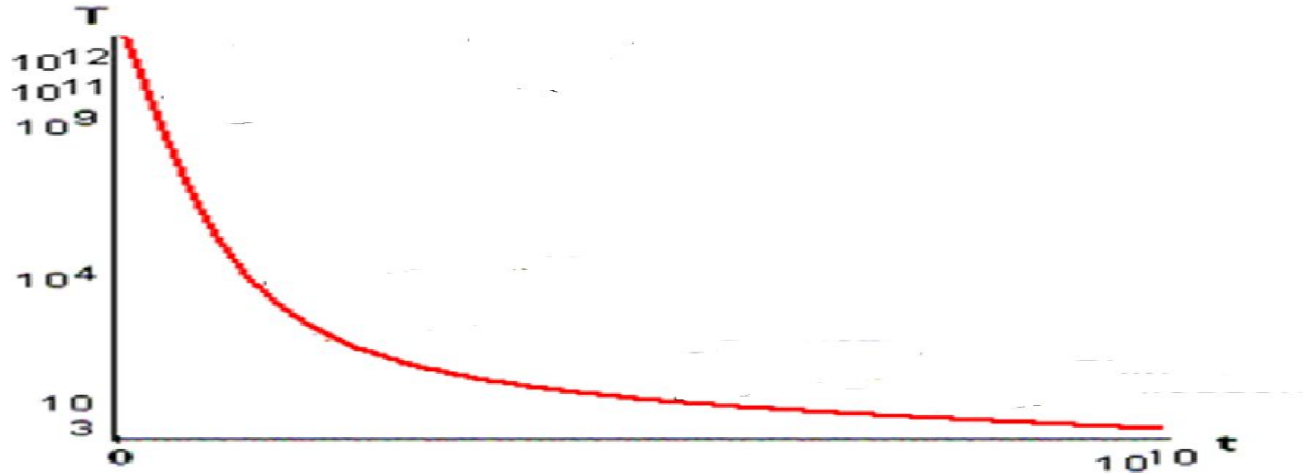
- предложен генетический код, состоящий из 20 нуклеиновых кислот, специфичных для всего живого. Каждая из них кодируется трехбуквенным «словом» (кодоном) с помощью «алфавита из четырех «букв» - А,Т,Г,Ц



1904 – 1068

Одесса – США

Вселенная по Георгию ГАМОВУ



Зависимость температуры Вселенной от времени

- ЮНАЯ Вселенная БЫЛА ОЧЕНЬ ГОРЯЧЕЙ И ИСПУСКАЛА ИЗЛУЧЕНИЕ
- ПО МЕРЕ РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ ИЗЛУЧЕНИЕ БЫСТРО ОХЛАЖДАЛОСЬ

Модели 90-х г.г. 20 века- Сол Перлмуттер и Брайан Шмидт

- **Λ – член нужен!** Он связан с антигравитацией, которая доминирует уже миллиарды лет!
- Она порождается той самой «темной» энергией, которая обнаружена недавно
- Это своеобразный скульптор Вселенной



Период раннего детства Вселенной (после Большого взрыва)

