

# **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)

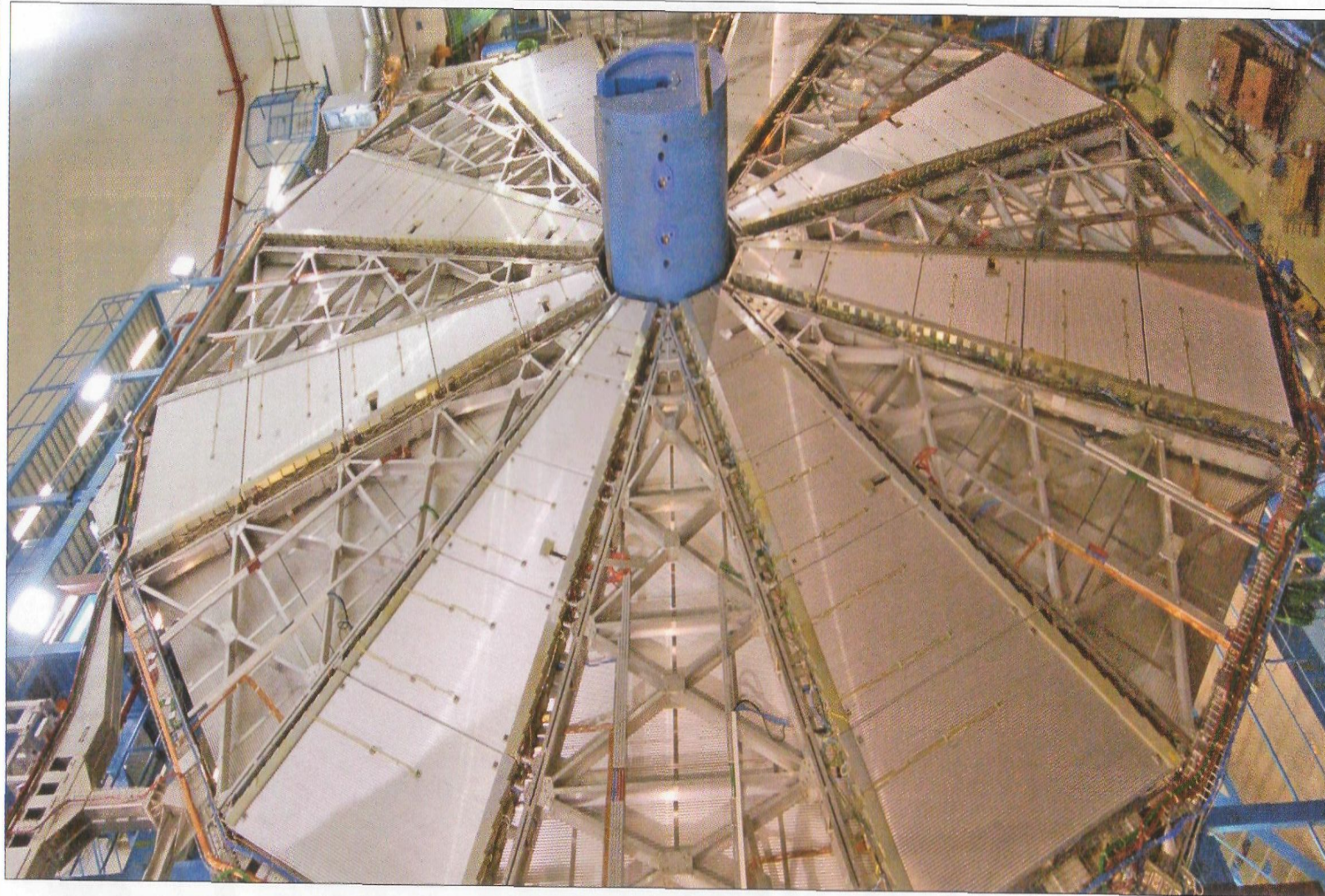


**Древнее сооружение (4-5 тыс. лет до н.э.), вблизи деревни Glassbury неподалёку от Stonehenge (England**



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

- Современный солнечный телескоп (ЦЕРН)



# СОВРЕМЕННЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ ТЕЛЕСКОП (ЦЕРН, ЖЕНЕВА)



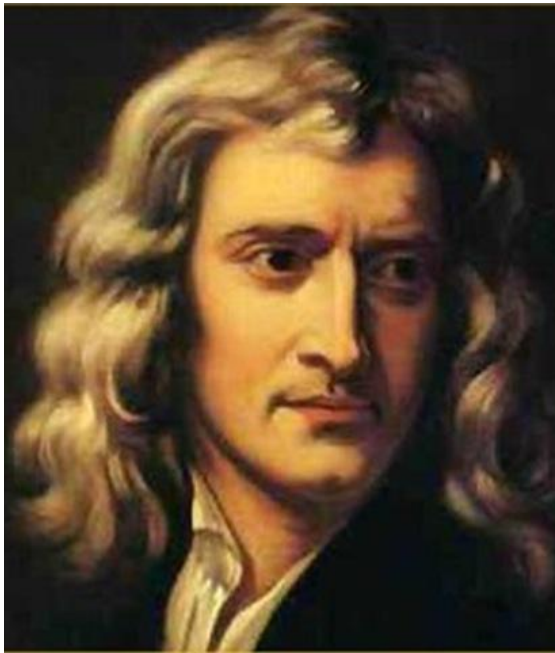


**Как человек изучает Вселенную сегодня?**

**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**

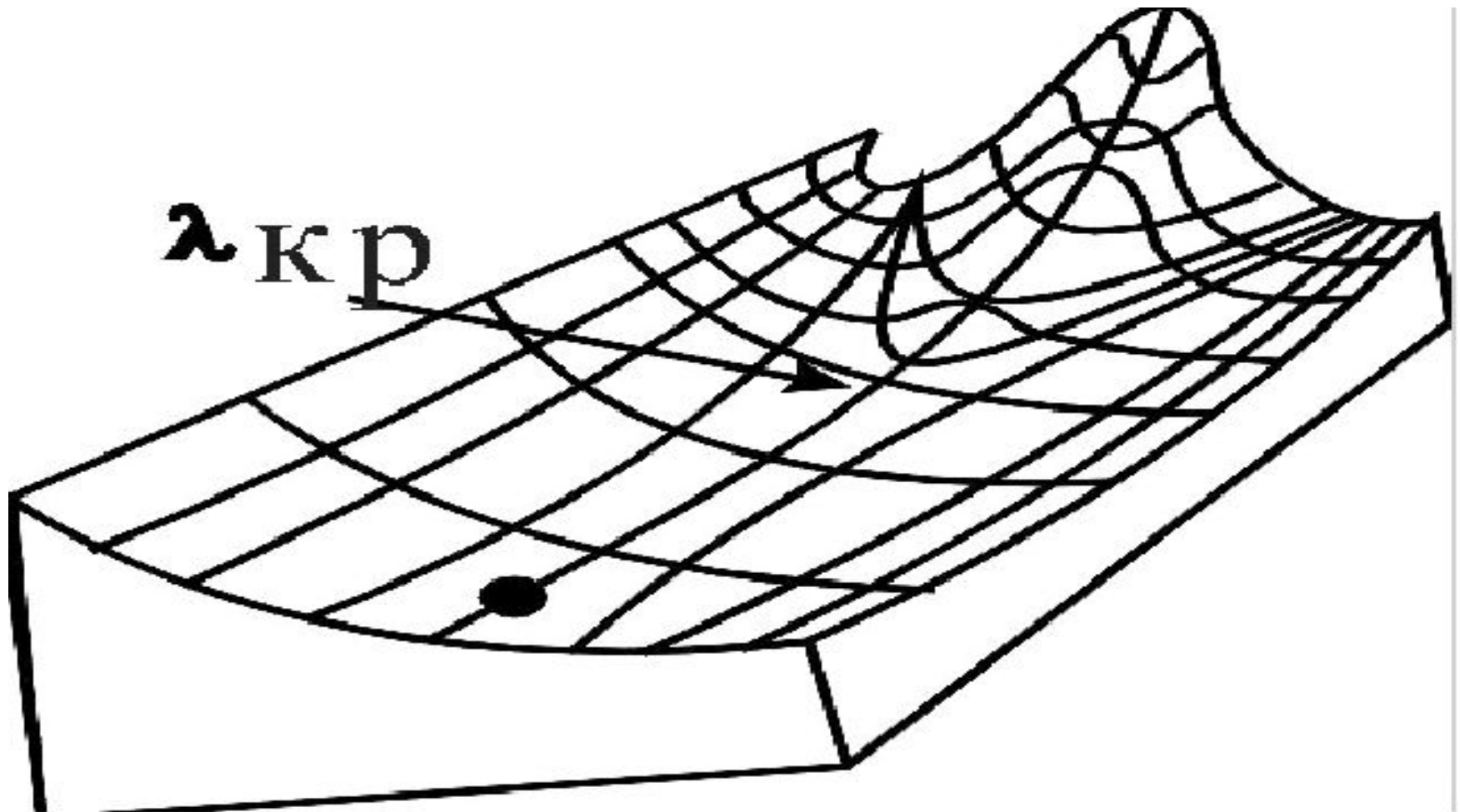
**В. Васнецов. Витязь На распутье, 1882 г.**

([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.

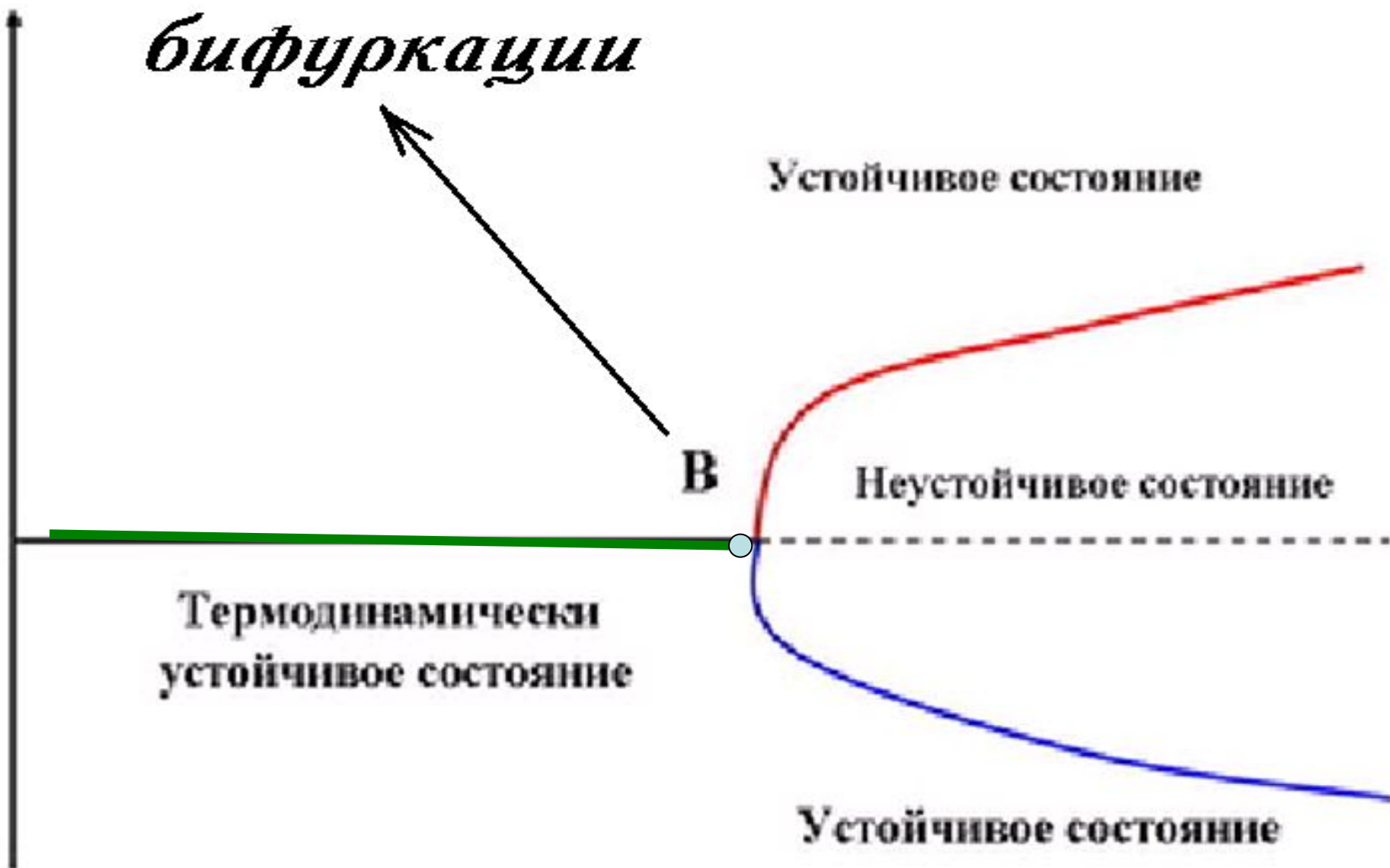
# Mechanical illustration of the phenomenon of bifurcation



