

**Физическая природа закона всемирного
тяготения И. Ньютона. Эксперименты
С.Э. Шноля и А.Н. Козырева. Объяснение
красных смещений в законе Хаббла и
космического микроволнового фона**

**Баренбаум А.А.
ИПНГ РАН, Москва**

**XVII Забабахинские Научные Чтения
19–23 мая 2025**

1. Познакомить с экспериментами С.Э. Шноля и Н.А. Козырева
2. На основе анализа этих экспериментов доказать реальность гравитонов – носителей корпускулярных свойств гравитации.
3. Предложить объяснение гравитонами физической природы «мгновенного» дальнего действия закона тяготения Ньютона.
4. Объяснить на основе новых представлений закон красных смещений Хаббла и происхождение и свойства космического микроволнового фона.

Закон всемирного тяготения Ньютона (1687)

Любая масса притягивает другую любую массу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Эта сила действует вдоль линии, соединяющей две массы.

Физическая природа закона всемирного тяготения Ньютона в современной физике пока не объяснена

Закон всемирного тяготения Ньютона (1687)

Любая масса притягивает другую любую массу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Эта сила действует вдоль линии, соединяющей две массы.

Физическая природа закона всемирного тяготения Ньютона в физике пока не объяснена

Такое объяснение позволяют дать результаты экспериментов С.Э. Шноля и Н.А. Козырева

Проблема гравитации

В физике все фундаментальные силовые взаимодействия (таблица) происходят с передачей квантов энергии, которую переносят элементарные частицы виртуальные или реальные.

Взаимодействие	Частица-переносчик	Свойства
Электромагнитное	Фотон	Спин = 1, нет массы и электрического заряда.
Слабое	W^+ , W^- И Z^0 бозоны	$S = 1$, имеют массу, $W^\pm$ имеют магнитный момент, а Z^0 — нет
Сильное	Глюоны	$S = 1$, нет массы и электрического заряда.
Гравитационное	Гравитоны (?)	$S = 2, 1$ или 0 , нет массы и заряда, скорость света C .

Согласно «Стандартной модели» физики элементарных частиц, все эти частицы обладают корпускулярными и волновыми свойствами. При этом фотоны, векторные бозоны и глюоны предсказаны и обнаружены. Тогда как гравитоны лишь предполагаются и пока не открыты.

Теоретически ожидается, что если гравитоны существуют, они являются нейтральными безмассовыми бозонами со спином 2, которые движутся со скоростью света и в слабом гравитационном поле обеспечивают выполнение закона всемирного тяготения Ньютона. Масса гравитонов составляет $\sim 10^{-64}$ г (Wikipedia).

Полагают, что открытие гравитонов позволит объединить две основные теории, на которых построена современная физика: ОТО и квантовую механику. Но их объединение сталкивается с серьезными теоретическими трудностями (Wikipedia)

Тяготение Ньютона:

В законе всемирного тяготения И. Ньютона фигурирует СИЛА ГРАВИТАЦИОННОГО ПРИТЯЖЕНИЯ, которая оказывает мгновенное силовое воздействие на любой объект с массой, находящийся на расстоянии.

Гравитация в современной физике:

Сила гравитации подменяется ФИЗИЧЕСКИМ ПОЛЕМ, пронизывающим пространство. Любая масса в этом пространстве, испытывает силу притяжения, которая пропорциональна массе и НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ в месте нахождения массы.

**Доказательства открытия
гравитонов в экспериментах
С.Э. Шноля и Н.А. Козырева**



**Симон Эльевич Шноль (21.03.1930 — 11. 09.2021)
доктор биологических наук (1970), профессор каф. биофизики
физфака МГУ, зав.лаборатории физической биохимии ИТЭБ РАН
(Пущино)**

Эксперименты С.Э. Шноля

Изучение макроскопических флуктуаций (МФ) процессов разной физической природы в разное время и местах земного шара.

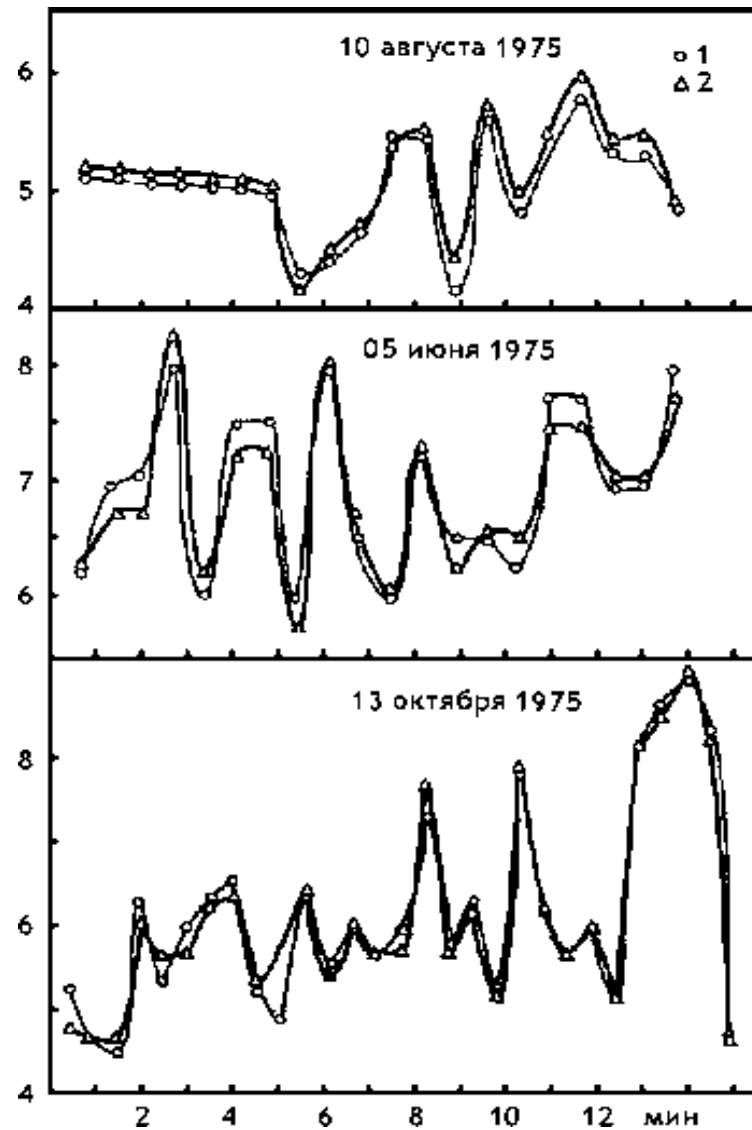
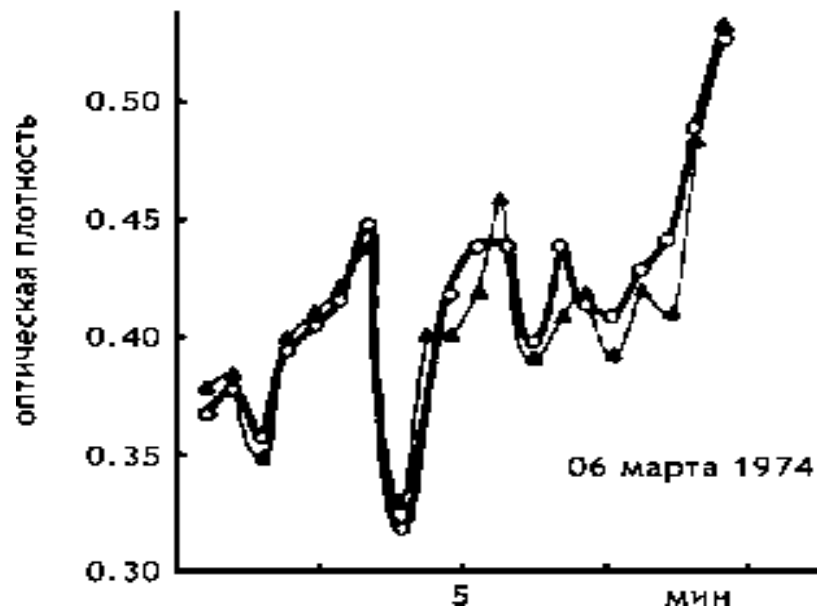
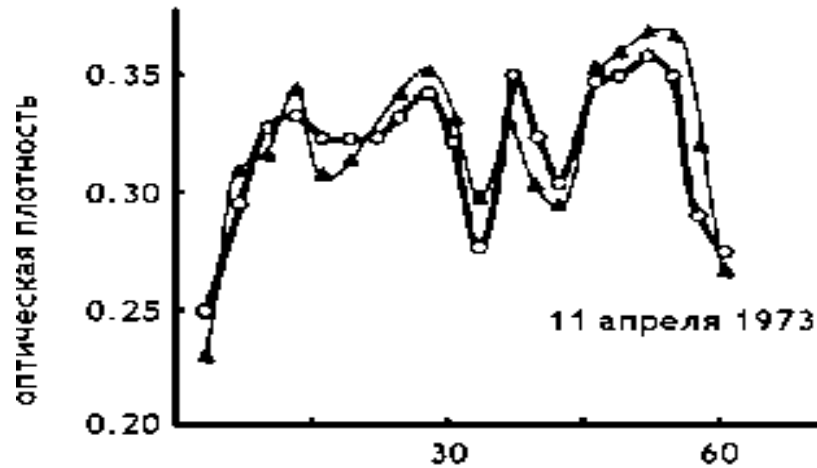
Макроскопические флуктуации изучались на протяжении 60 лет.