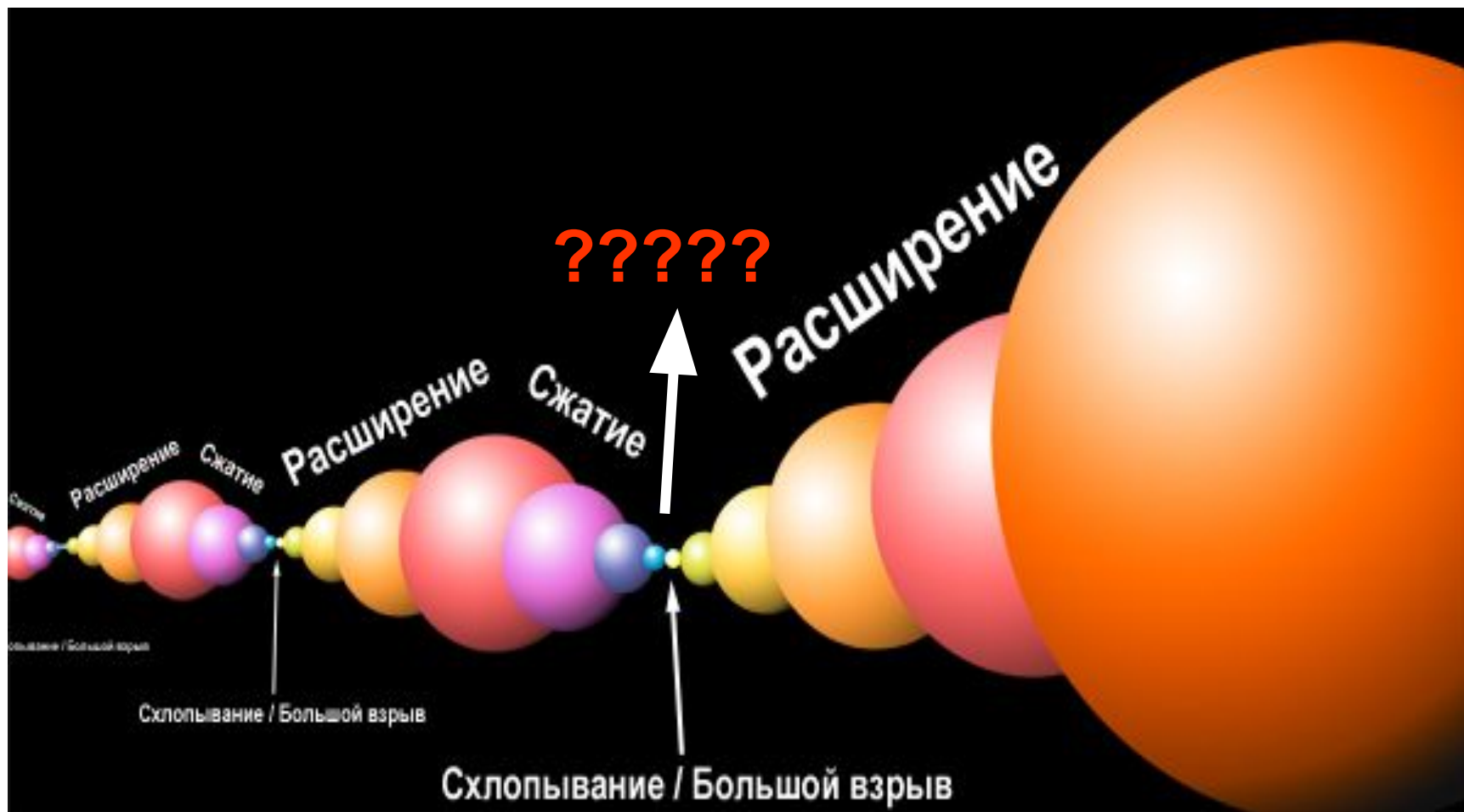


Большой взрыв (БВ)

- Это модель, в которой есть условный нуль времени – как бы «акт творения»
- Чтобы БВ произошел, нужно, чтобы нечто существовало и до него,
- Модель БВ об этом умалчивает!

Все это указывает на то, что теория Большого взрыва неполна. Надо строить теорию «пренатальной» истории Вселенной

Было ли что-нибудь до БВ? Что взорвалось? Одна из гипотез - пульсирующая Вселенная, когда чередовались этапы сжатия и расширения..



ИТАК, НАДО ИСКАТЬ ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ::

- **Что** было до Большого взрыва?
- **Почему** наше пространство имеет нулевую кривизну и верна геометрия Евклида,
 - **Отчего** нынешние размеры нашей Вселенной гораздо больше предсказываемого теорией 1см?
- **Почему** Вселенная однородна, в то время как при любом взрыве вещество разлетается в разные стороны крайне неравномерно?
- **Что** привело к начальному нагреву Вселенной до невообразимо высокой температуры более 10^{13} К?

В качестве того, что было до Большого взрыва, предложена **гипотеза инфлатонного поля – ИП** (от слова «инфляция (*раздувание*)).

Понять особенности поведения ИП помогает следующая аналогия.



Некто слепил снежок и выпустил его из рук.

Снежок покатился вниз, увеличиваясь в размерах. Скоро он превратится в огромный ком. Если склон заканчивается пропастью, то он полетит в нее со все более увеличивающейся скоростью.

Достигнув дна, ком ударится о дно пропасти и разобьётся на осколки, которые разлетятся во все стороны (часть кинетической энергии кома при этом пойдет на нагрев окружающей среды и разлетающегося снега).