# **КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ СТРЕЛА ВРЕМЕНИ**



***$B$  - точка  
бифуркации***



Устойчивое состояние

**B**

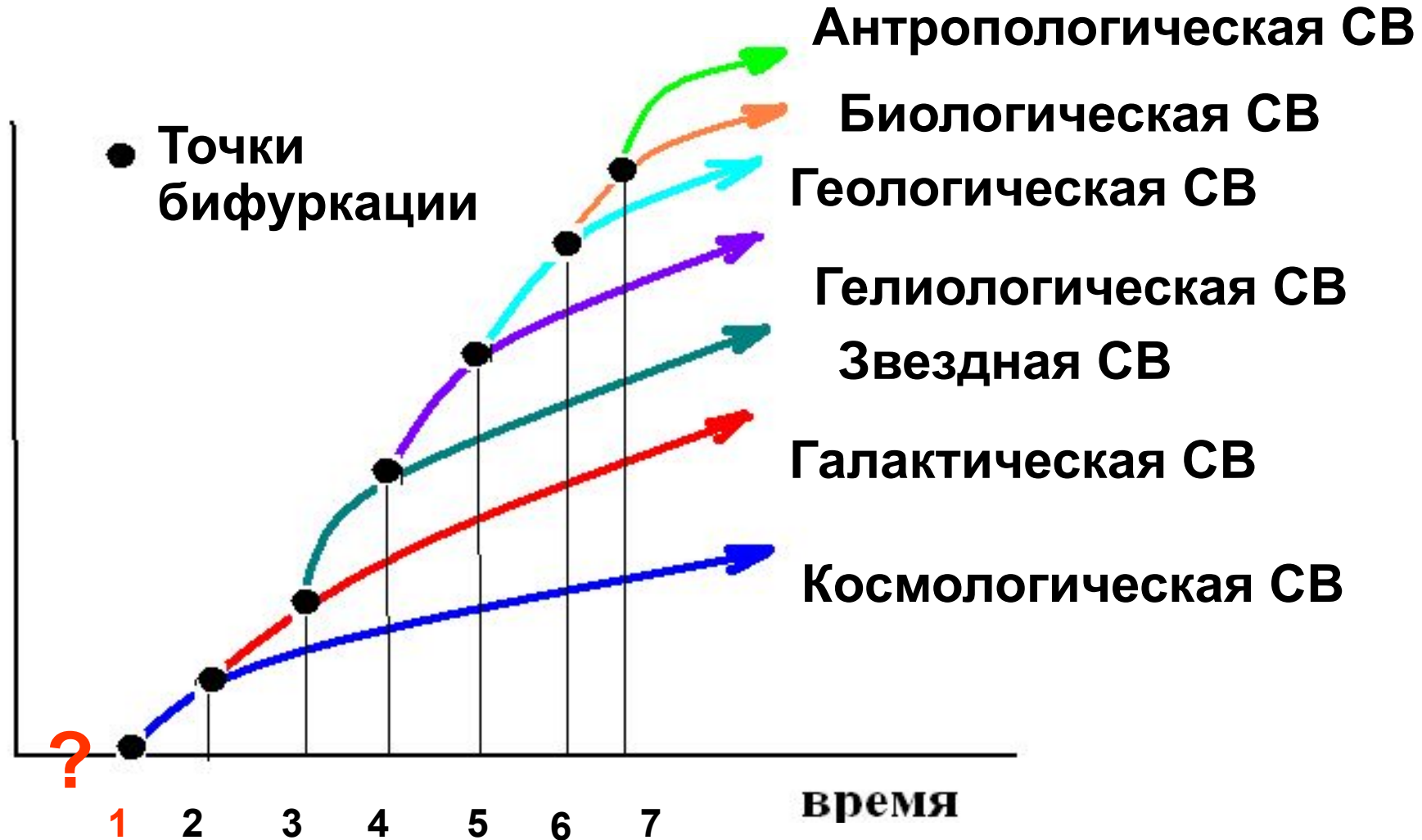
Неустойчивое состояние

Термодинамически  
устойчивое состояние

Устойчивое состояние

# «стрелы времени» (СВ)

в истории возникновения основных объектов Вселенной

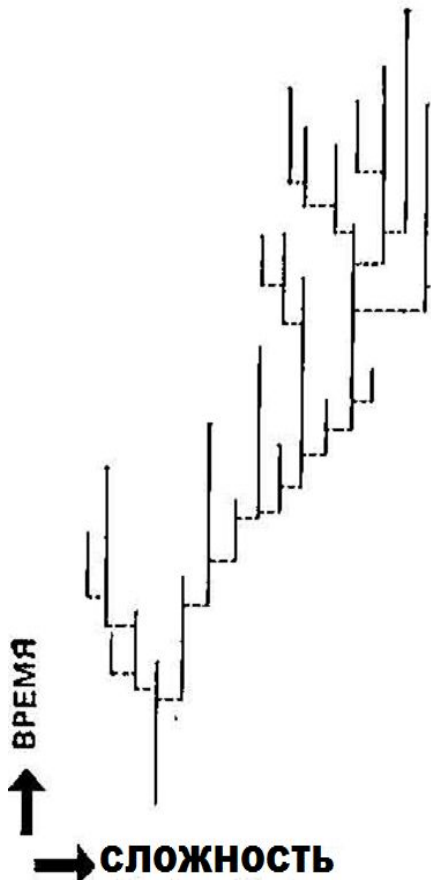


# Эволюция Вселенной и самоорганизация

✓ 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  $\Lambda$   
- 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
- **$\Lambda$  – член, введенный А. Эйнштейном и объясняющий отталкивание, не нужен)<sup>1)</sup>**
- 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  $\alpha$ -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