1 Этап (1954-1983) - Химические и биологические процессы

2 Этап (1983 - 2021) - α и β распад радиоактивных элементов, шумы полупроводниковых устройств, геомагнитные процессы, процессы электромагнетизма и др.

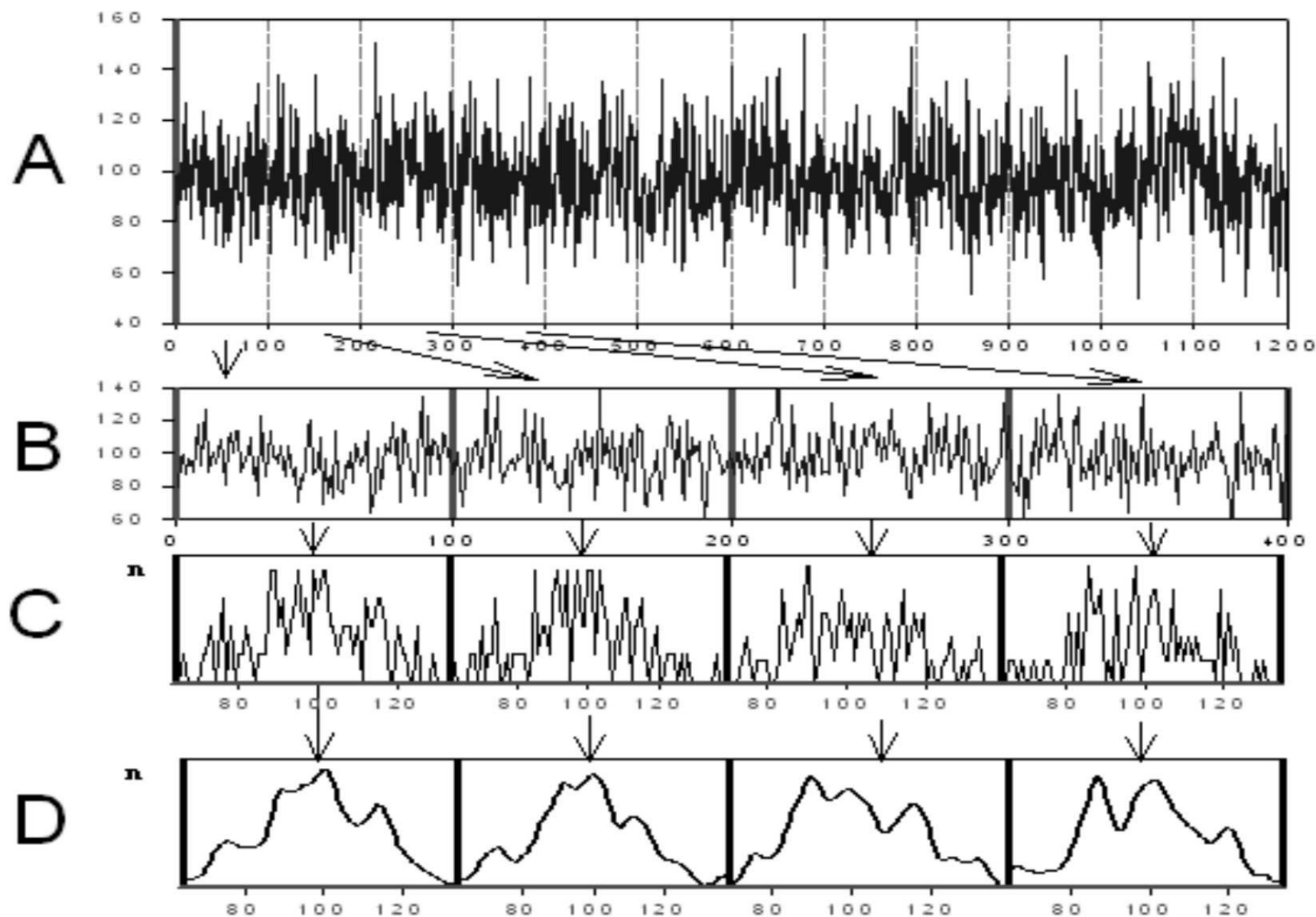
3. Обработка результатов измерений на ЭВМ

1 ЭТАП: Гистограммы МФ в химических и биологических реакциях

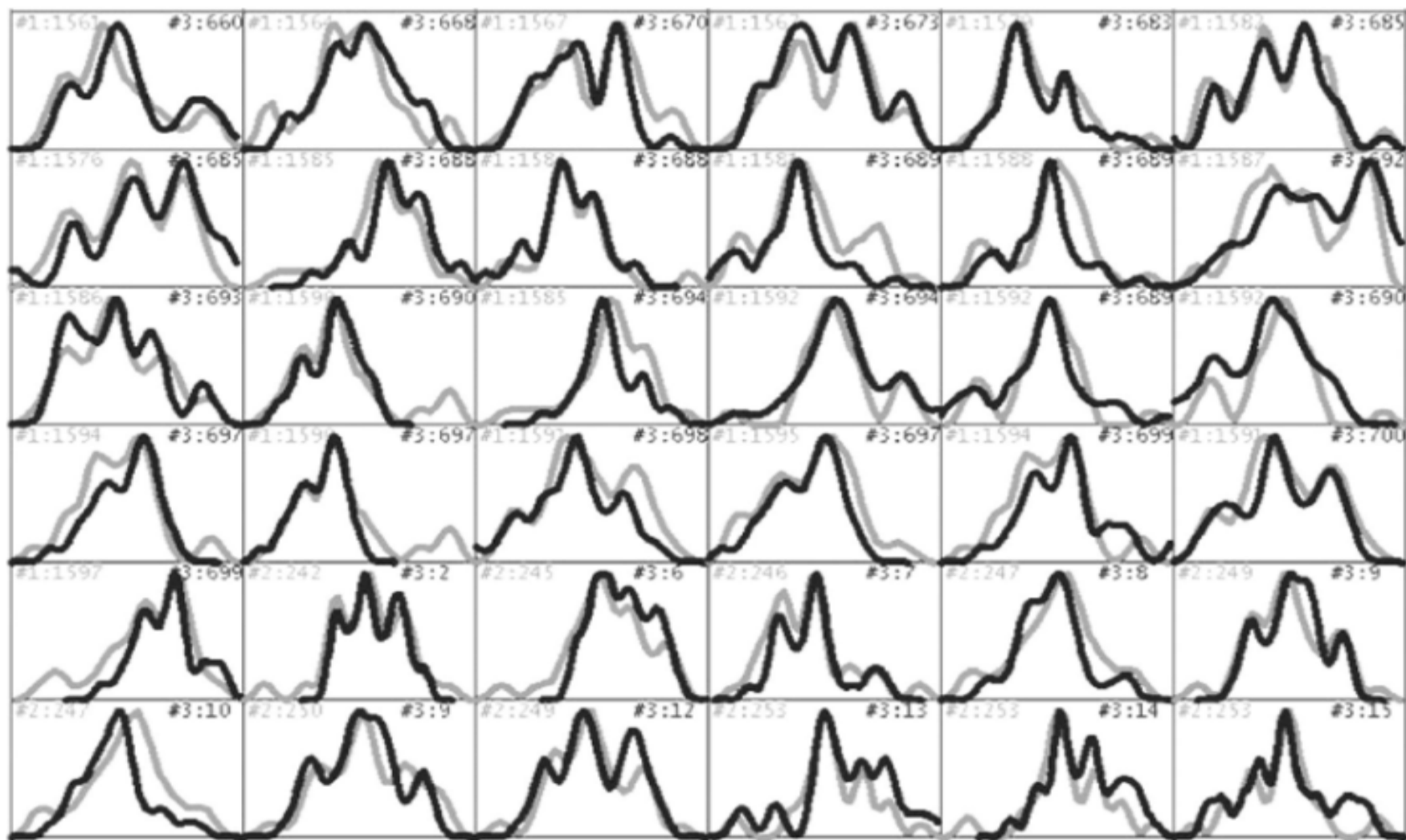


Синхронное изменение ферментативной активности в разбавленном растворе креатинкиназы