Вначале ИП однородно заполняло собой все пространство (как снег на горе)..

Потом случайно в нём возникла **флуктуация** размером около 10^{-33} см (слепили снежок!).

После этого область, занятая флуктуацией, начинает **увеличиваться** в размерах сначала медленно, а затем всё быстрее (снежок становится комом снега),

Приенительно к Вселенной её рост на этом этапе произошёл почти мгновенно, он продолжался всего **10^{-35} секунды**. Но этого времени оказалось достаточно, чтобы диаметр Вселенной возрос как минимум в 10^{27} раз и к окончанию инфляционного периода наша Вселенная приобрела размер примерно 1 см.

При этом инфлатонное поле стремится к положению с минимальной потенциальной энергией (аналогия - снежный ком покатился, его потенциальная энергия уменьшается).

Инфляция имела место лишь на **начальной стадии** формирования Вселенной и закончилась, когда энергия ИП достигает минимума (дальше падать некуда).

Далее эта энергия переходит в энергию разлетающихся частиц и фотонов. В это время происходит колоссальный нагрев Вселенной.

Как раз **этот момент** сегодня и называется **Большим взрывом (БВ)**.

Оценки дают, что , в конце инфляции (через 10^{-35} сек после начала) малая флуктуация ИП («кусочек» размером 10^{-35} м и массой 10^{-5} г) может произвести всю материю и излучение Вселенной

Получается, что наш мир возник практически из «ничего», т.е. из ничтожно малого «нечто» (если исходно в качестве этого «нечто» рассматривать инфлатонное поле)!

? Как могли поместиться в чрезвычайно малом объёме исходной флуктуации все частицы и объекты, из которых сегодня состоит мир?