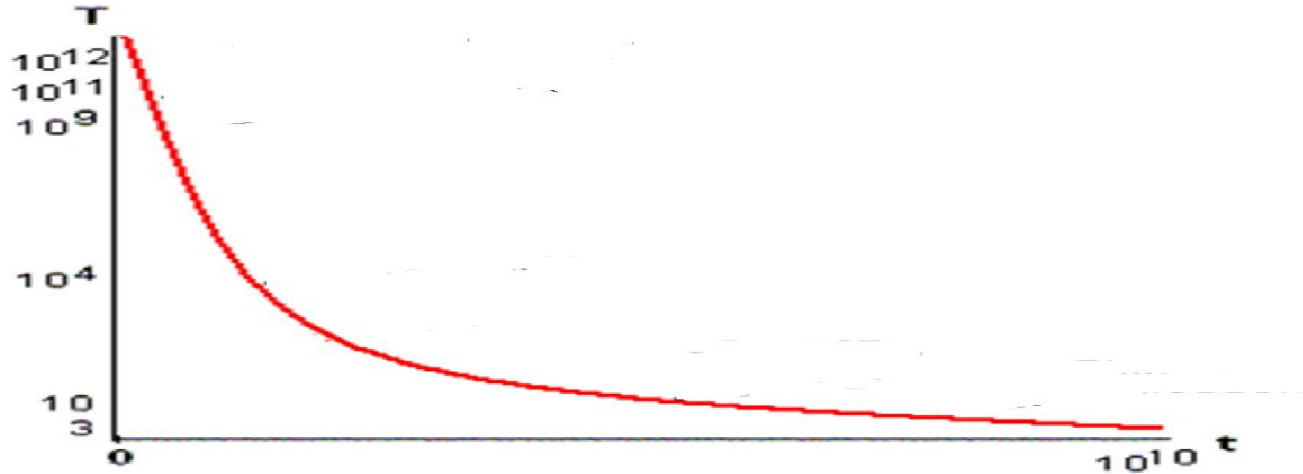


1904 – 1068

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)

