



*XII Марковские чтения
14 мая 2014
Москва*

БНО ИЯИ РАН



Баксанский эксперимент по поиску стерильных нейтрино **(BEST – Baksan Experiment on Sterile Transitions)**

В.Н. Гаврин

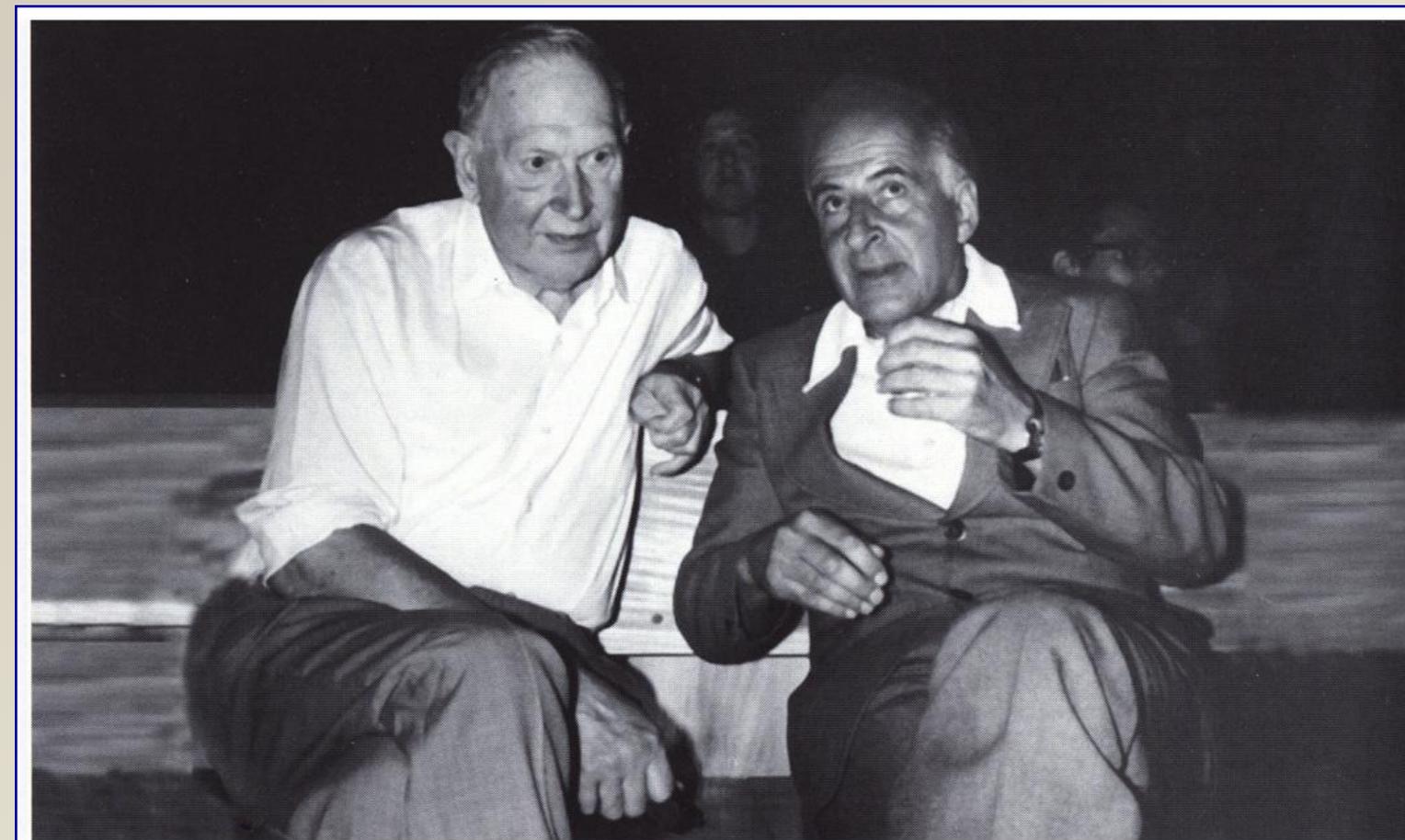
Институт ядерных исследований РАН

*XII Марковские чтения
14 мая 2014, Москва,*



XII Марковские чтения
14 мая 2014
Москва

БНО ИЯИ РАН
В. Н. Гаврин



М.А. Марков и Б.М. Понтекорво на Международной конференции по физике нейтрино и нейтринной астрофизике. Баксанское ущелье, Чегет, 1977 г.