ОТВЕТ: Исходно, их там и не было. Простейшие частицы только родилось в тот период, когда инфлатонное поле достигло минимума потенциальной энергии, т.е. в момент Большого взрыва. Процессы, приводившие к образованию более сложных структур, происходили уже в дальнейшем .

? Куда же потом (после БВ) делось инфлатонное поле?

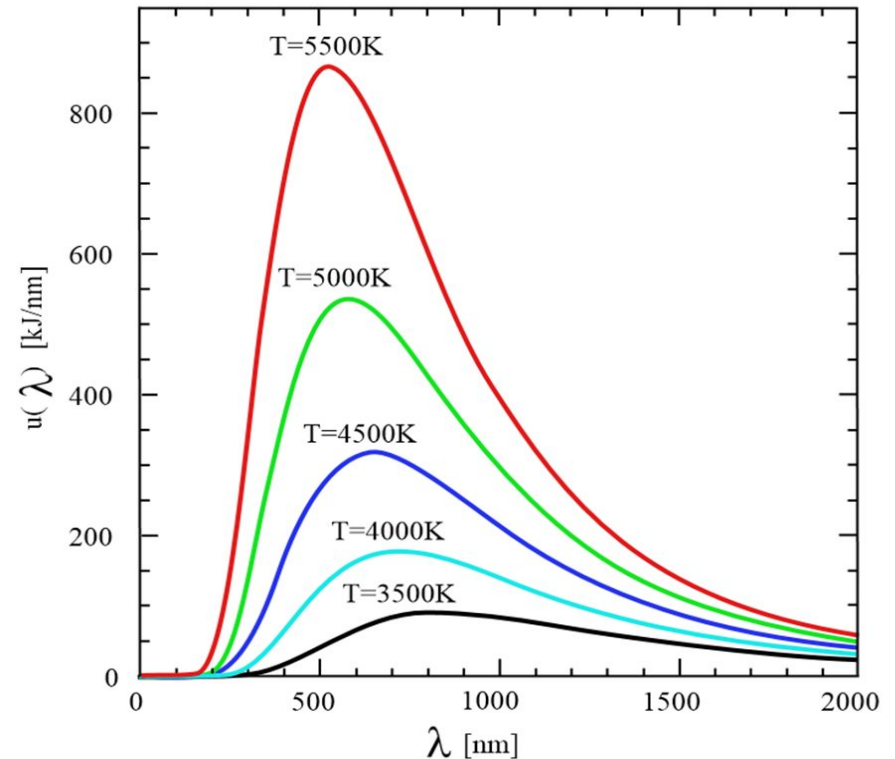
ОТВЕТ: Предположительно, оно сохранилось до настоящего времени, и есть гипотеза о том, что тёмная энергия как раз обусловлена его присутствием!

Температура Вселенной



- измеряется не термометром, а по спектру ЭМИ, испущенного космическими объектами.

Форма кривой распределения энергии в спектре излучения существенно зависит от температуры излучателя. Измерения распределения энергии в реликтовом излучении позволяют восстановить информацию о его температуре.



Как выглядела Вселенная после рождения?

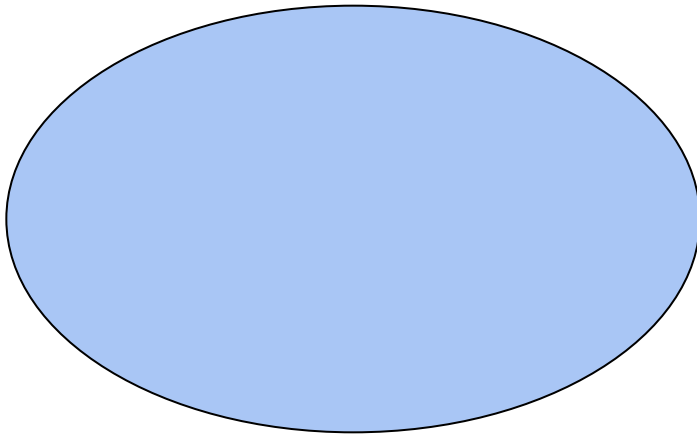
К счастью, до нас дошло **реликтовое излучение**, оставшееся от тех жарких денёчков, когда юная Вселенная была еще очень горячей и испускала излучение.



Сегодня его можно наблюдать в TV-приёмнике с выключенной антенной как помехи в виде «снега» (паразитный шум) с длиной волны 7,35 см (микроволновый диапазон)

Картина РАННЕЙ Вселенной (3 минуты от роду)

Физики изучают микроволновый спектр реликтового излучения и по нему воссоздают картину нашей Вселенной в её раннем детстве!