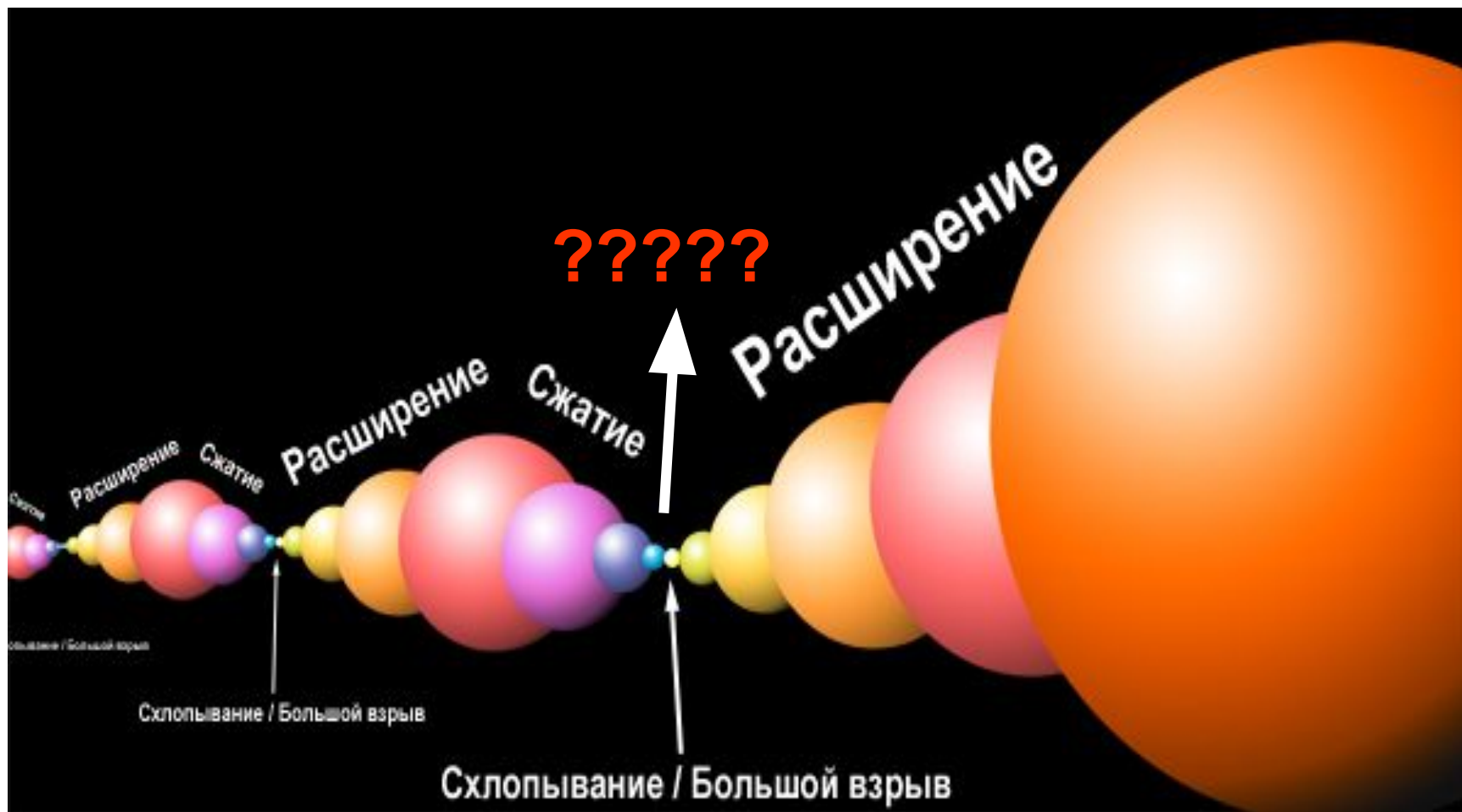


# Большой взрыв (БВ)

- 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?**

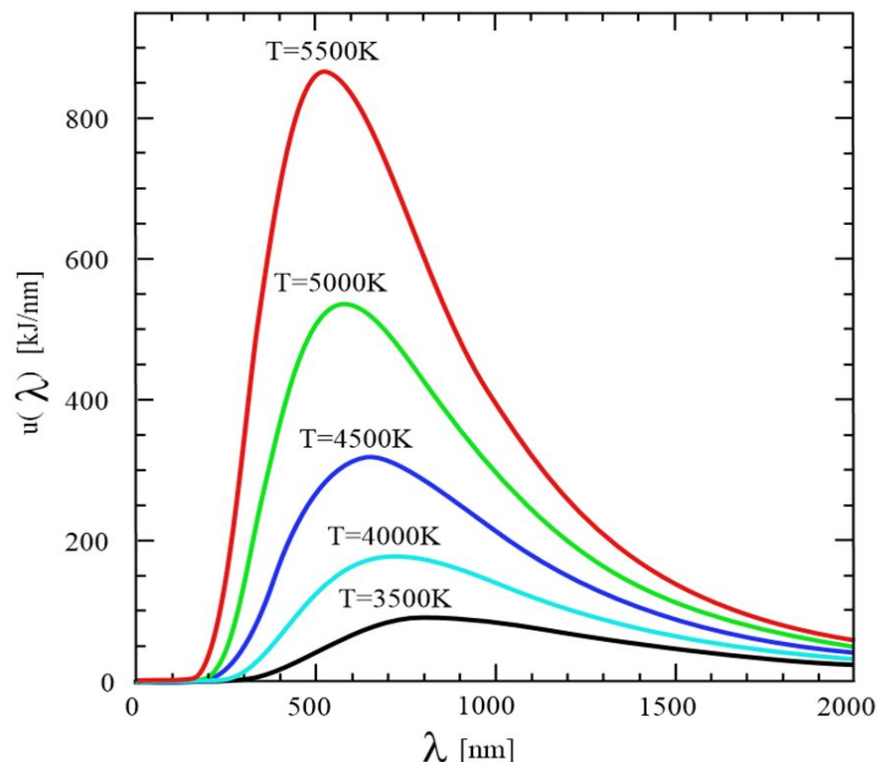
**ОТВЕТ: Предположительно, оно сохранилось до настоящего времени, и есть гипотеза о том, что тёмная энергия как раз обусловлена его присутствием!**

# 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?

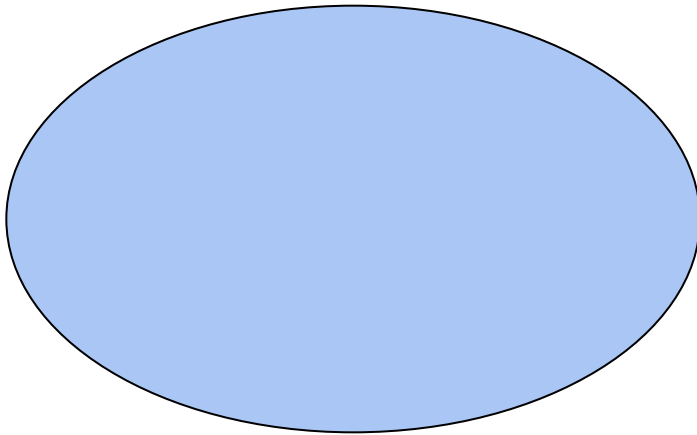
К счастью, до нас дошло **реликтовое излучение**, оставшееся от тех жарких денёчков, когда юная Вселенная была еще очень горячей и испускала излучение.



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,

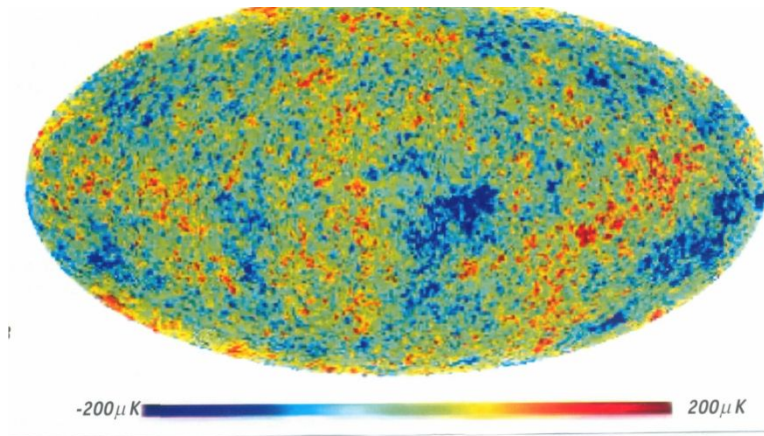
и имеет температуру  **$T = 2,725 \text{ K}$**