2 ЭТАП: Методика измерений МФ и обработка результатов

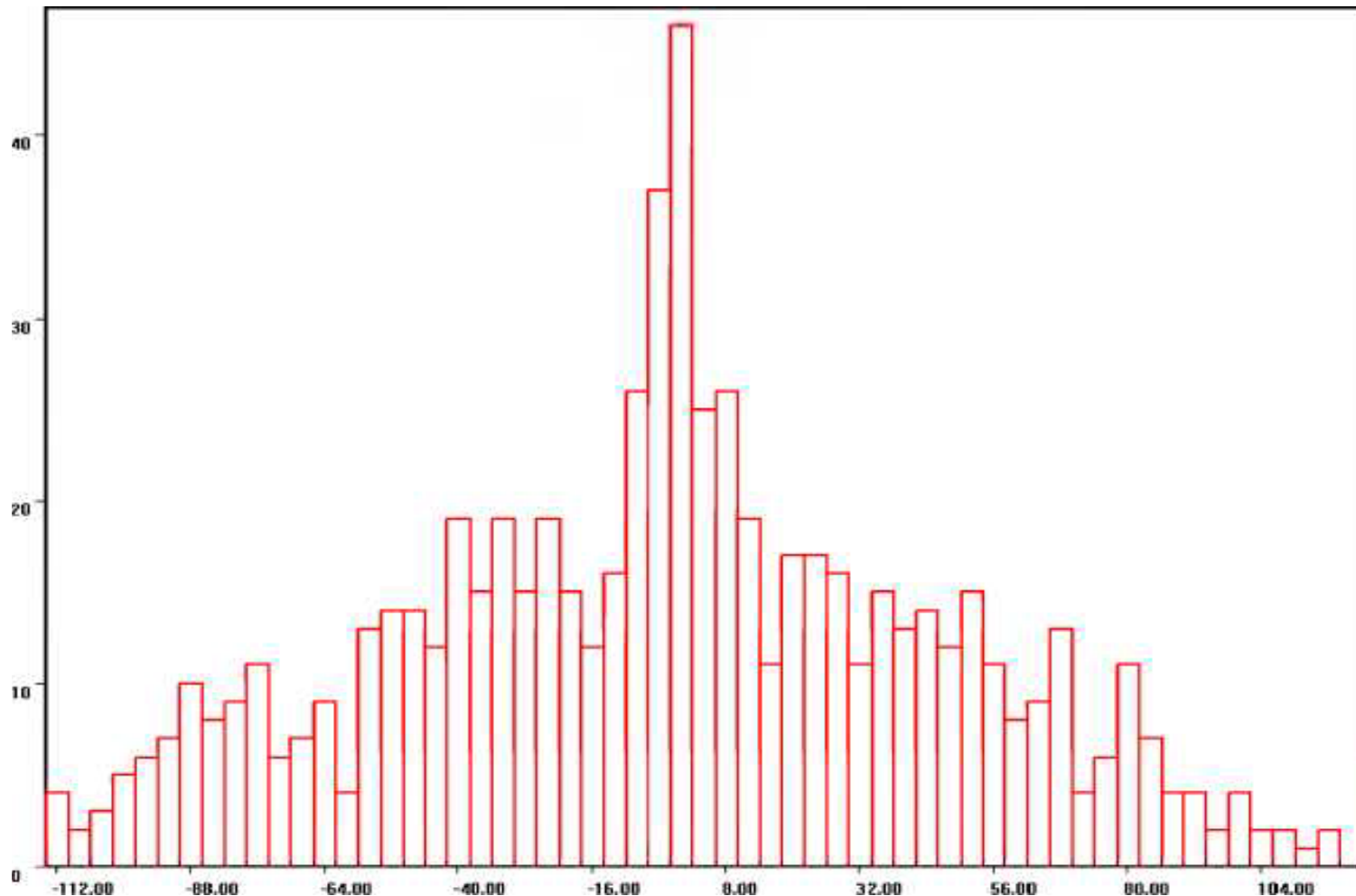


Методика измерений и обработка результатов



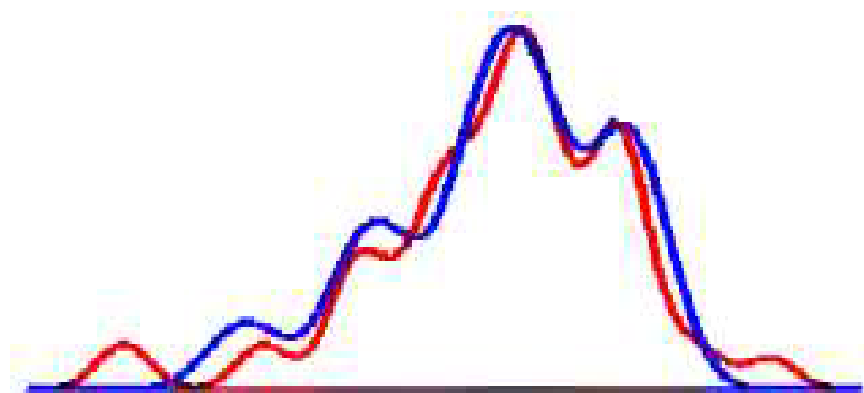
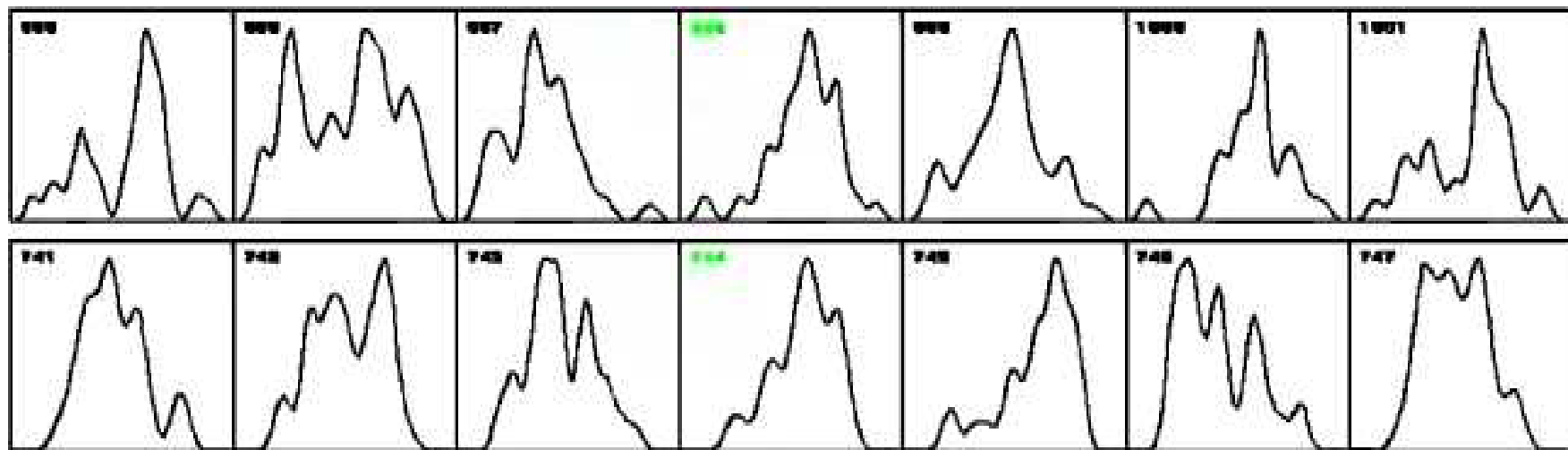
Спектры МФ, измеренные 8.04.2005 г. в шумах полупроводниковой системы - Принстон США (40.3° с.ш., 74,65° з.д.) и при α -распаде ^{239}Pu в экспериментах в Пущино (54.7° с.ш., 37,6° з.д.) при разности «местного времени» 448 мин

Обработка гистограмм на ЭВМ по специальным программам



Результаты сравнения гистограмм при измерениях шумов в гравитационной антенне “Улитка” в ГАИШ (Москва) и гистограмм при измерениях α -активности ^{239}Pu в Пущино (18.07–13.08.1997). Различие изменений при α -распаде и в шумах гравитационной антенны составляет более 10! Порядков.