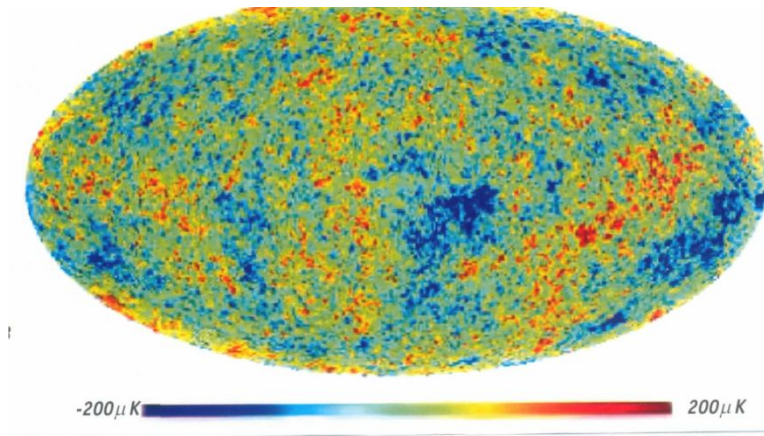
Согласно первоначальным наблюдательным данным (1993 г.), микроволновое реликтовое излучение **изотропно, т.е. имеет одинаковые характеристики во всех** направлениях,

и имеет температуру **$T = 2,725 \text{ K}$**

Очень малые изменения плотности материи, имевшие место во Вселенной, оставили **отпечаток на равномерном фоне реликтового излучения в форме флуктуаций температуры, которые также были обнаружены экспериментально.**

Малые флуктуации температуры порядка тысячной доли процента были обнаружены в 2003 г. и произвели сенсацию в научном мире.

Уточнённая артина РАННЕЙ Вселенной (3 минуты от роду)



Красным обозначены области с более высокой температурой.
Относительная флуктуация
 $\delta T/T \approx 10^{-5}$

Но эти мелкомасштабные неоднородности оказались очень существенны для дальнейшей судьбы Вселенной. Их можно рассматривать как **зародыши звёзд и галактик, которые образовались позже.**

К моменту окончания инфляции размер юной Вселенной был всего около 1 см. Сейчас ее размер вырос более, чем в 10^{60} раз.

Это можно объяснить тем, что расширение продолжалось, но уже не столь стремительно, как при ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ инфляции.

Факт расширения был экспериментально зафиксирован более 70 лет назад.

Закон этого расширения предложен Э. Хабблом.

Согласно Э.Хабблу, ТКАНЬ ПРОСТРАНСТВА как бы РАСТЯГИВАЕТСЯ подобно раздуванию воздушного шарика.

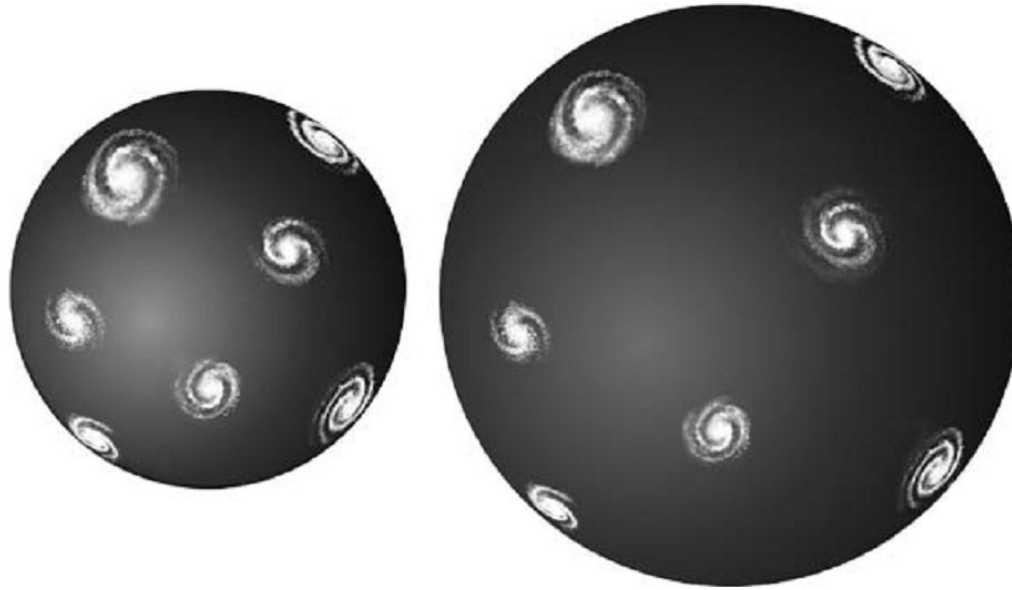
Вселенная по Эдвину Хаббл

- После БВ Вселенная **продолжает расширяться** – она нестационарна! Галактики **разлетаются тем быстрее, чем они дальше друг от друга**



1889-1953, США

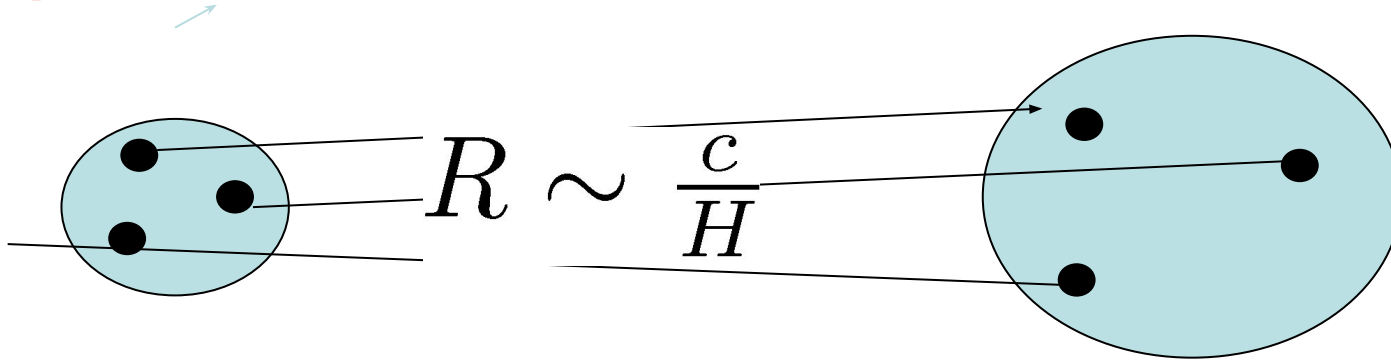
Его имя носит космический телескоп – 1990 г.



