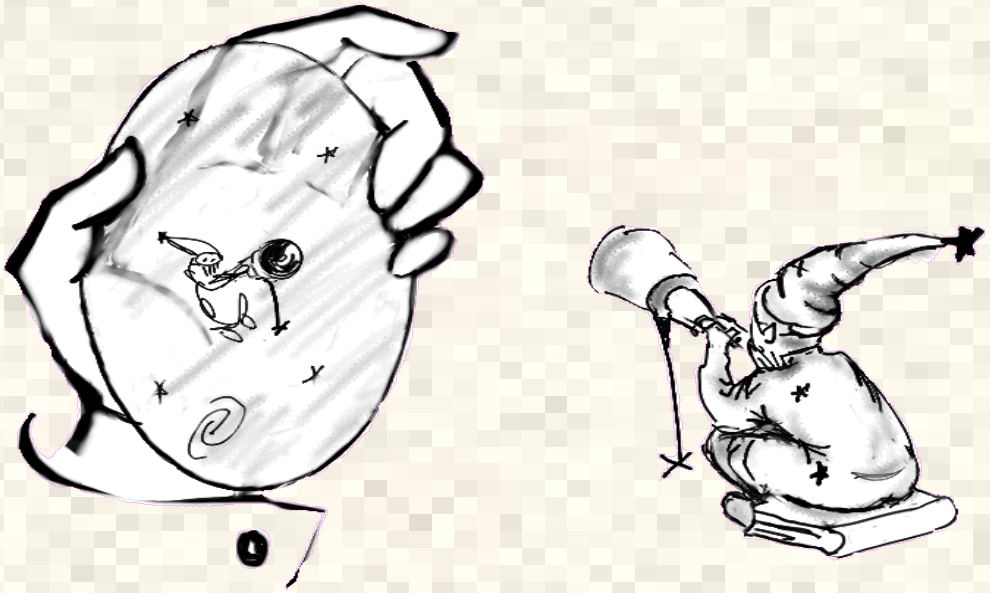
Числа и Силы. Принципы и аномалии

Олег Верходанов



Введение

Обо всем...

Чем занимается астрономия ?

(Camille Flammarion,«Astronomie populaire», 1980)

Чем занимается астрономия ?

1) **Астрономия:**
   координатные системы на небе;
   астрометрия (измерение координат);
   служба времени.
2) **Небесная механика:**
   движение комет, планет, звезд;
   устойчивость звездных систем.
3) **Планетология:** исследование планет, их спутников,
   их недр и атмосфер.
4) **Космогония:** происхождение солнечных систем.
5) **Астрофизика:** физика туманностей, межзвездной среды,
   Солнца и других звезд, Млечного Пути,
   галактик и их скоплений (внегалактическая астрономия).
6) **Космология:** происхождение и эволюция Вселенной.

Применяемые методы

1) Оптическая астрономия (3800-7400А, 320-740нм):
   астрометрические методы
   фотометрия,
   спектроскопия
   спекл-интерферометрия
   лазер
2) Ультрафиолетовая астрономия (фотометрия, спектроскопия)
   (100-3200А, 10-380нм)
3) Радиоастрономия (1мм - 30м)
   измерения в непрерывном спектре
   радиоспектроскопия
   радиоинтерферометрический синтез
   радар
4) Субмиллиметровая астрономия (0.1мм-1мм)
   фотометрия, спектроскопия, интерферометрия
5) Инфракрасная астрономия (фотометрия, спектроскопия)
   (0.74мк — 1 мм)
6) Рентгеновская астрономия (фотометрия, спектроскопия)
   (0.1-100 А, 0.1-100 кэВ)
7) Гамма-астрономия (<0.1 А, >100 кэВ)

Есть ли еще астрономические методы ?

Есть ли еще астрономические методы ?

Есть !

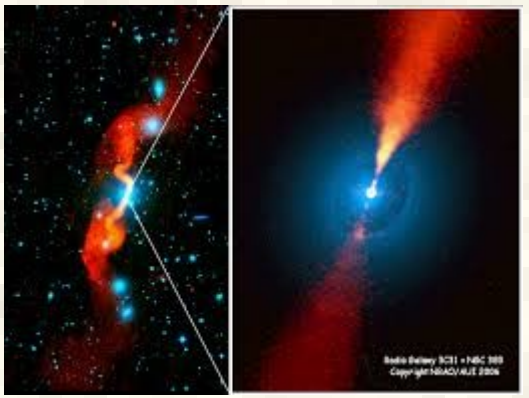
8) Гравитационная астрономия

Слияние черных дыр производит гравитационные волны

9) Космические лучи

нейтринная астрономия

атмосферные ливни заряженных частиц



Есть ли еще астрономические методы ?

Есть !

8) Гравитационная астрономия

9) Космические лучи
нейтринная астрономия
атмосферные ливни заряженных частиц

Кроме того, еще есть

I) наблюдательная астрономия
II) теоретические астрономия, астрофизика и физика
III) вычислительная астрофизика

С какими пространственными масштабами имеет дело астрономия ?

С какими пространственными масштабами имеет дело астрономия ?

1) Человек — 1.5 - 2 м
2) Оптический телескоп — 10 м
3) Земля — диаметр = 12742 км
4) свет проходит за 1 сек 299 492 км
5) Расстояние от Земли до Луны = 384 400 км
6) Солнце — диаметр = 1391700 км
7) Расстояние от Земли до Солнца = 149 600 000 км (~8 св. мин)
8) Орбита Земли видна под углом 1 сек дуги с расстояния
   1 пк = 3.26 св.года = 3*10^13 км
8) Расстояние до др. ближайшей звезды (Проксима Центавра) = 4.24 св.года
9) Расстояние до центра Галактики 26000 св.лет = ~8 кпк = ~2.4*10^17 км
10) Диаметр Галактики = ~100000 св.лет = ~30.6 кпк
11) Расстояние до туманности Андромеды = ~2.5*10^6 св.лет = ~770 кпк
12) Расстояние до центра скопления галактик (M87, Дева А) = ~60*10^6 св.лет
13) Расстояние до самой далекой известной галактики = ~13.1*10^9 св.лет
14) Сколько летит свет от момента Большого Взрыва = ~13.8 * 10^9 св.лет
15) Размер Вселенной с нашими законами природы = ~120 * 10^9 св.лет

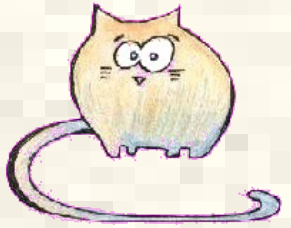
С какими пространственными масштабами имеет дело астрономия ?