Солнечные затмения



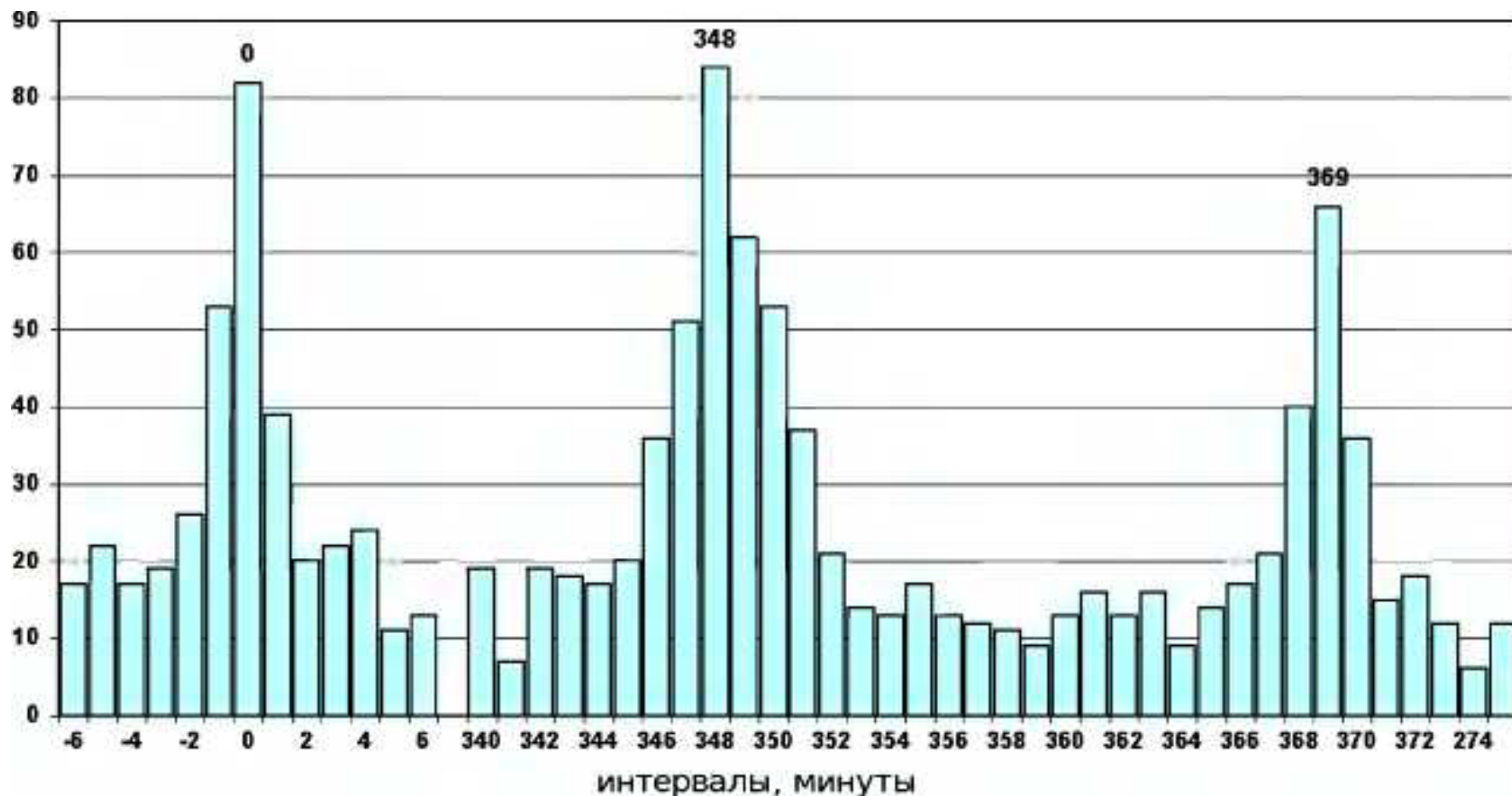
Верхняя строка — гистограммы, построенные по измерениям альфа-активности ^{239}Pu в Пущино во время Солнечного затмения 19 апреля 2004 г.

Нижняя строка — то же по измерениям во время Солнечного затмения 31 июля 2000 г.

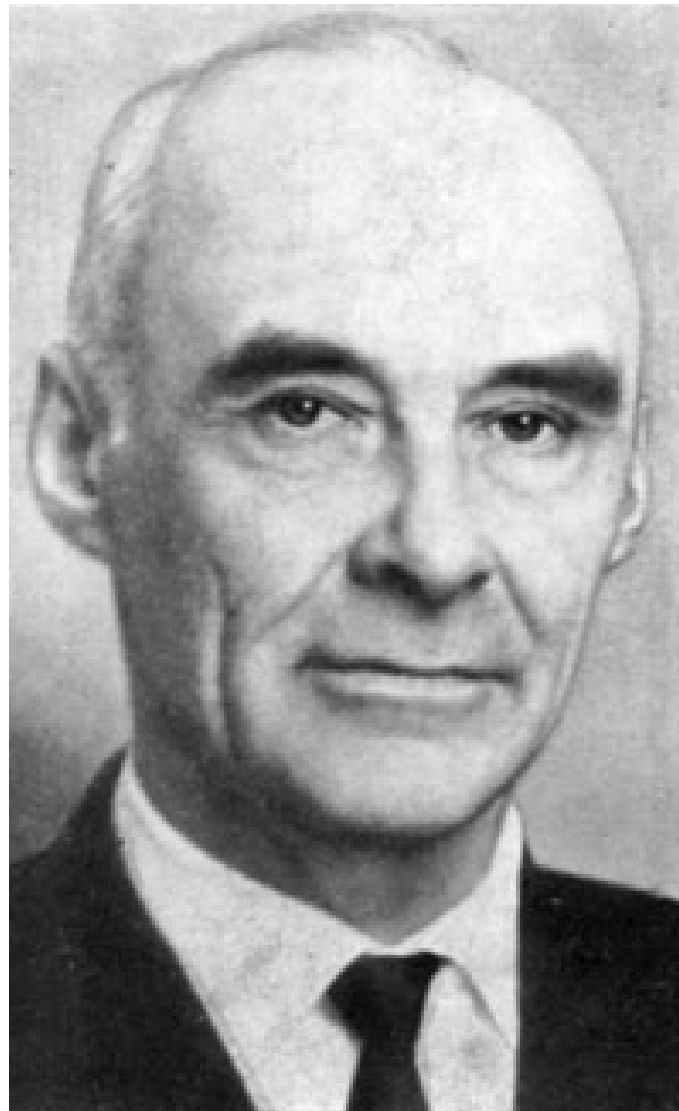
Гистограммы за одну минуту до максимума затмения помещены в центре строк.

Внизу эти гистограммы нарисованы при наложении друг на друга.

Влияние вращения Земли вокруг Солнца на альфа-распад ^{239}Pu



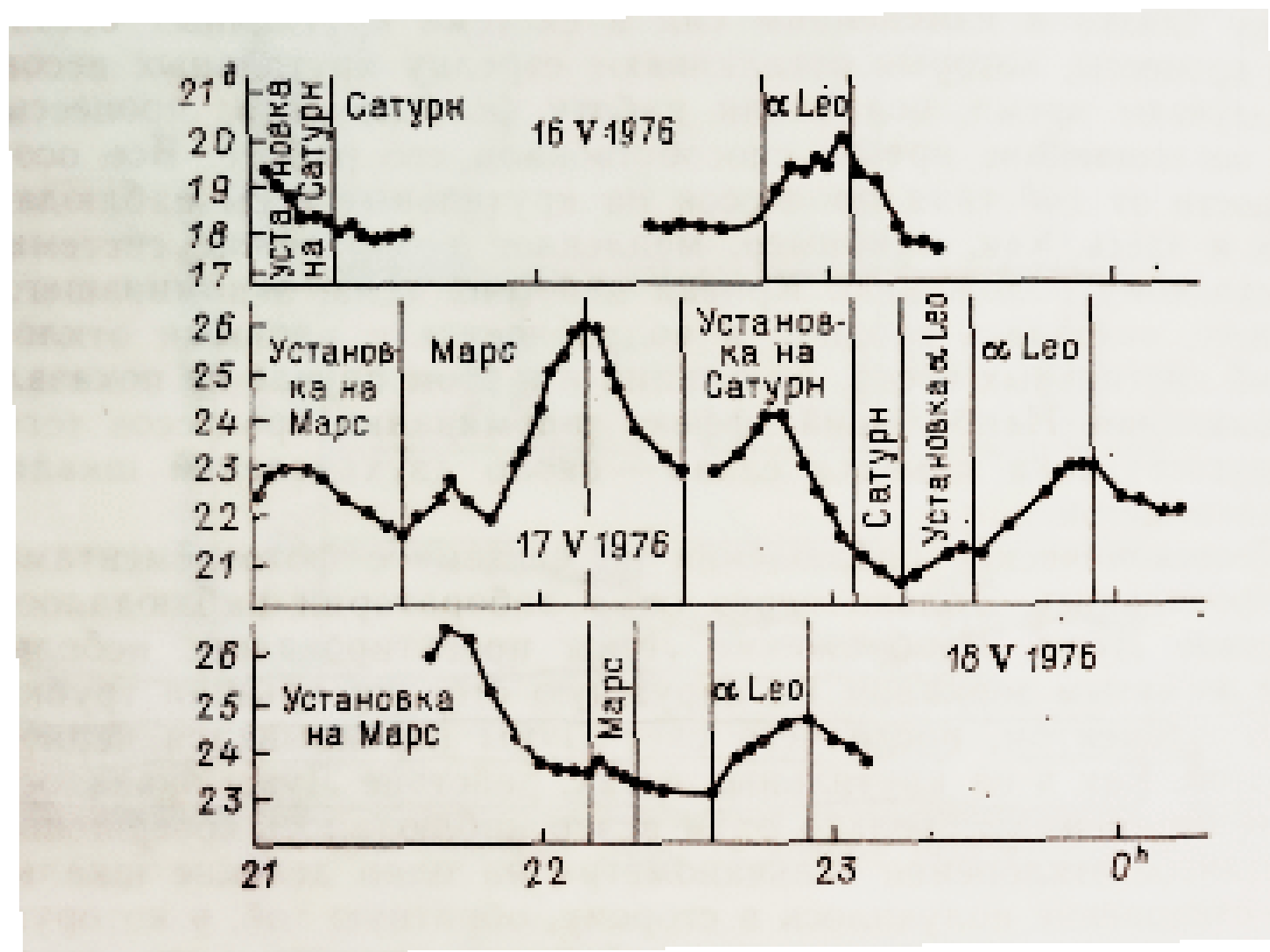
Календарный, Тропический и Сидерический годовые периоды появления гистограмм сходной формы. По оси абсцисс интервалы после вычета числа минут в календарном годе (минуты). По ординате — число сходных пар, соответствующее данной величине интервала. Построены по результатам измерений С.Н. Шаповалова в Антарктике в 2007-2008 г.г.