**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.**

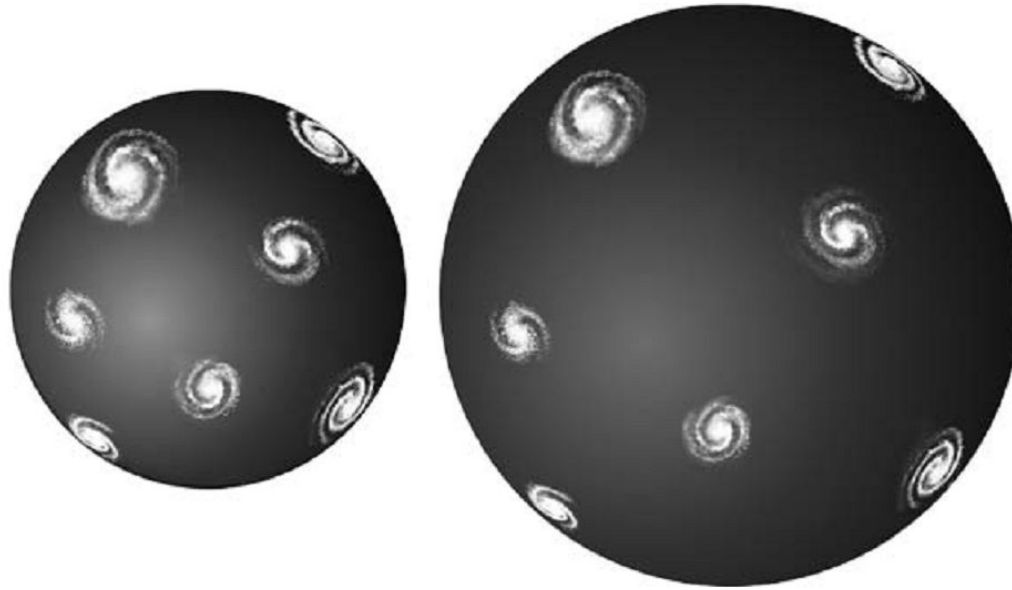
# Вселенная по Эдвину Хаббл

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



1889-1953, США

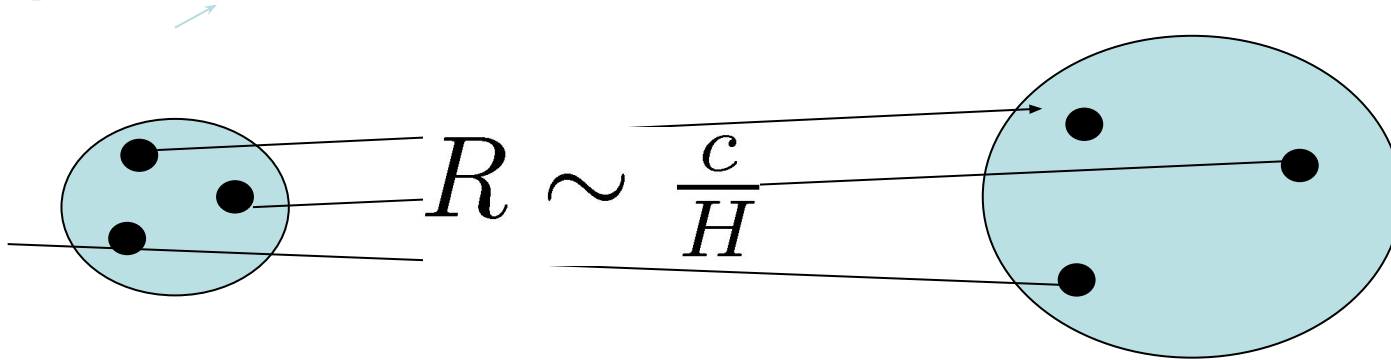
Его имя носит космический телескоп – 1990 г.



**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 Хабблу,

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  $\tau$  :

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

# **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?

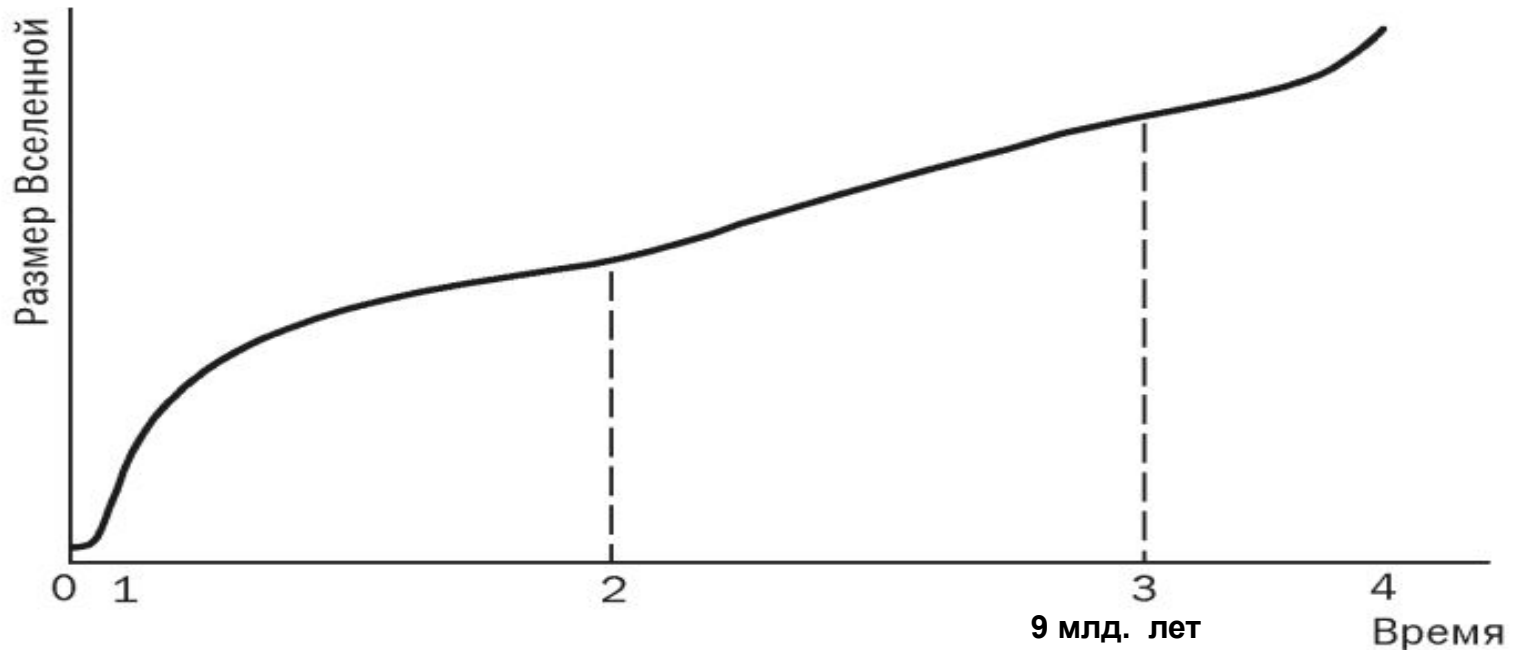
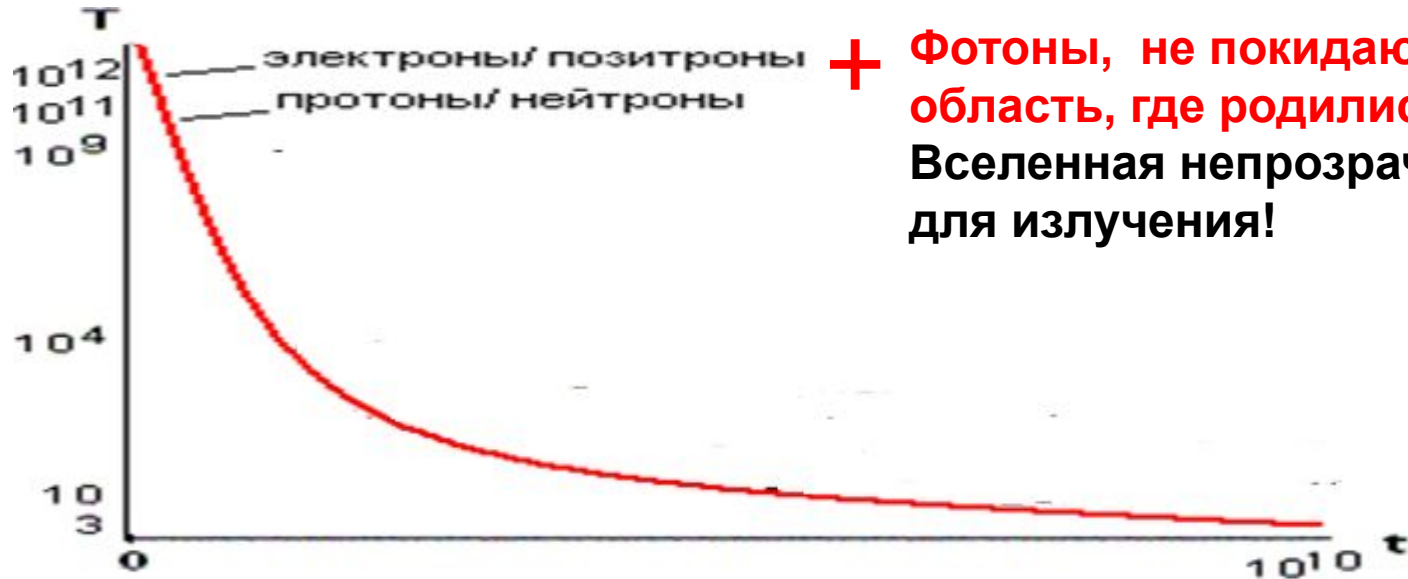