1) Человек — 1.5 - 2 м
2) Бактерия — 0.5 - 5 мкм
3) Молекула воды — 30 А = 0.3 нм = 3*10^-10 м
4) Размер атома водорода = 0.53 А = 5.3 * 10^-12 м
5) Размер электрона = 2.8 * 10^-15 м
6) Размер протона = 8.7 * 10^-16 м
7) Размер кварка = 5*10^-18 м
8) Минимальный размер во Вселенной = длина Планковской ячейки =
   = Lp = sqrt (hG/c^3) = 1.6 * 10^-35 м

С какими временными масштабами имеет дело астрономия ?

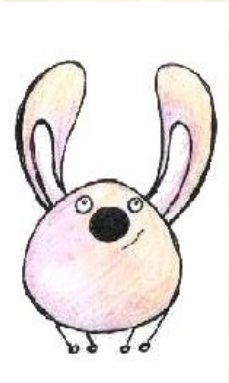
С какими временными масштабами имеет дело астрономия ?

1) Возраст Вселенной — 13.8 млрд лет
2) Возраст Галактики — 13.2 млрд лет
3) Возраст Солнца — 5.5 млрд лет
4) Возраст Земли — 4.5 млрд. лет
5) появление жизни на Земле - ~3.5 млрд.лет назад
6) Время оборота Солнца вокруг центра Галактики — 220-250 млн. лет
7) Время жизни динозавров - ~225-65 млн.лет
8) Человек развел огонь - ~1.2 млн. лет назад
9) Излучение центра Галактики доходит до Земли за ~26000 лет
10) Жизнь человека — 70-100 лет
11) Время жизни свободного нейтрона 880 сек
12) Скорость реакции человека — 0.1-0.3 сек
13) Период вращения быстрого пульсара - 1.7 мсек
14) Минимальный промежуток времени во Вселенной = Планковское время =
= Tp = sqrt (hG/c^5) = 5.4 * 10^-44 сек



С какими массами имеет дело астрономия ?

1) масса электрона — 0.5 МэВ (9.1 * 10^-31 кг)
2) масса d-кварка — 4.9 МэВ (8.9 * 10^-30 кг)
3) масса протона — 938.23 МэВ 1.67* 10^-27 кг
4) масса атома водорода — 1.67 * 10^-27 кг
5) Планковская масса (масса Вселенной в момент возникновения ?) =
   = Mp = sqrt (hc/G) = 2.176 * 10^-8 кг
6) масса человека — 50-100 кг
7) масса Земли — 5.97 * 10^24 кг
8) масса Солнца — Ms = 1.99 * 10^30 кг
9) масса белого карлика — 1.44 Ms (предел Чандрасекара)
10) максимальная масса нейтронной звезды ~3 Ms (пред. Оппейгемера-Волкова)
11) центр Галактики — 4*10^6 Ms
12) Галактика Млечный Путь — 1.25 * 10^9 Ms
13) Сверхмассивные черные дыры в gE — 10^9 — 10^10 Ms
14) Гигантские эллиптические галактики — 10^12 Ms
15) Богатые скопления галактик ~10^14 Ms
16) Сверхскопления галактик ~10^15 Ms



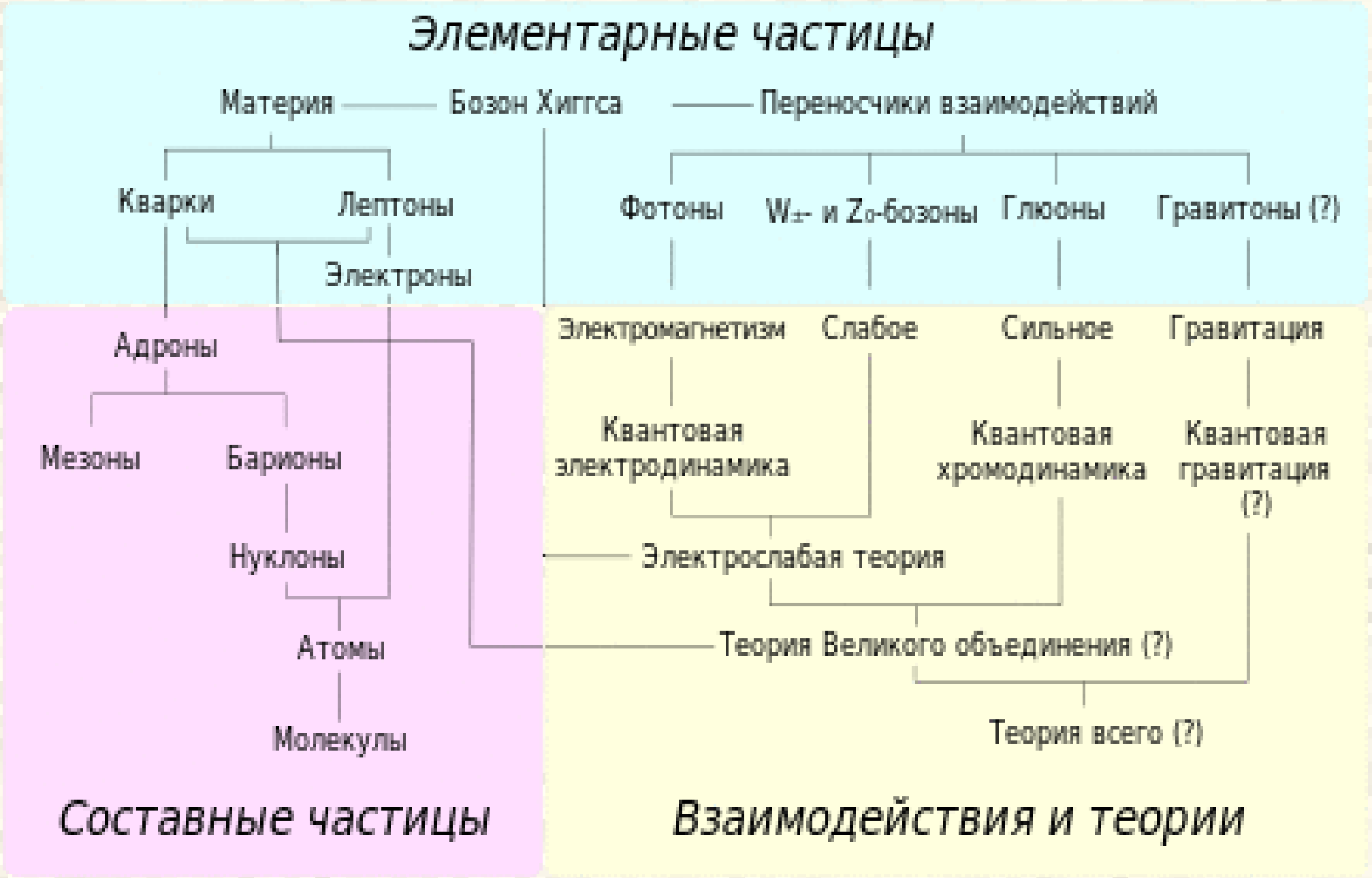
И еще немного физики

Какие силы действуют в Природе ?