При расширении все расстояния между объектами (галактиками и скоплениями галактик) возрастают пропорционально. При этом размеры самих объектов не изменяются, т.к они находятся под действием сил гравитации.

Согласно Эдвину Хаббл,

скорость разбегания галактик C пропорциональна их расстоянию до Земли



Здесь C – скорость разбегания,
 R – расстояние. от Земли,
 H - постоянная Хаббла

Полагая, что $R = c\tau$, отсюда можно оценить возраст Вселенной τ :

$$\tau = \frac{1}{H} = 13,7 \cdot 10^9 \text{ лет, что хорошо согласуется с другими результатами}$$

Теория рождения мира на основе ИП позволяет ответить на вопрос, почему пространство Вселенной плоское?

- При «спокойном» расширении Вселенной после БВ все исходные «неровности» сглаживаются.**
- Пространство становится плоским (т.е. приобретает нулевую кривизну), так что на большом масштабе в нём справедлива геометрия Евклида!**

Как происходило расширение?

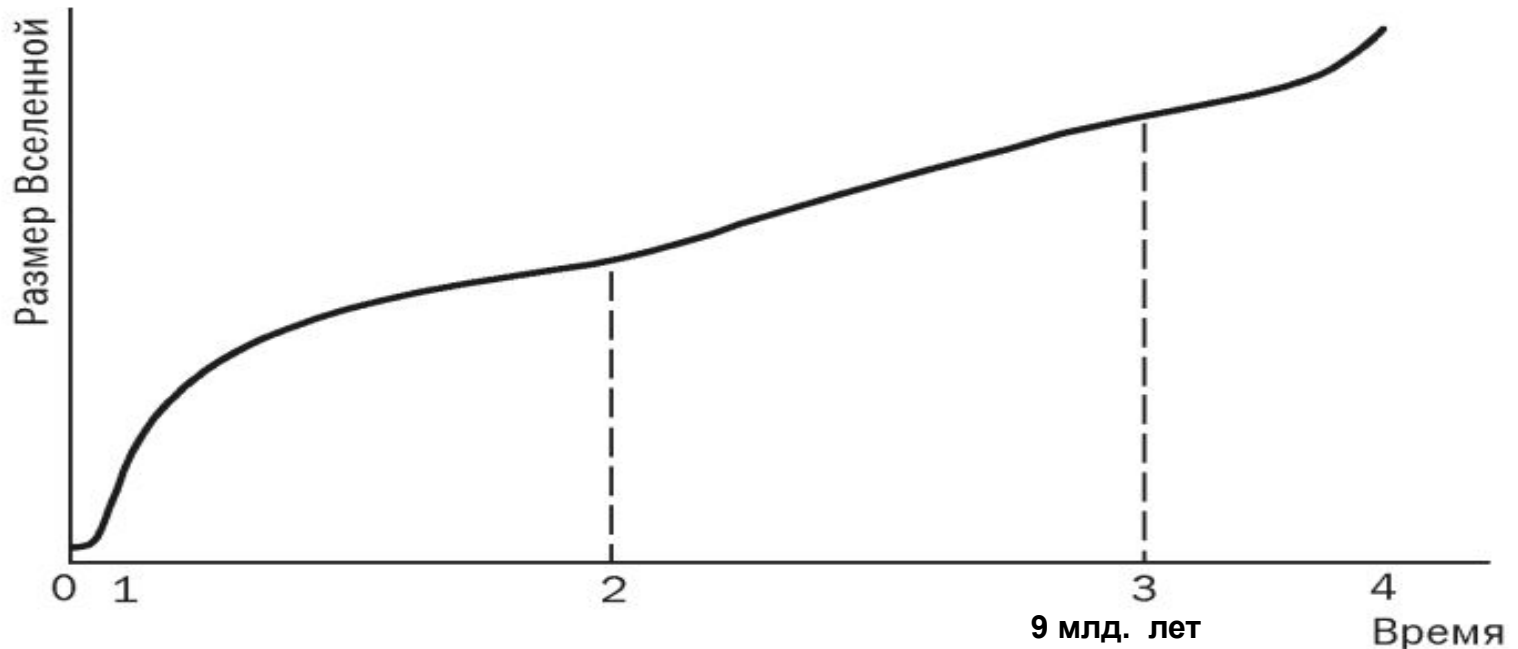
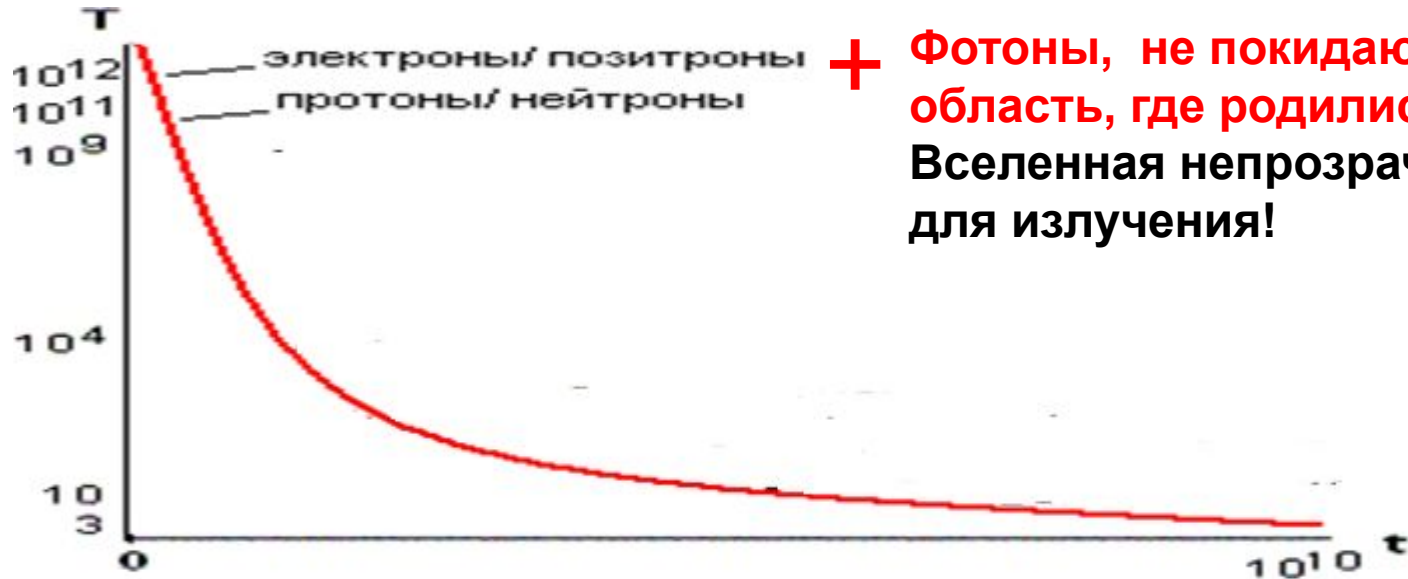