Иллюстрация процесса расширения Вселенной со временем:

**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

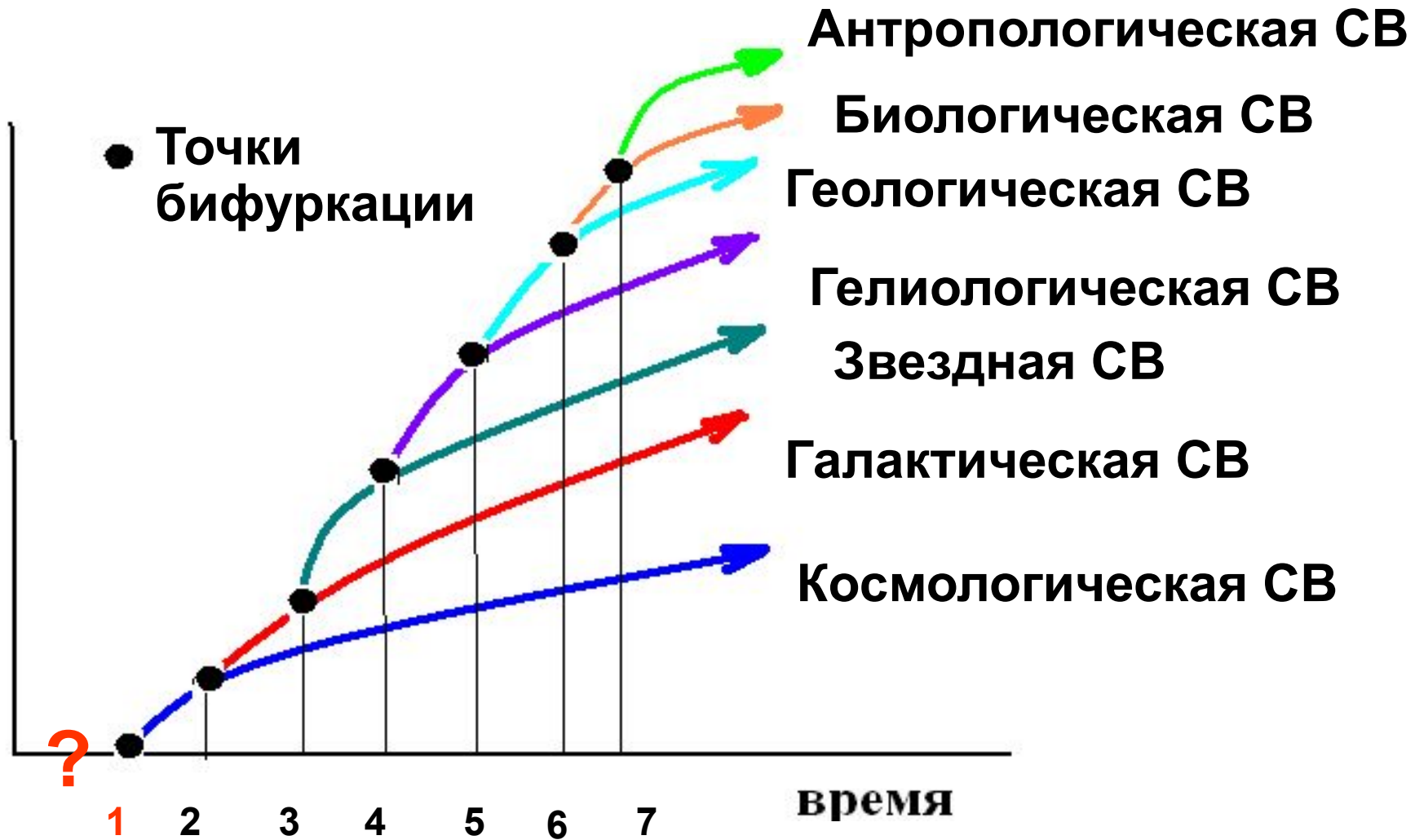
Затем возникли ядра атомов - нуклеосинтез; потом уже атомы и молекулы, Далее из флуктуаций плотности вещества под влиянием гравитации родились планеты, звезды, галактики и, наконец, разумная жизнь.