Какие силы действуют в Природе ?

1) Гравитация
2) Электромагнетизм
(электрическая+магнитная силы)
3) Сильное взаимодействие
4) Слабое взаимодействие

Взаимодействие	Описание	Переносчик	Сила	*F(r)*
Гравитация	ОТО	гравитон(?)	1	*1/r^2*
Слабое	Теория электрослабого взаимодействия (ТЭВ)	W,Z-бозон	10^25	*1/r*e^(-mr)*
Электромагнитное	Квантовая электродинамика (КЭД)	фотон	10^36	*1/r^2*
Сильное	Квантовая хромоднамика (КХД)	глюон	10^38	*1*


Элементарные частицы
Материя
Бозон Хиггса
Переносчики взаимодействий
Кварки
Лептоны
Электроны
Фотоны
W± и Z0-бозоны
Глюоны
Гравитоны (?)
Адроны
Мезоны
Барионы
Нуклоны
Атомы
Молекулы
Электромагнетизм
Слабое
Сильное
Гравитация
Квантовая электродинамика
Квантовая хромодинамика
Квантовая гравитация (?)
Электрослабая теория
Теория Великого объединения (?)
Теория всего (?)
Составные частицы
Взаимодействия и теории

Какие силы действуют в Природе ?

1) Гравитация

2) Электрослабое+сильное =

=Великое объединение

а) Электромагнетизм

б) Сильное взамодействие

в) Слабое взаимодействие

3) Поле Хиггса

4) Темная энергия

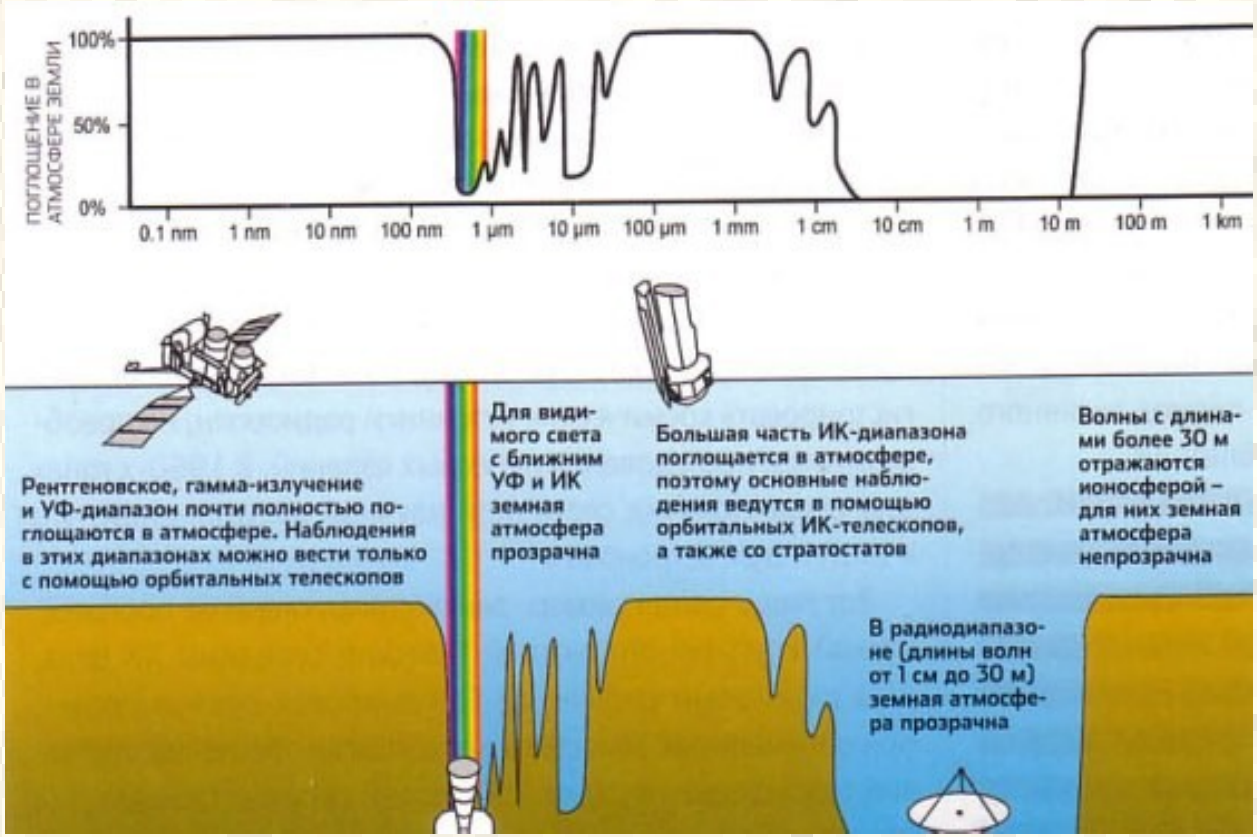
5) Инфлатон

Какие частицы существуют ?