Иллюстрация процесса расширения Вселенной со временем:

0-1 инфляция; потом: 1-2 доминирование излучения;
2-3 доминирование материи; 3-4 (сейчас)
доминирование темной энергии

Чем сопровождалось расширение ?



При сверхвысокой температуре вначале были только фотоны, но никакие структуры не возникали. С ее уменьшением на стадии 2-3 (предыдущий слайд) рождались заряженные частицы, так что за счёт хаотических столкновений **между ними и фотонами** установилось **тепловое равновесие**.

Чем сопровождалось расширение ?



С рождением атомов Вселенная стала прозрачной для фотонов, остывших до $T=2,7$ К – реликтовое излучение вырвалось наружу. Началась эра доминирования материи

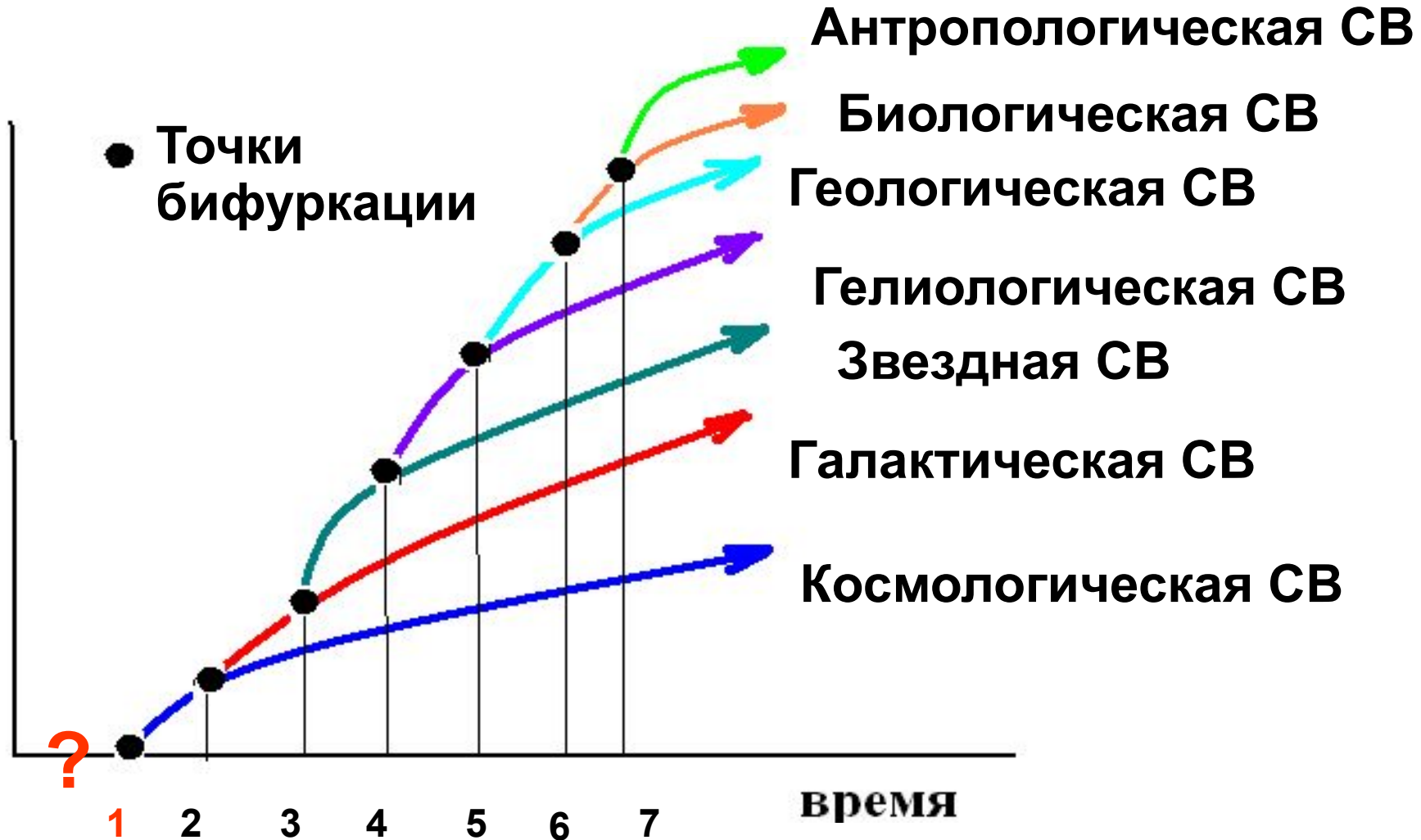
Затем возникли ядра атомов - нуклеосинтез; потом уже атомы и молекулы, Далее из флуктуаций плотности вещества под влиянием гравитации родились планеты, звезды, галактики и, наконец, разумная жизнь.

КОНЦЕПЦИЯ ЭВОЛЮЦИИ

1. Реальные события происходят в необратимом времени.
2. Течение событий происходит от прошлого к будущему (стрела времени).
3. Система приобретает определенную структуру и усложняется, ее энтропия падает $\Delta S \leq 0$
4. Это возможно при самоорганизации (в открытых диссипативных структурах), а также под действием сильной гравитации в период расширения Вселенной.
5. Процессы эволюции происходят в живой и неживой природе.

«стрелы времени» (СВ)

в истории возникновения основных объектов Вселенной



1. Космологическая СВ - 13,7 млрд. лет назад. Условное «начало» - Большой взрыв

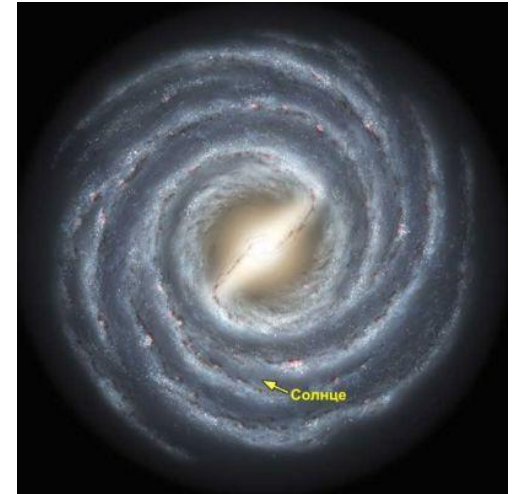
- 10^{-43} сек. после взрыва:
фотоны и плазма элементарных частиц (кварки, нуклоны, e^- , e^+)
- $4 \cdot 10^5$ лет после взрыва :
атомарное вещество: H, D, He
и разделение вещества и ЭМИ

2. Галактическая СВ:

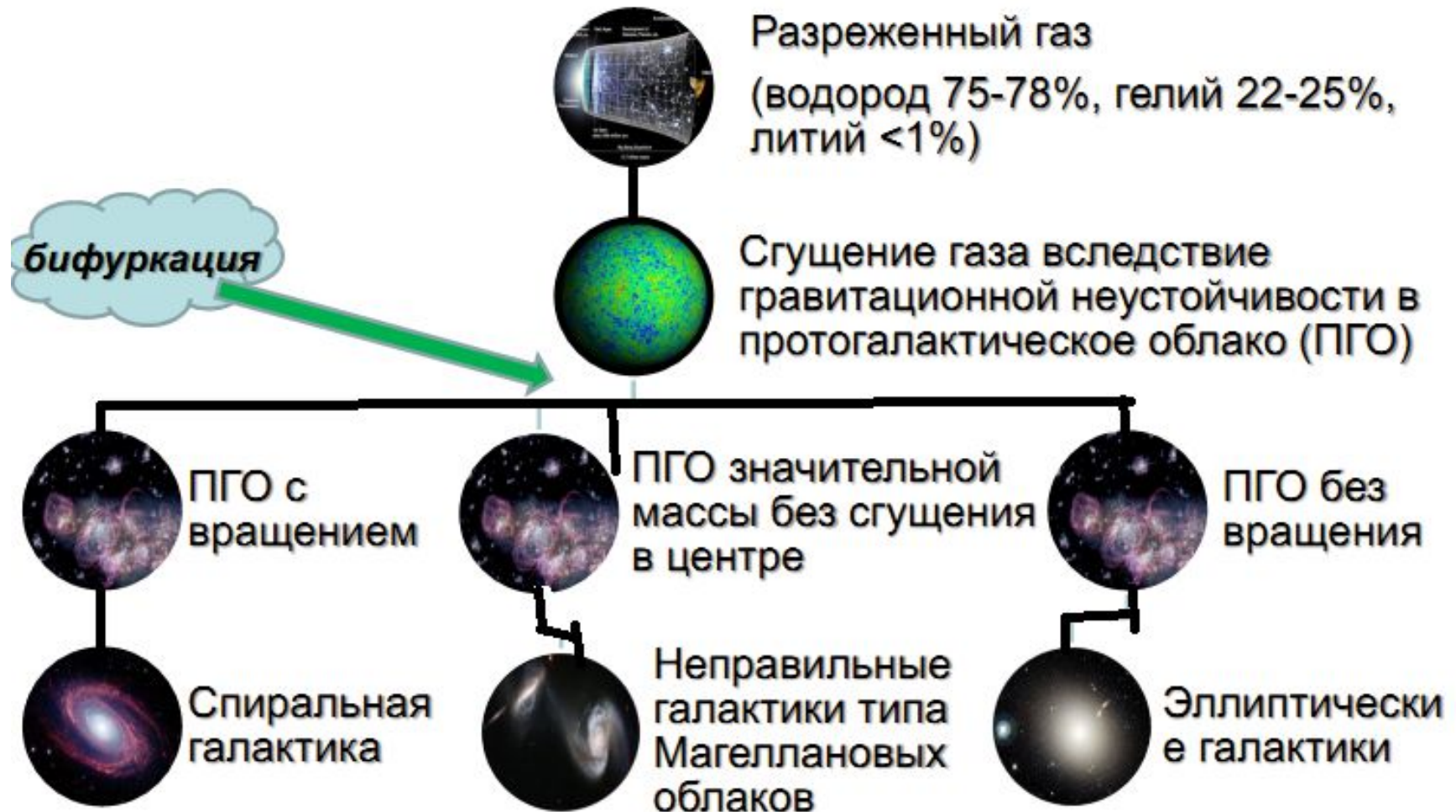
- 10^9 лет после взрыва.

**Нарушение равновесия
между веществом и ЭМИ.**

**Гравитационная неустойчивость
и образование галактик, а
также скоплений
малых и крупных галактик.**



Бифуркации в эволюции галактик



3. Звездная СВ:

$3 \cdot 10^9$ лет **после взрыва** :
сжатие фрагментов вещества
галактик → поколения звезд.

I поколение: из H, D, He, немного Li.

II поколение: из всех элементов до Fe.

Сверхновые: из тяжелых элементов

Межзвездная среда – молекулы, **включая биоорганические.**

БИФУРКАЦИИ В ЭВОЛЮЦИИ ЗВЁЗД



СИНТЕЗ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗВЁЗДАХ

H B																		He B								
Li C		Be C																		B C		C S L	N S L	O S L	F L	Ne S L
Na L		Mg L																		Al \$ L	Si \$ L	P L	S S L	Cl L	Ar L	
K L	Ca L	Sc L	Ti \$ L	V \$ L	Cr L	Mn L	Fe \$ L	Co \$	Ni \$	Cu L	Zn L	Ga \$	Ge \$	As L	Se \$	Br \$	Kr \$									
Rb \$	Sr L	Y L	Zr L	Nb L	Mo \$ L	Tc L	Ru \$ L	Rh \$	Pd \$ L	Ag \$ L	Cd \$ L	In \$ L	Sn \$ L	Sb \$	Te \$	I \$	Xe \$									
Cs \$	Ba L		Hf \$ L	Ta \$ L	W \$ L	Re \$	Os \$	Ir \$	Pt \$	Au \$	Hg \$ L	Tl \$ L	Pb \$	Bi \$	Po \$	At \$	Rn \$									
Fr \$	Ra \$																									
			La L	Ce L	Pr \$ L	Nd \$ L	Pm \$ L	Sm \$ L	Eu \$	Gd \$	Tb \$	Dy \$	Ho \$	Er \$	Tm \$	Yb \$ L	Lu \$									
			Ac \$	Th \$	Pa \$	U \$	Np \$	Pu \$	Am M	Cm M	Bk M	Cf M	Es M	Fm M	Md M	No M	Lr M									

B	Большой взрыв	L	Большие звёзды	\$	Сверхновые
C	Космические лучи	S	Малые звёзды	M	Созданные человеком



4. Гелиологическая СВ:
 $9,1 \cdot 10^9$ лет после взрыва.

**Из единого
протосолнечного облака →
одновременно образуются
Солнце и протопланеты.**

5. Геологическая СВ

9,4 · 10⁹ лет после взрыва

- образование Земли как планеты,
- движение литосферных плит,
- развитие Земного рельефа



Структура Земли как планеты