**Николай Александрович Козырев (2.09.1908— 27.02.1983)
астрофизик, доктор физико-математических наук (1947).**

Пулковская обсерватория, Крымская астрофизическая обсерватория

Эксперименты Н.А. Козырева на телескопе РМ-700 в Пулкове



Наблюдение изменений сопротивления проводника под действием звезды α Leo (Регул), Сатурна и Марса

Форма спектров макроскопических флуктуаций в процессах разной физической природы:

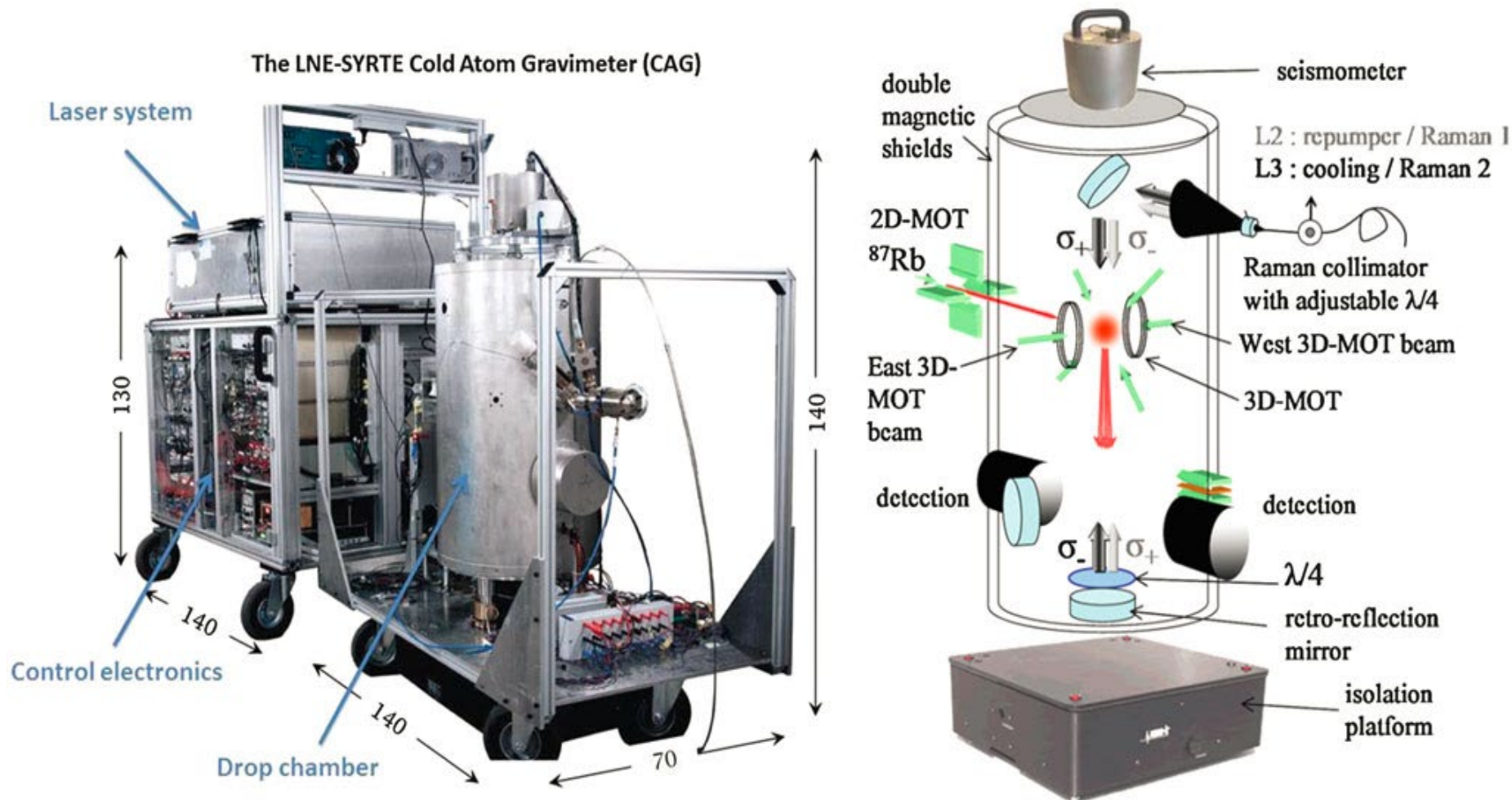
- 1. Зависит от широты места;**
- 2. Является сходной в соседних интервалах времени;**
- 3. Повторяется с суточными, месячными и годовыми периодами;**
- 4. Зеркально симметрична в спектрах МФ через половину соответствующего периода.**

Строгое повторение сходных гистограмм МФ через периоды суточного и годичного вращения Земли, и месячного вращения Луны вокруг Земли, а также при редких неординарных событиях в Солнечной системе, требует выполнения двух обязательных условий:

1. Околоземное поле гравитации является векторным и наряду с Землей его формируют другие объекты космоса;
2. Носителями **силы притяжения** в законе всемирного тяготения Ньютона являются гравитоны.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГИИ ГРАВИТОНОВ

Холодно-атомный гравиметр CAG с чувствительностью $\alpha = 10^{-9} \text{ gal}$



Прибор основан на использовании бозе-эйнштейновского конденсата из $\sim 10^8$ атомов Cs или Rb, Рамановского лазера, охлаждающего конденсат до $T \sim 10^{-5} \text{ K}$, и двух лучевого интерферометра, аналогичного интерферометру Маха-Цендера в оптике, анализирующего кванты электромагнитного излучения конденсата.