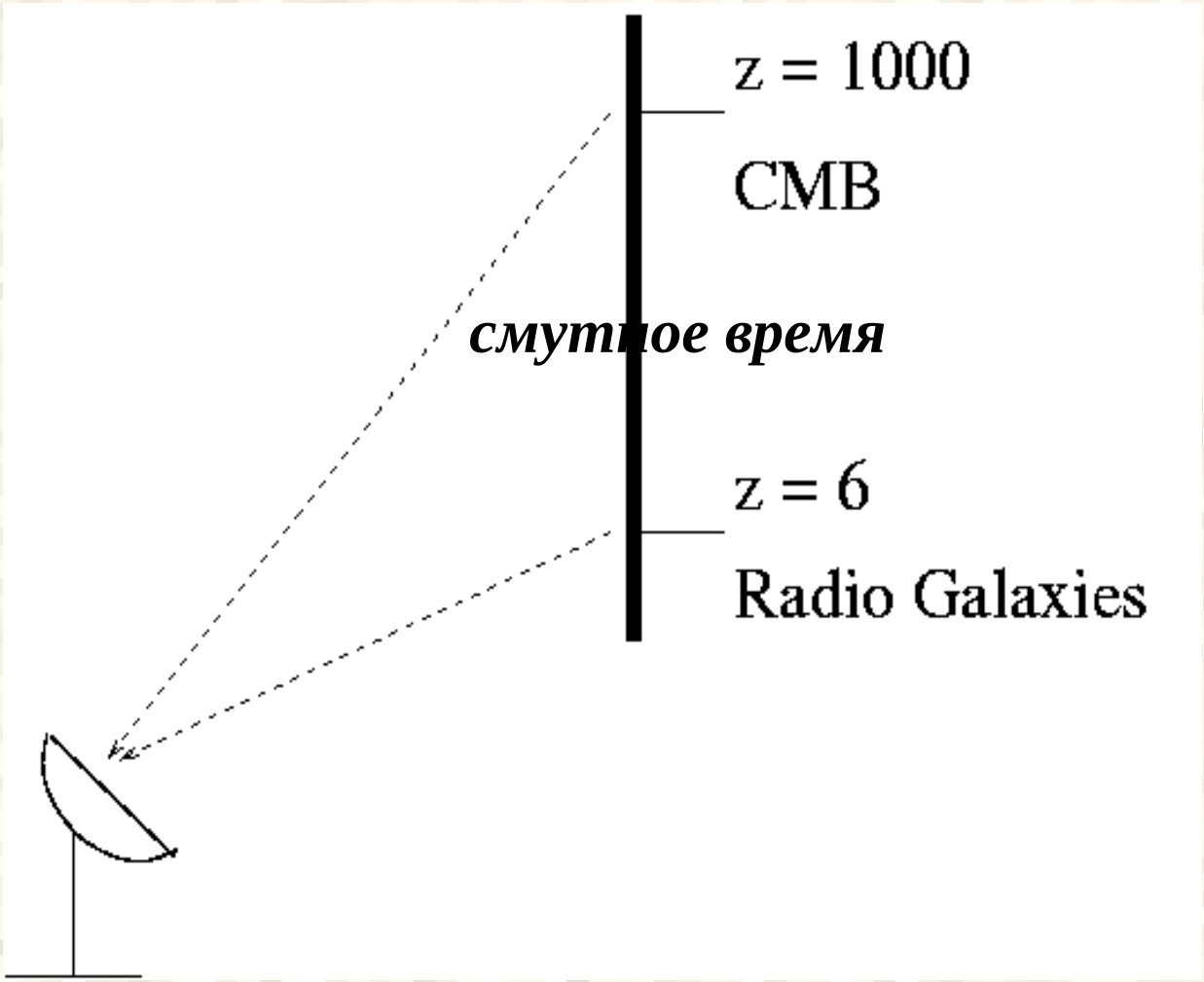
1) Фермионы (кварки+, лептоны)
2) Бозоны (фотон, глюоны, Хиггса, ...,
гравитон ?)

Радиоастрономия

Радиоастрономическое окно для наблюдений



Космологическое окно



T = 380 тыс.лет

T = ~1 млрд. лет

Предмет изучения радиоастрономии ?

1) Движение материков Земли
2) Ионосфера
3) Луна, планеты и их спутники
4) Астероиды
5) Зодиакальная пыль
6) Солнце
7) Молекулярные облака
8) Звезды
9) Остатки сверхновых
10) Микроквазары
11) Пульсары
12) Галактика Млечный Путь
13) Галактики
14) Квазары, сверхмассивные черные дыры
15) Радиогалактики
16) Межгалактический газ
17) Скопления галактик
18) Гравитационные линзы
19) Реликтовое излучение
20) Темная материя
21) Темная энергия

О научном подходе

О научном подходе

Древние греки (VI-VI вв. до н.э.):
1) Мир познаваем
2) Мир описывается математикой
3) Демократичость науки:
   Знание нужно доказывать в открытой дискуссии

Критерий Карла Поппера (1935)
[принцип фальсифицируемости]:
Теория должна быть *фальсифицируема*, т.е. иметь возможность быть опровергнутой

Еще принципы

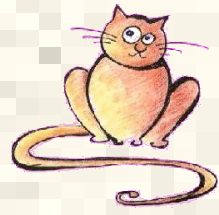
Принцип Коперника (принцип заурядности): ни Земля, не Солнце, не занимают особого положения во Вселенной

Космологический принцип: каждый наблюдатель во Вселенной в один и тот же момент времени видит в среднем одну и ту же картину

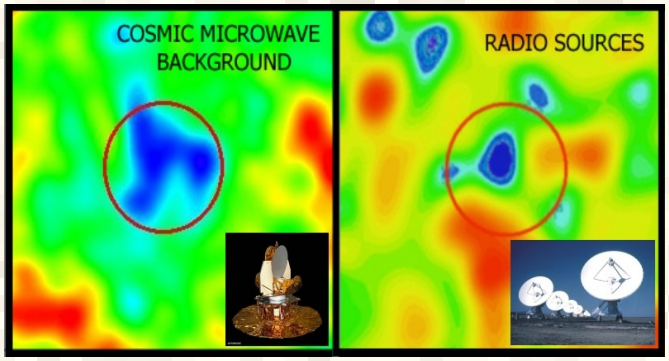
Антропный принцип: мы видим Вселенную такой, потому что только в такой Вселенной мог возникнуть наблюдатель
Сильный антропный принцип: Вселенная должна иметь свойства, позволяющие развиться разумной жизни

Бритва Оккама (XIV век): не следует привлекать новые сущности без крайней на то необходимости