# 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

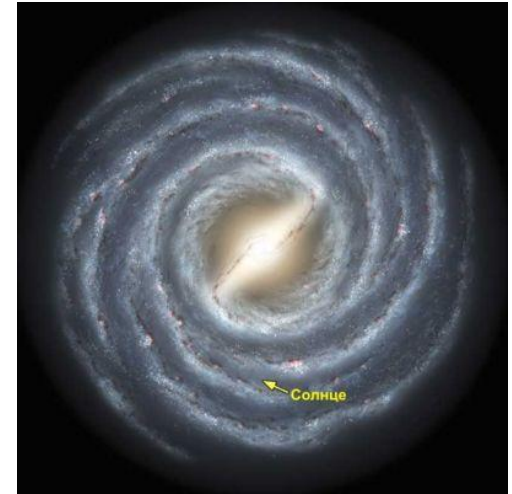
- $10^{-43}$  сек. после взрыва:  
фотоны и плазма элементарных частиц (кварки, нуклоны,  $e^-$ ,  $e^+$ )
- $4 \cdot 10^5$  лет после взрыва :  
атомарное вещество: H, D, He  
и разделение вещества и ЭМИ

## 2. Галактическая СВ:

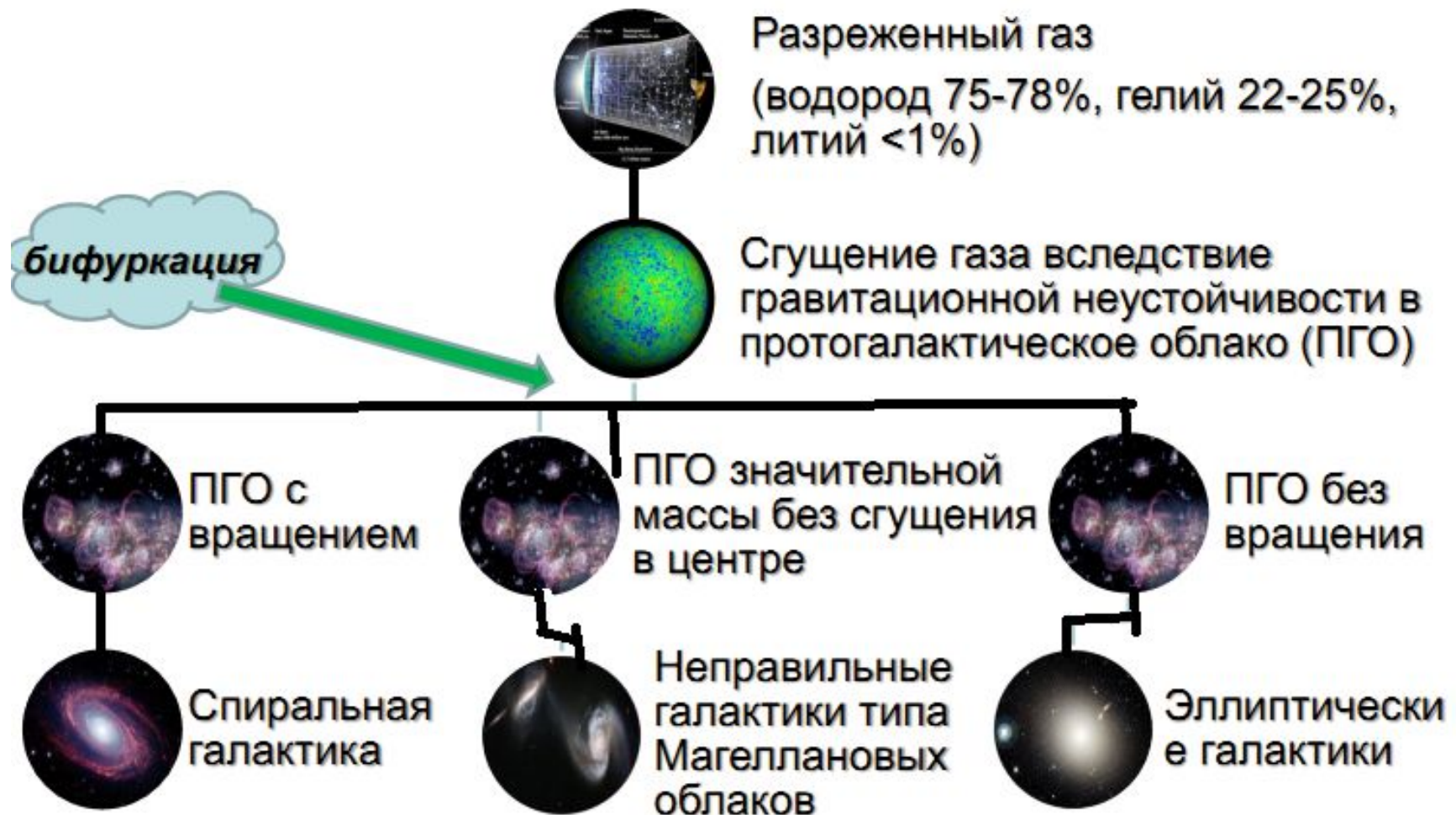
- $10^9$  лет после взрыва.

**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								

<div style="border: 1px solid black; background-color: #ccccff; padding: 5px; display: inline-block;">B</div> Большой взрыв	<div style="border: 1px solid black; background-color: #90ee90; padding: 5px; display: inline-block;">L</div> Большие звёзды	<div style="border: 1px solid black; background-color: #ffcc99; padding: 5px; display: inline-block;">\$</div> Сверхновые
<div style="border: 1px solid black; background-color: #add8e6; padding: 5px; display: inline-block;">C</div> Космические лучи	<div style="border: 1px solid black; background-color: #ffff99; padding: 5px; display: inline-block;">S</div> Малые звёзды	<div style="border: 1px solid black; background-color: #cc99ff; padding: 5px; display: inline-block;">M</div> 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 · 10<sup>9</sup> лет после взрыва

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



# Структура Земли как планеты