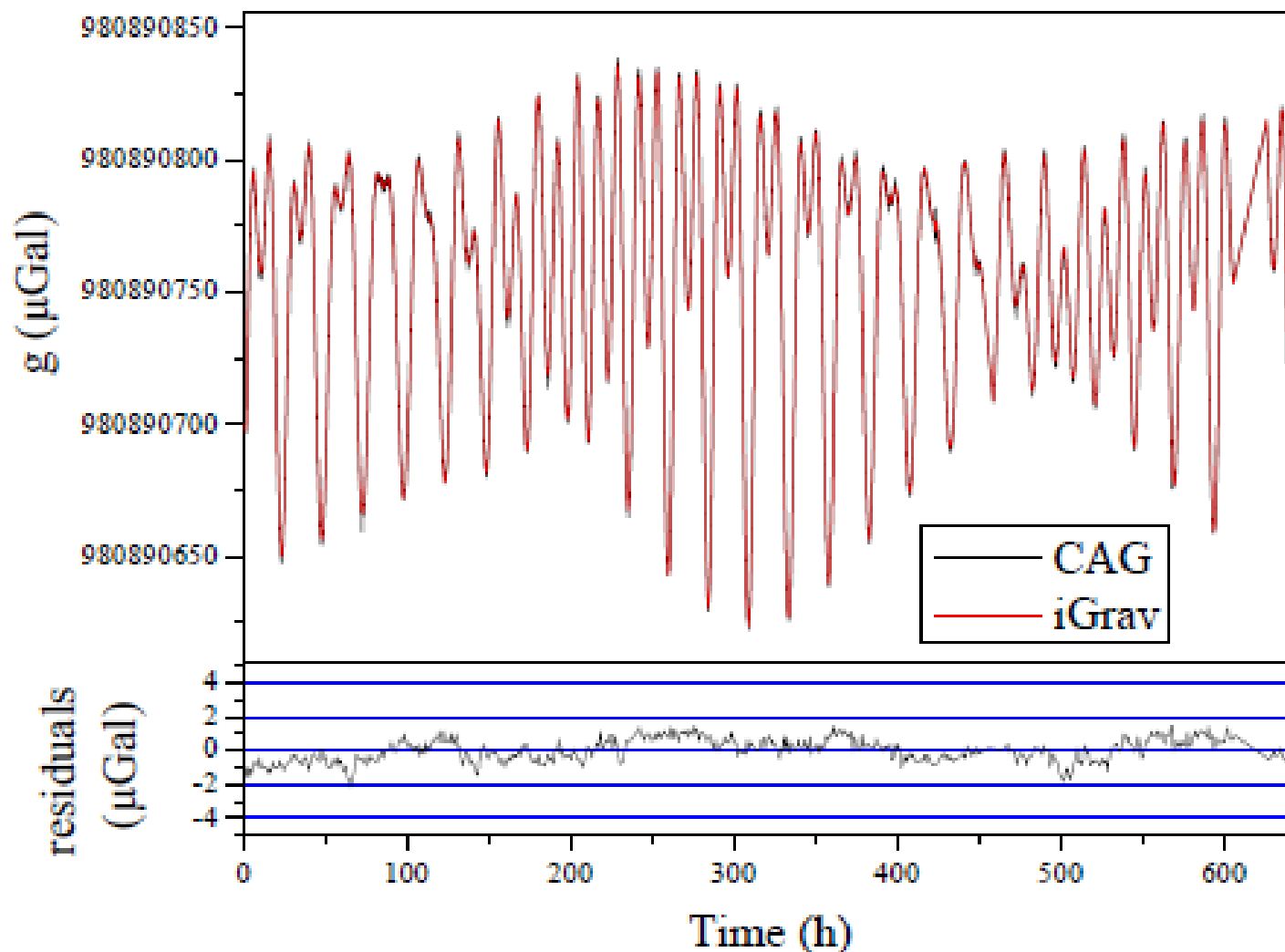
Ускорение на поверхности Земли вызванное космическими объектами

Расчетная формула: $\alpha = GM/R^2$

где G – гравитационная постоянная, M – масса объекта, R – расстояние до поверхности Земли

Object	Mass M (kg)	Distance R (km)	Acceleration α (gal)
Earth	5.972×10^{24}	6378,1 6356,8	980.665
Sun	1.989×10^{30}	1.46×10^8 1.52×10^8	5.96×10^{-1}
Moon	7.347×10^{22}	3.62×10^5 4.05×10^5	3.74×10^{-3} 2.99×10^{-3}
Venus	5.974×10^{24}	3.80×10^7 2.61×10^8	2.76×10^{-5} 5.85×10^{-7}
Mars	6.417×10^{23}	5.46×10^7 4.01×10^8	1.43×10^{-8} 2.67×10^{-9}
Jupiter	1.9×10^{27}	5.88×10^8 9.67×10^8	3.67×10^{-5} 1.68×10^{-5}
Saturn	5.9×10^{26}	1.35×10^9 1.69×10^9	2.16×10^{-8} 1.38×10^{-8}

Холодно-атомный гравиметр CAG



Непрерывные показания в течение 25 дней холодно-атомного гравиметра CAG и сверхпроводящего гравиметра iGrav. Внизу – разность показаний гравиметров

ВЫВОДЫ ПО ГРАВИТАЦИИ (из экспериментов С.Э. Шноля)

1. Гравитоны не «прилетают» на Землю из космоса, а передают энергию гравитационного поля телам непосредственно на месте. Ничем иным, кроме как виртуальными векторными бозонами, гравитоны быть не могут. Следуя квантовой теории поля, время жизни виртуальных гравитонов $t_g \sim \hbar/w_g = 1/v_g \sim 10^{-9}$ сек, а их радиус действия $r \approx \hbar/mc < 10$ см.
2. Поле гравитации, обменивающееся с телами энергией посредством гравитонов, векторное и определяется суперпозицией сил притяжения всех материальных тел, которые в каждой точке пространства создают это поле по закону всемирного тяготения Ньютона.
3. Математически такое силовое поле можно описать тензором в векторном пространстве ранга N. Ранг тензора и размерность пространства определяет число тел N, создающих это поле по закону тяготения Ньютона. Число тел N может быть бесконечным, однако достаточно ограничиться лишь теми, чье влияние на поле гравитации интересует. В результате, в любой точке пространства поле гравитации можно представить системой N векторов, каждый из которых определяет силу притяжения соответствующего объекта.
4. При перемещении из одной точки пространства в другую направление и длина векторов меняются, но их число N неизменно. При этом все изменения в N-мерном поле гравитации происходят квантовыми скачками с участием виртуальных гравитонов.

**Апробация «виртуально-квантового»
механизма взаимодействия фотонов
света с полями гравитации в космосе**

Постановка задачи для фотонов

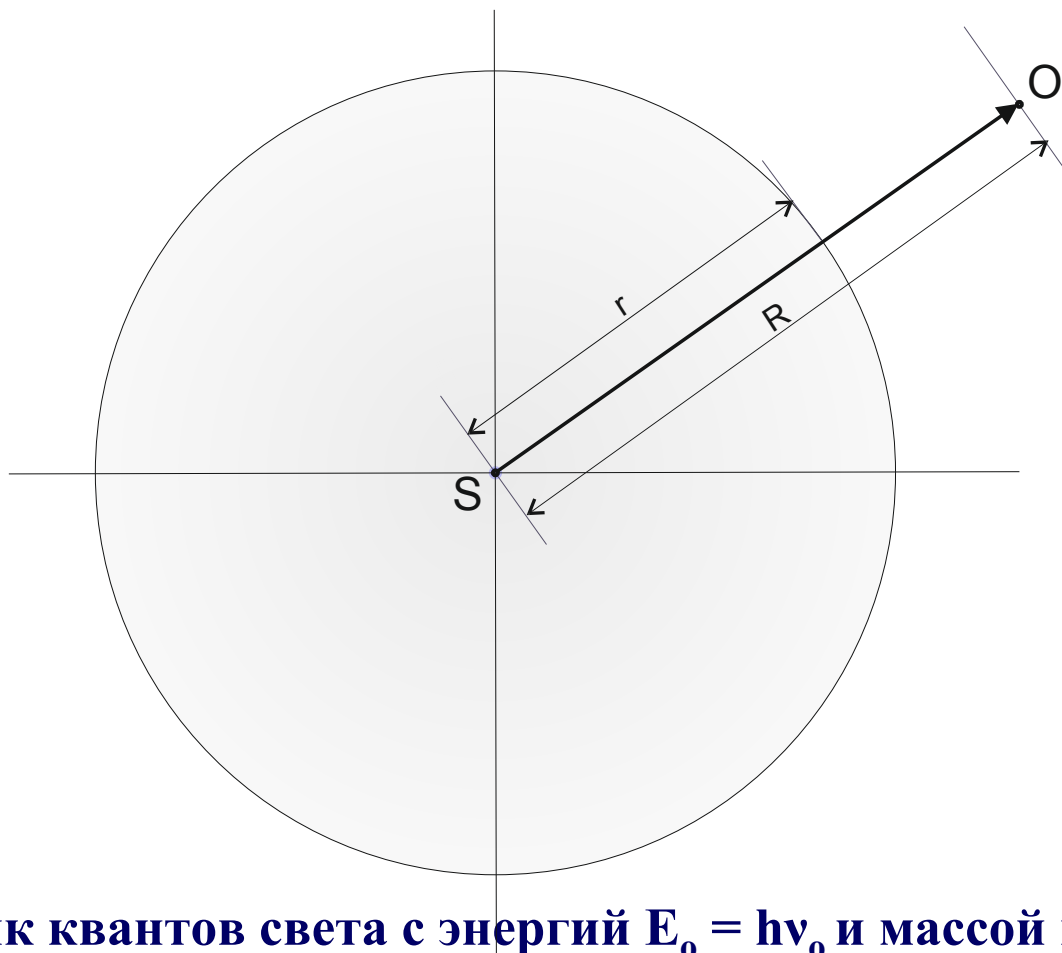
Являясь квантовыми частицами, фотоны света при взаимодействии с полями гравитации в космосе теряют энергию, испуская кванты электромагнитного излучения с энергией ω_g .

Потеря фотонами энергии происходит до тех пор, пока их текущая энергия не достигнет термодинамического равновесия с космическим пространством, обладающим температурой 2.725 К.

Это равновесное излучение с температурой 2.725 К есть космический микроволновый фон, который определяется энергетическим спектром виртуальных гравитонов

Для обоснования данного вывода автором построены две теоретические модели, которые объясняют красные смещения фотонов далеких источников света в законе Хаббла и физическую природу микроволнового фона.

Модель 1: Вывод формулы Хаббла



S – источник квантов света с энергий $E_0 = h\nu_0$ и массой $m_0 = h\nu_0/C^2$;

O – наблюдатель;

r – текущее расстояние от источника;

R – расстояние между источником и наблюдателем.