Аномалии реликтового излучения

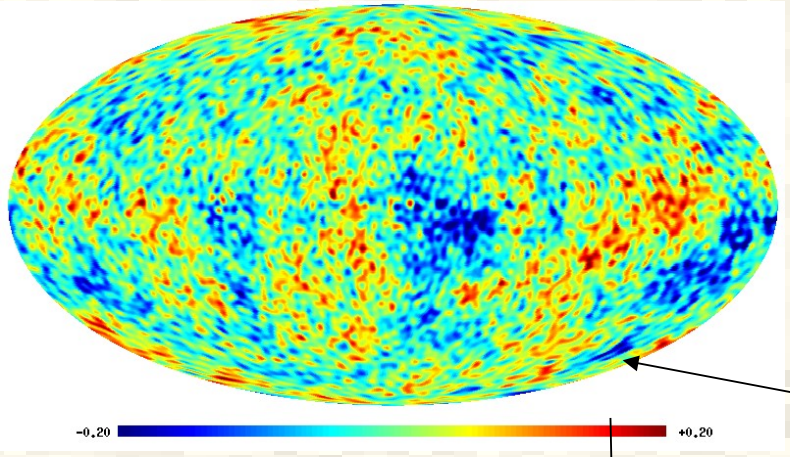


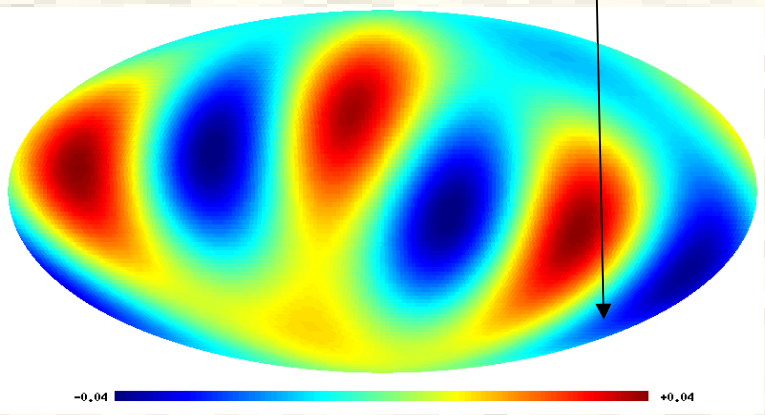
Холодное Пятно



CMB NVSS
Radio sources

(Rudnick et al., 2007)



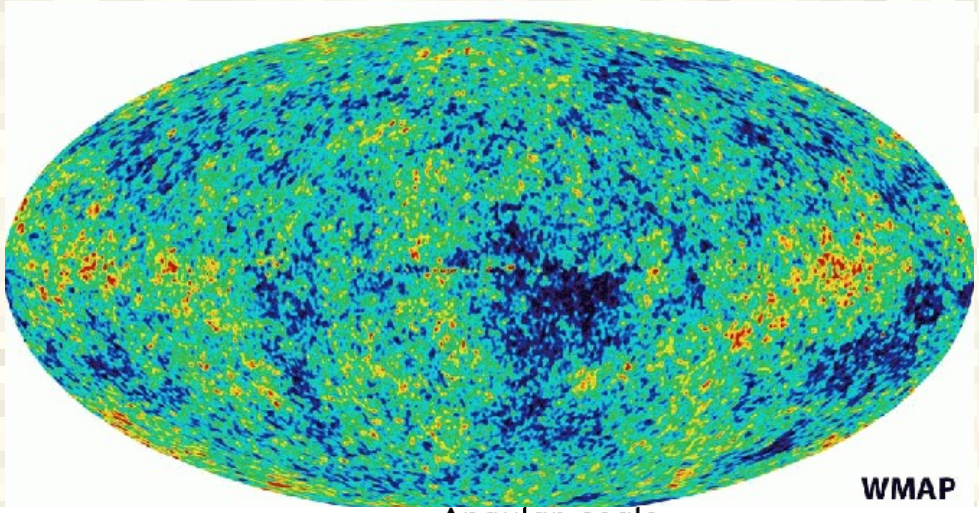


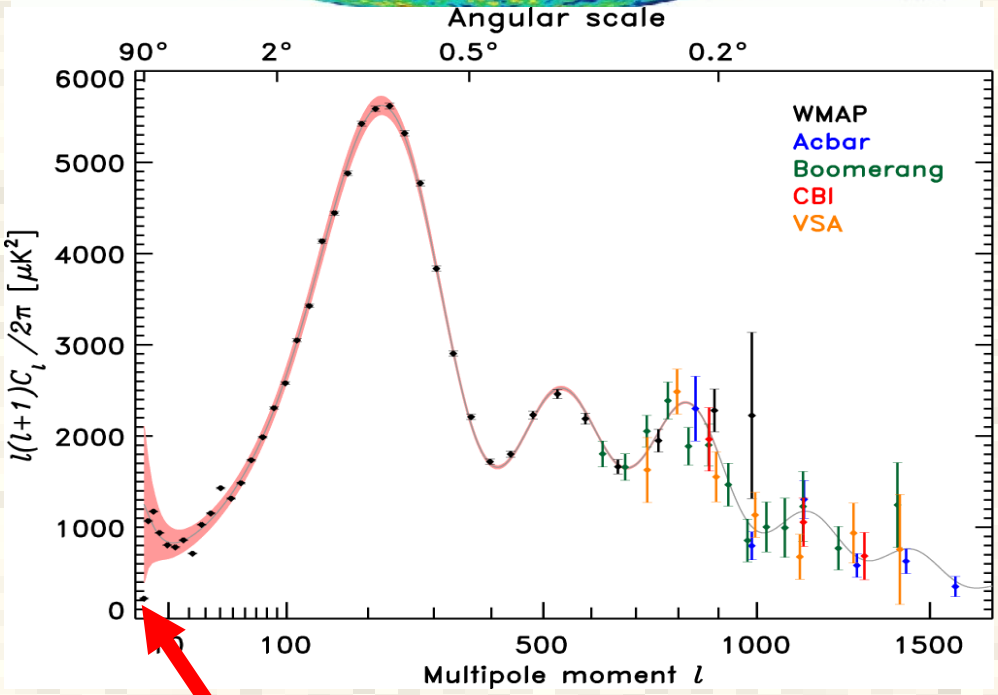
Cold Spot
< -4sigma

Part of octupole

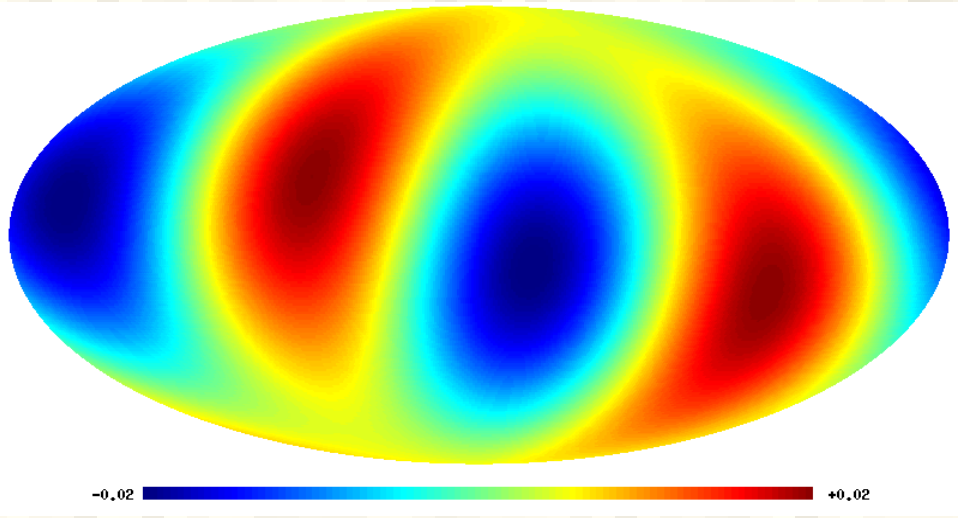
1) Гигантский эффект Сакса-Вольфа *(Rudnick et al, 2007)*
2) Анизотропное расширение *(Jaffe et al., 2005)*
3) Топологический дефект [текстура] *(Cruz et al., 2007,2008, Planck 2013 ?)*
4) Артефакт ?
5) Эффект с галактическим происхождением (M.Hansen et al., 2012)