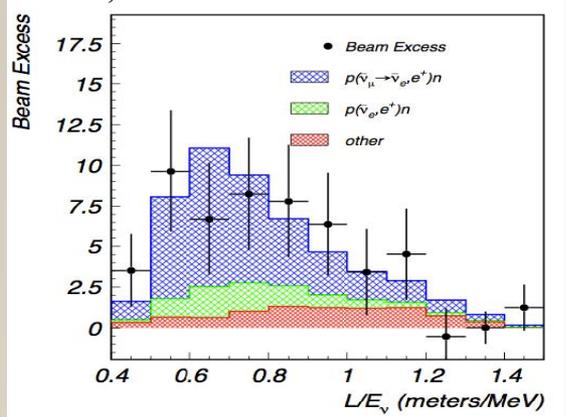
Стерильные ν

$$\nu_\mu \rightarrow \nu_s \rightarrow \nu_e$$

Первые указания на возможное существование стерильных ν получено в ускорительном эксперименте LSND, который позже подтвердил MiniBooNe:

LSND: 167т, жидкий сцинтиллятор
 $E_\nu \sim 20\text{-}50$ МэВ (decay at rest -DAR)
 $L \sim 25\text{-}35$ м; $L/E \sim 1$ м/МэВ

MiniBooNe: 800 т, минеральное масло (CH₂)
 $E_\nu \sim 800$ МэВ (decay in flight- DIF)
 $L \sim 500$ м; $L/E \sim 1$ м/МэВ



Появление анти- ν_e в пучке анти- ν_μ .
 Превышение: $87.9 \pm 22.4 \pm 6.0$ (3.8σ)

Revisiting the 'LSND anomaly' I: impact of new data

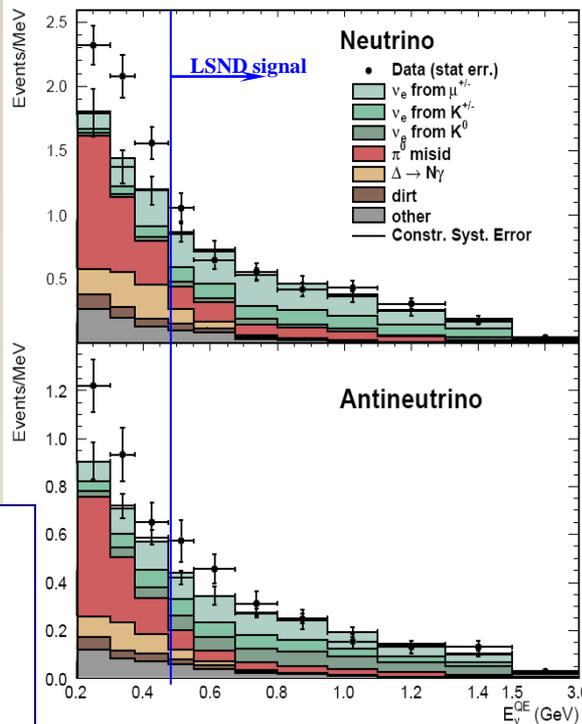
Phys. Rev. D 85, 092008 – Published 15 May 2012