Источник и наблюдатель находятся в космической среде плотностью ρ .

Сила гравитационного притяжения кванта космической средой

$$F = G \frac{M(r)m(r)}{r^2} \quad (1)$$

$M(r) = (4/3)\pi \cdot \rho \cdot r^3$, $m(r) \sim m_0 / \tilde{r}$, где $\tilde{r} = r/1$ Мпк.

Энергия кванта за вычетом работы по преодолению силы притяжения космической средой

$$E = h\nu = E_0 - \int_0^R F(r)dr \quad (2)$$

$$h\nu = E_0 - \Delta E = h\nu_0 \left(1 - \frac{4}{3 \cdot C^2} \pi \cdot \rho \cdot \tilde{r} \cdot G \cdot R\right) \quad (3)$$

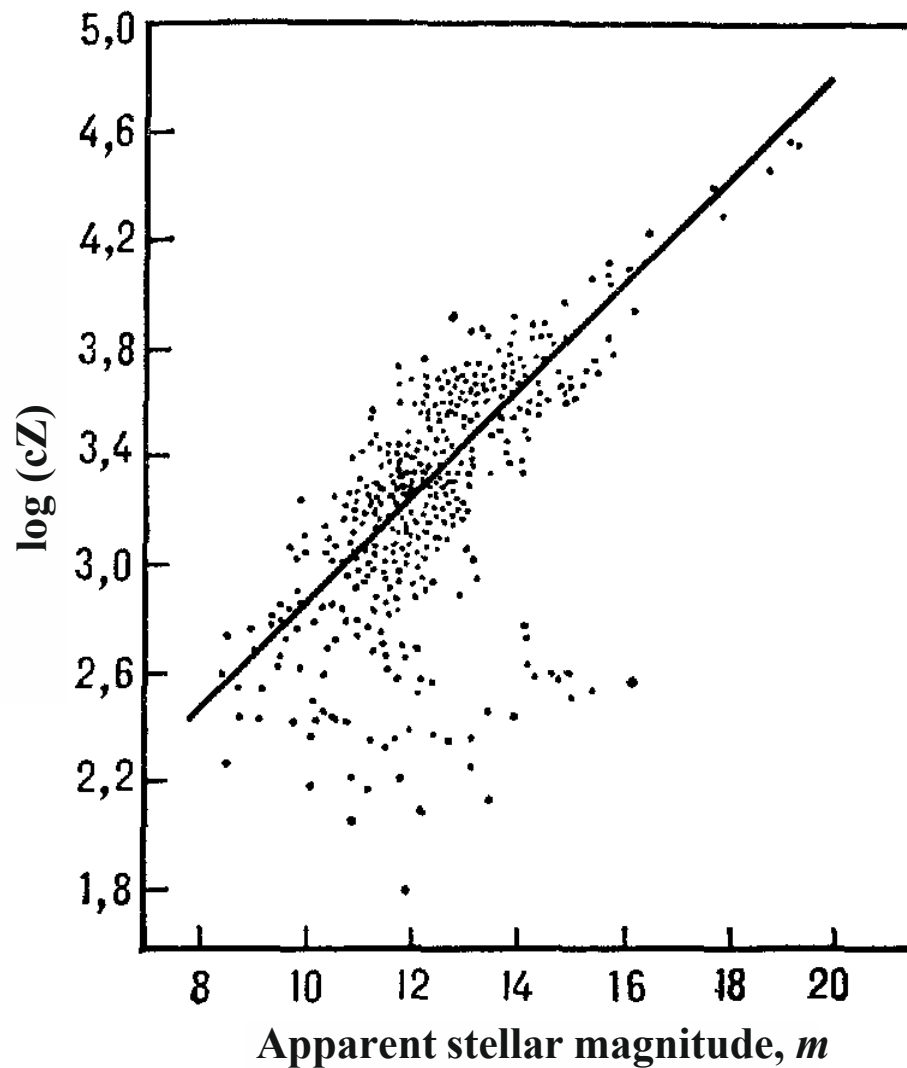
Красное смещение частоты света

$$Z = \frac{\nu_0 - \nu}{\nu_0} = \frac{1}{C} \left(\frac{4\pi\rho_0\tilde{r}G}{3C} \right) R \quad (4)$$

Плотность вещества космической среды при $H_0 = 67$ км/с на 1 Мпк

$$\rho_0 = \frac{3CH_0}{4\pi\tilde{r}G} = 7.7 \cdot 10^{-23} \text{ кг/м}^3 \quad (5)$$

Применение формулы Хаббла на практике



Зависимость параметра $\log(cZ)$ от видимой звездной величины галактик $m = M + 5 \log R - 5$, где M – абсолютная звездная величина, R – расстояние до галактик. Прямая – закон Хаббла

- ❖ Вещество, определяющее значение постоянной Хаббла, имеет плотность $\rho \approx 7.7 \cdot 10^{-23} \text{ кг/м}^3$, которая на 4 порядка превышает критическую плотность вещества Вселенной в стандартной космологической модели ($9.7 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3$).
- ❖ Данную плотность не могут обеспечить ни водород, чья концентрация в космическом пространстве $\sim 1 \text{ атом/дм}^3$ ($\rho = 1.67 \cdot 10^{-24} \text{ кг/м}^3$), ни нейтрино ($\rho \sim 3 \cdot 10^{-28} \text{ кг/м}^3$), ни реликтовое излучение ($\rho \sim 4.5 \cdot 10^{-31} \text{ кг/м}^3$).
- ❖ Этим веществом являются «старые» звезды малых масс ($\approx 0.5 M_{\odot}$), которые не проявляют себя в излучении света. Они давно завершили эволюцию и теперь участвуют в круговороте барионной материи. Их концентрация в пространстве между галактиками $\sim 3 \cdot 10^{-3} \text{ звезд/пк}^3$. Что на $\sim 2\text{-}3$ порядка ниже средней плотности звезд в самих галактиках.
- ❖ Из-за гравитационной неустойчивости космической среды по Джинсу, эти звезды образуют сгущения $\sim 0.5 \text{ Мпк}$ и общим количеством звезд в сгущении $\sim 2 \cdot 10^{14}$. Указанные значения могут служить оценками размера и массы галактик.

Модель 2: Объясняет гравитонами спектр микроволнового фона

- Модель вводит в рассмотрение сбалансированный круговорот барионного вещества в Метагалактике, при котором плотность энергии, выделяющейся при синтезе ^4He из водорода в ОВ-звездах и затем излучаемой в оптическом диапазоне, совпадает с плотностью энергии фотонов космического микроволнового фона (КМФ).
- Модель использует два аргумента, позволяющие теоретически вычислить параметры КМФ, которые в настоящее время измерены в экспериментах COBE, WMAP и Planck:

- Спектральное распределение фотонов КМФ с высокой степенью точности является чернотельным с температурой $T = 2.725 \text{ K}$,
- Фотоны имеют среднюю энергию $E \approx 6 \times 10^{-4} \text{ эВ}$,
- Число фотонов в единице объема равно $n \approx 416 \text{ см}^{-3}$,
- Плотность энергии в КМФ $\varepsilon = 4.2 \times 10^{-13} \text{ эрг/см}^3$ или 0.26 эВ/см^3 .

Аргумент 1

- ❖ КМФ и его температура были предсказаны как собственное чернотельное излучение космического пространства. Первым определил температуру в 1896 году С. Гийом, получивший $T = 5.6 \text{ K}$.
- ❖ А. Эдингтон в 1926 г. вычислил поступающий на Землю поток оптического излучения звезд, составивший $U = 5.75 \times 10^{-3} \text{ эрг см}^{-2} \text{ с}^{-1}$.
- ❖ Е. Регенер в 1933 году измерил поток энергии ночного неба и определил его температуру, применив закон Стефана-Больцмана. По измерениям Регенера поток энергии излучения всех звезд на границе атмосферы составил $U = 3.53 \times 10^{-3} \text{ эрг см}^{-2} \text{ с}^{-1}$.

Температура ночного неба, рассчитанная по формуле Стефана-Больцмана: $U = \sigma T^4$ (где $\sigma = 5.67 \times 10^{-5} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{K}^{-4}$ – постоянная Стефана-Больцмана), получена равной $T = (U/\sigma)^{1/4} = 2.8 \text{ K}$.

Это значение совпадает с температурой КМФ $T = 2.725 \text{ K}$.

.