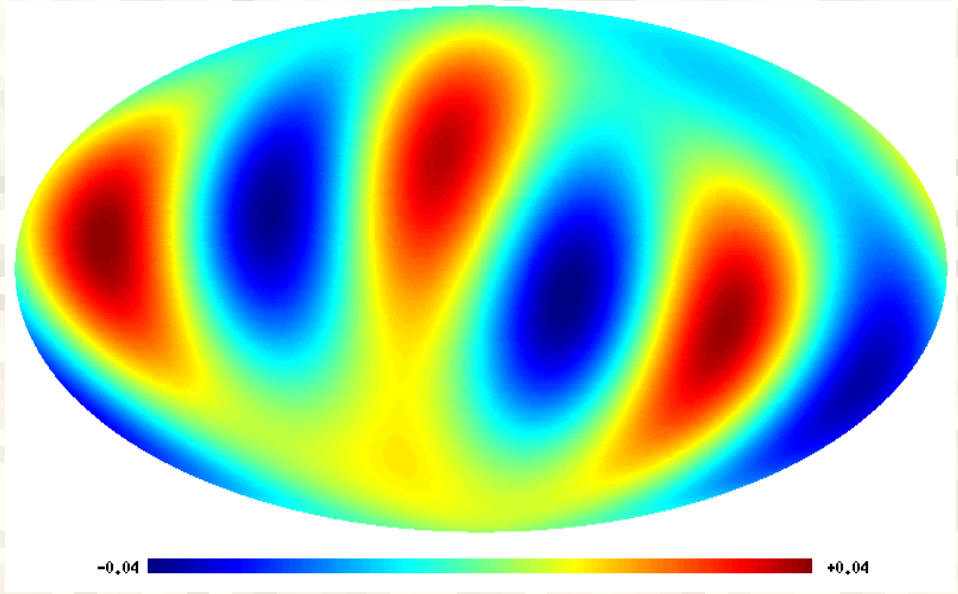
Проблемы квадруполя





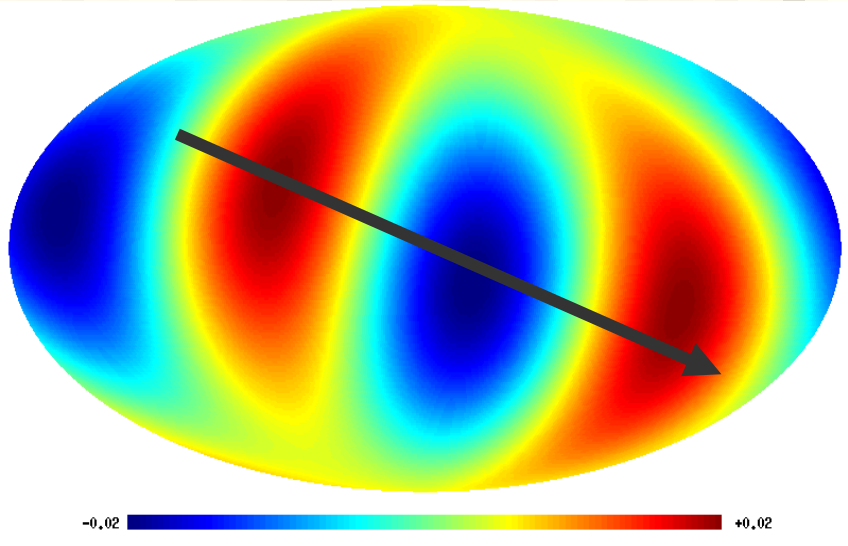
Амплитуда





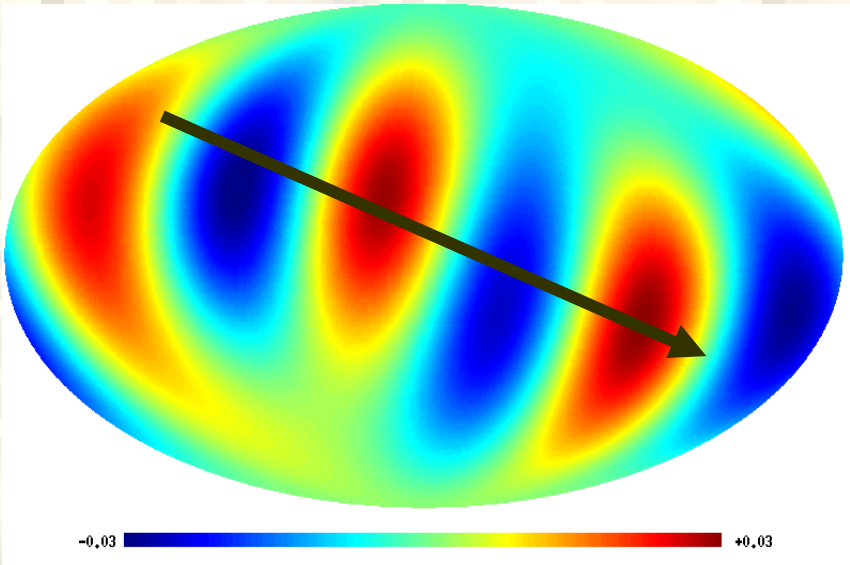
Ось Зла: планарность + выравнивание

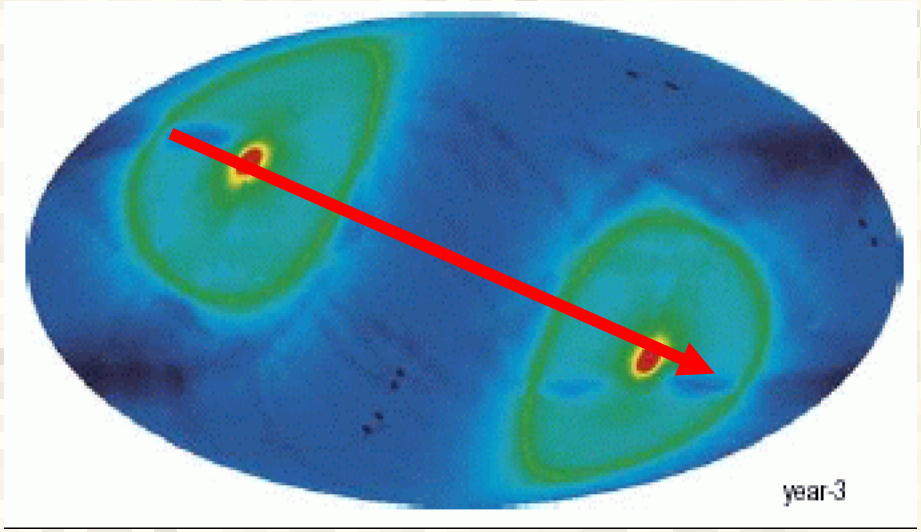
Ось Зла

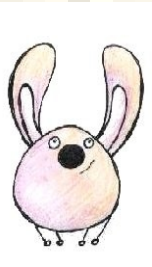


Причина ?

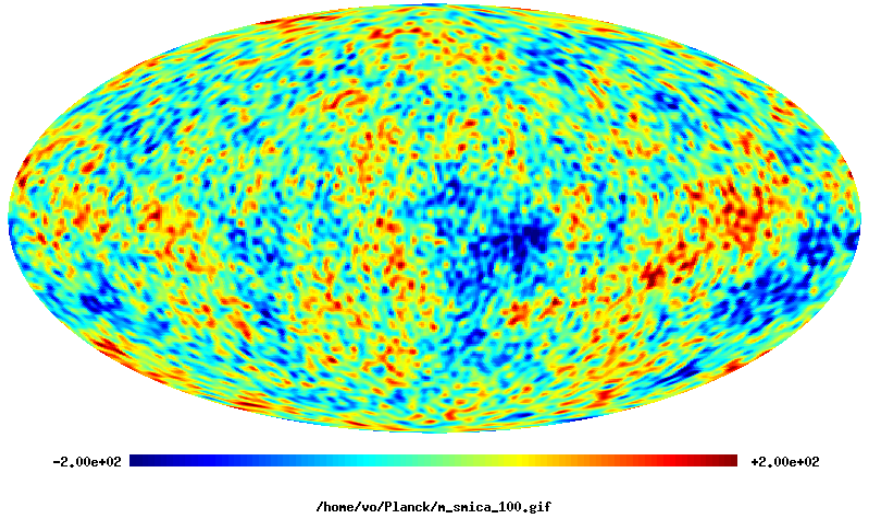
1) Проблема разделения компонент (Doroshkevich, Verkhodanov, 2010)
2) Пояс Койпера (Hansen et al. 2011)
3) Движение в Локальной Группе галактик? (Tegmark et al., 2004)
4) Что-то еще...
5) Ее просто нет (случайность)

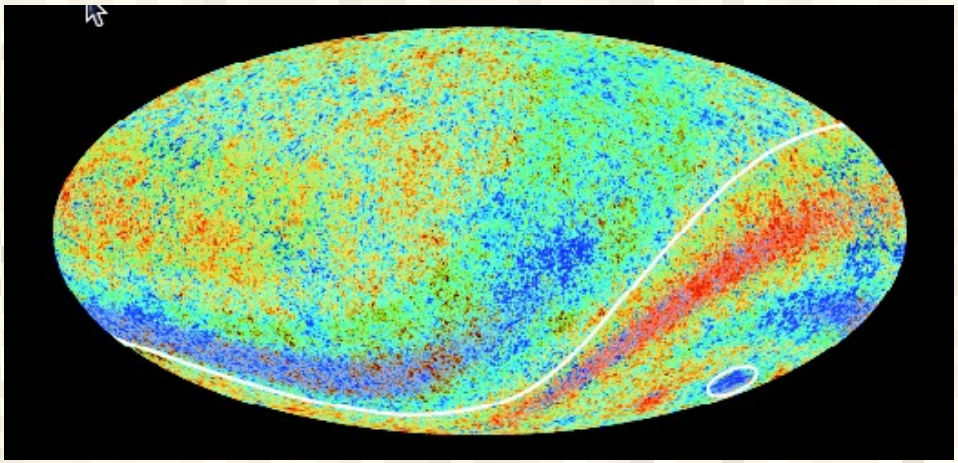






Асимметрия Север — Юг
и анизотропное расширение Вселенной



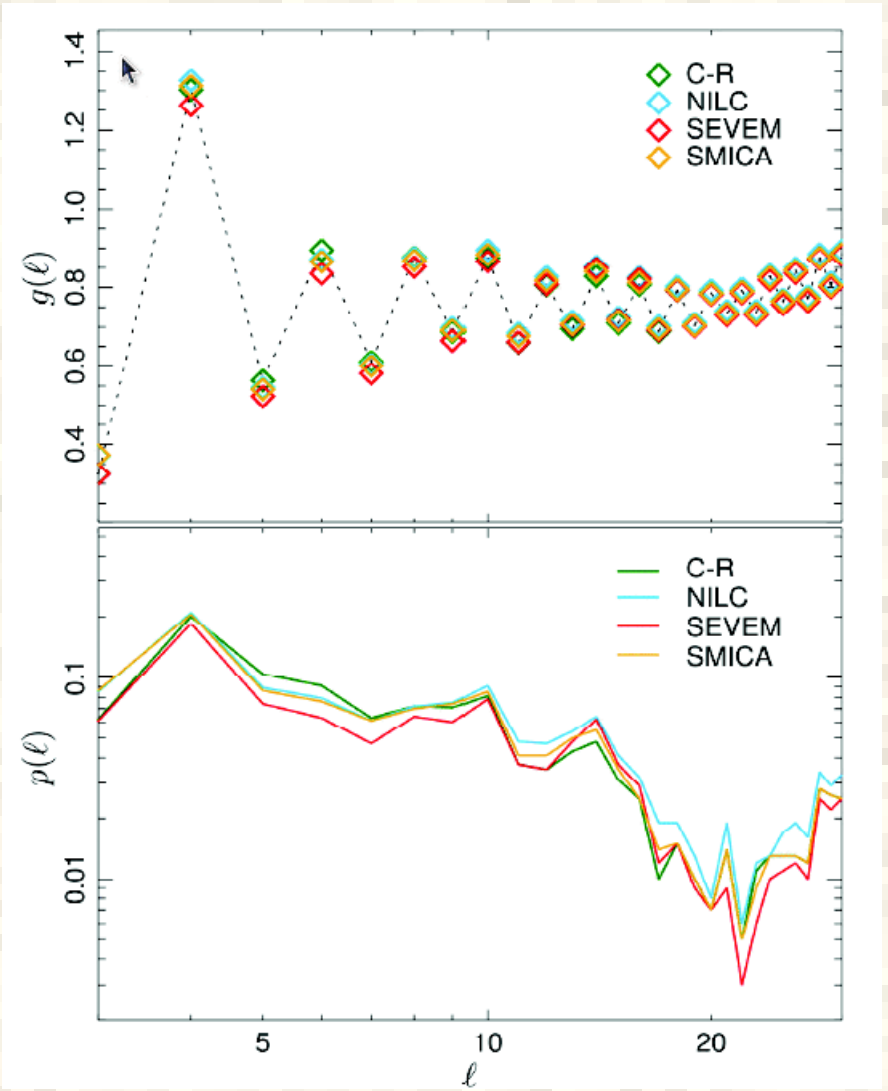


Четность/нечетность спектра мощности

$$P^{+}(\ell) = \sum_{n=2}^{\ell} \Gamma^{+}(n) \frac{n(n+1)}{2\pi} C_n,$$

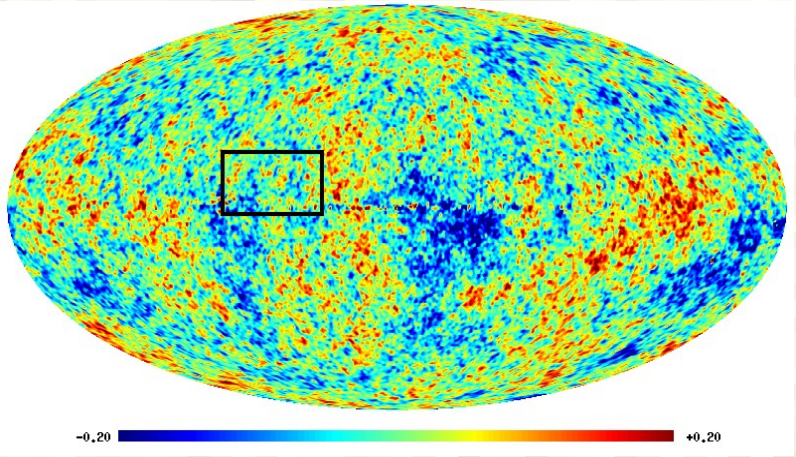
$$P^{-}(\ell) = \sum_{n=2}^{\ell} \Gamma^{-}(n) \frac{n(n+1)}{2\pi} C_n,$$

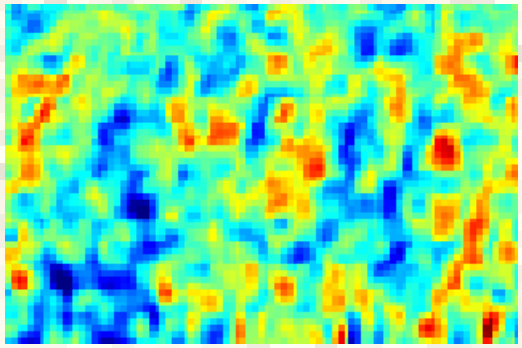
$$g(\ell) = \frac{P^{+}(\ell)}{P^{-}(\ell)}$$

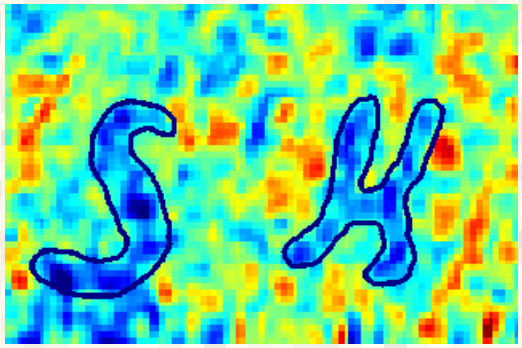