Аргумент 2

- ❖ Аргумент касается энергии, выделяемой молодыми **ОВ-звездами** в оптическом диапазоне при синтезе ^4He по J. Burbidge and F. Hoyle (1998). В этой работе авторы подтвердили сделанный ими ранее вывод (Burbidge et al., 1957), что **изотопы легких химических элементов (D , ^3He , ^6Li , ^7Li , ^9Be , ^{10}B и ^{11}B) возникли не при Большом взрыве, а синтезированы, как и ^4He из водорода в молодых звездах в течение последних 100 млн лет.**
- ❖ Плотность энергии в космическом пространстве, выделенной звездами при синтезе ^4He , по расчетам J. Burbidge and F. Hoyle (1998) составляет величину **4.37×10^{-13} эрг/см³**. Это значение отличается от плотности энергии КМФ **4.2×10^{-13} эрг/см³** всего на 4%.
- ❖ Близки к плотности энергии КМФ также плотности энергии космических лучей (Гинзбург, 1984), галактического магнитного поля и турбулентного движения межзвездного газа (Sciama, 1973).

Гарвардская классификация звезд основных спектральных классов

Класс	Температура, К	Истинный цвет	Видимый цвет	Масса, $M_{\odot}$	Радиус, $R_{\odot}$	Светимость, $L_{\odot}$	Линии водорода	Доля в глав. послед., %	Усреднённый возраст, лет
O	30 000—60 000	голубой	голубой	60	15	1 400 000	слабые	~0,00003034	10^7
B	10 000—30 000	бело-голубой	бело-голубой и белый	18	7	20 000	средние	0,1214	$5 \cdot 10^7$
A	7500—10 000	белый	белый	3,1	2,1	80	сильные	0,6068	$5 \cdot 10^8$
F	6000—7500	жёлто-белый	белый	1,7	1,3	6	средние	3,03398	$5 \cdot 10^9$
G	5000—6000	жёлтый	жёлтый	1,1	1,1	1,2	слабые	7,6456	10^{10}
K	3500—5000	оранжевый	желтовато-оранжевый	0,8	0,9	0,4	очень слабые	12,1359	$5 \cdot 10^{10}$
M	2000—3500	красный	оранжево-красный	0,3	0,4	0,04	очень слабые	76,4563	10^{12}

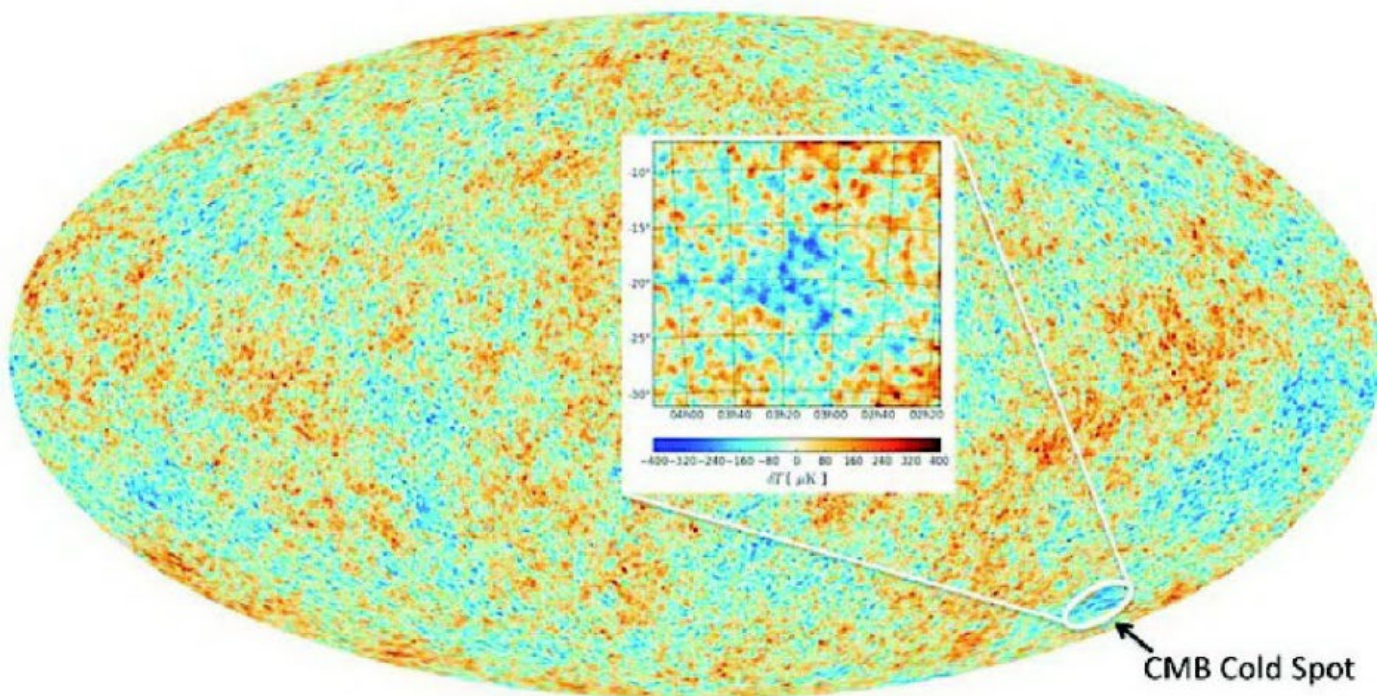
Модель 2: Главный вывод

Образование звезд и галактик находится в термодинамическом равновесии с другими процессами в космосе при температуре космического пространства $T = 2.725$ К, которая определяется космохимическим круговоротом барионного вещества.

Параметры космического пространства	Значение параметра
Концентрация «старых» звезд массой ($0.5 M_{\odot}$)	$\sim 3 \times 10^{-3} \text{ pc}^{-3}$
Концентрация «молодых» ОВ-звезд массой ($50 M_{\odot}$)	$\sim 1.5 \times 10^{-7} \text{ pc}^{-3}$,
Отношение «молодых» и «старых» звезд	$\sim 2 \times 10^{-4}$
Поток света ОВ-звезд около Земли [Regener, 1933]	$3.53 \times 10^{-3} \text{ erg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
Плотность энергии ОВ-звезд [Burbidge, Hoyle, 1998]	$4.37 \times 10^{-13} \text{ erg/cm}^3$
Плотность энергии КМФ [COBE, 1992]	$4.2 \times 10^{-13} \text{ erg/cm}^3$
Средняя энергия фотонов КМФ [COBE, 1992]	$6 \times 10^{-4} \text{ eV}$
Время жизни «молодых» ОВ-звезд в галактиках	$5 \times 10^7 \text{ years}$
Время жизни «старых» звезд в Метагалактике	$\sim 10^{13} \text{ years}$
Среднее время круговорота и жизни галактик	$\sim 10^{13} \text{ years}$

1. Построены две модели, реализующие «виртуально-квантовый» механизм взаимодействия света с полями гравитации в космосе. Первая модель объясняет виртуальными гравитонами закон Хаббла и образование космического микроволнового фона (КМФ).
2. Вторая модель рассматривает космохимический круговорот барионного вещества в Метагалактике и отождествляет спектр КМФ с распределением по энергиям виртуальных гравитонов.
3. Круговорот вызван непрерывным образованием и эволюцией галактик и звезд и находится в термодинамическом равновесии с космическим пространством при его температуре 2.725 К.
4. Термодинамическое равновесие достигается при определенном соотношении концентрации в космосе «старых» и «молодых» ОВ звезд, участвующих в космохимическом круговороте барионного вещества с характерным временем $\sim 10^{13}$ лет.

Вариации температуры космического микроволнового фона



Наиболее сильно T_{CMB} отличается в направлении «холодного пятна» размером 5° в районе созвездия Эридана, выявленном WMAP. В этом направлении температура КМФ на 70 мкК ниже, чем в среднем по небу (18 мкК), а в центре пятна она падает на 140 мкК. Пятно Эридана совпадает по направлению с областью крупного войда, не содержащего внутри себя ни галактик, ни молодых звёзд.

Войд имеет диаметр 450 млн св. лет, длину 1.8 млрд св. лет и удален от нас на 3 млрд св. лет. Отсутствие молодых звезд в этом и других войдах снижает плотность КМФ и его температуру.

Заключение

1. Экспериментально обнаружены гравитоны – физические носители силы гравитационного притяжения материальных тел. Гравитонами являются виртуальные векторные бозоны с энергией $\sim 10^{-5} - 10^{-4}$ эВ.
2. Явление гравитации математически адекватно описывается тензором в векторном пространстве, ранг которого определяется числом тел, создающих в каждой точке физического пространства силу притяжения по закону всемирного тяготения Ньютона.
3. Закон красных смещений Хаббла и происхождение космического микроволнового излучения физически адекватно объясняются «виртуально-квантовым» механизмом взаимодействия фотонов света далеких галактик с гравитационными полями в космосе.
4. «Виртуально-квантовый» мгновенно действующий на расстоянии механизме гравитации с участием гравитонов **доказывает отсутствие в космосе гипотетических «темной» материи и «темной» энергии.**
5. Подтвержден вывод Ф. Хойла (1969) , что **гравитация является источником энергии всех физических процессов в космосе.**

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!