Stephen Hawking «stamp»

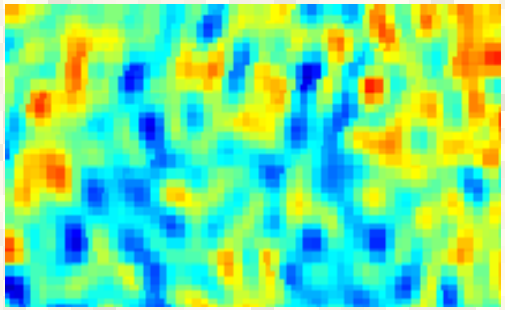
WMAP

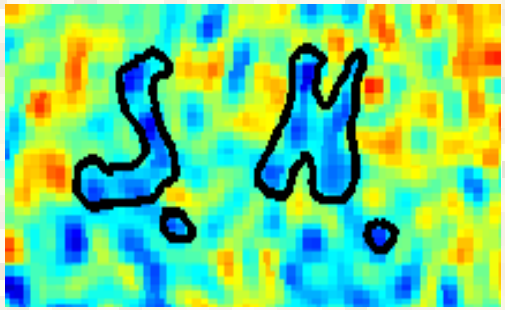






Planck,SMICA



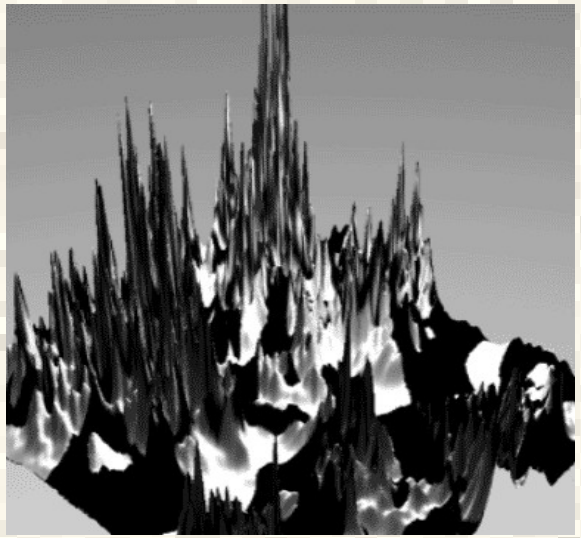


Мультивселенные

1) М-теория (теория бран)
2) Множественная инфляция
3) Миры Эверетта
4) Компактифицированные измерения

Вселенная и квантовые вычисления

Что такое события в планковских ячейках ?



Все только начинается !

Несколько слов о программе Сахарова-Зельдовича

Космомикрофизика: меморандум 10-ти институтов