Abstract

This paper, together with a subsequent paper, questions the so-called 'LSND anomaly': a 3.8σ excess of $\bar{\nu}_e$ interactions over standard backgrounds, observed by the LSND Collaboration in a beam dump experiment with 800 MeV protons. That excess has been interpreted as evidence for the $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e$ oscillation in the Δm^2 range from 0.2 eV^2 to 2 eV^2 . Such a Δm^2 range is incompatible with the widely accepted model of oscillations between three light neutrino species and would require the existence of at least one light 'sterile' neutrino. In this paper, new data on pion production by protons on nuclei are presented, and four decades old data on pion production by neutrons on nuclei are recalled, that together increase significantly the estimates of standard background in the LSND experiment, and decrease the significance of the 'LSND anomaly' from 3.8σ to 2.9σ . In a subsequent paper, in addition the LSND Collaboration's data analysis will be questioned, rendering a further reduction of the significance of the 'LSND anomaly'.

The HARP-CDP group

A. Bolshakova¹, I. Boyko¹, G. Chelkov^{1a}, D. Dedovitch¹, A. Elagin^{1b}, D. Emelyanov¹, M. Gostkin¹, A. Guskov¹, Z. Kroumchtein¹, Yu. Nefedov¹, K. Nikolaev¹, A. Zhemchugov¹, F. Dydak², J. Wotschack^{2*}, A. De Min^{3c}, V. Ammosov^{4†}, V. Gapienko⁴, V. Koreshev⁴, A. Semak⁴, Yu. Sviridov⁴, E. Usenko^{4d}, V. Zaets⁴



Появление событий в обеих модах:

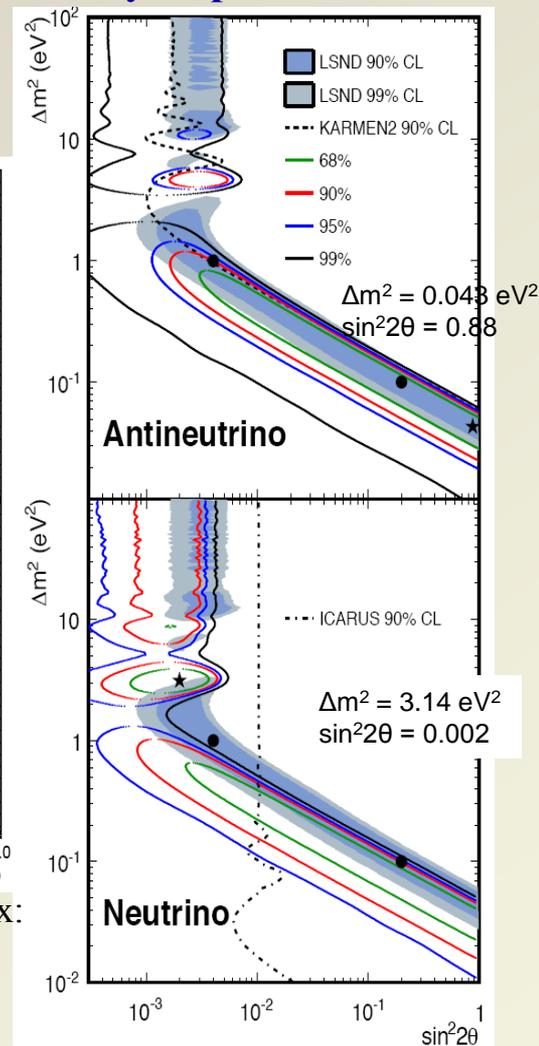
В пучке $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$, превышение :

$162.0 \pm 28.1 \pm 38.7$ (3.4σ)

В пучке анти- $\nu_\mu \rightarrow$ анти- ν_e ,

превышение: $78.9 \pm 20.0 \pm 20.3$ (2.8σ)

Объединенный рез-т - 3.8σ



Разрешенная область для событий с $E_\nu^{QE} > 200$ МэВ MiniBooNE

- ★ - MiniBooNE "best fit",
- - для $\sin^2 2\theta = 0.004$ $\Delta m^2 = 1.0 \text{ eV}^2$ и $\sin^2 2\theta = 0.2$, $\Delta m^2 = 0.1 \text{ eV}^2$

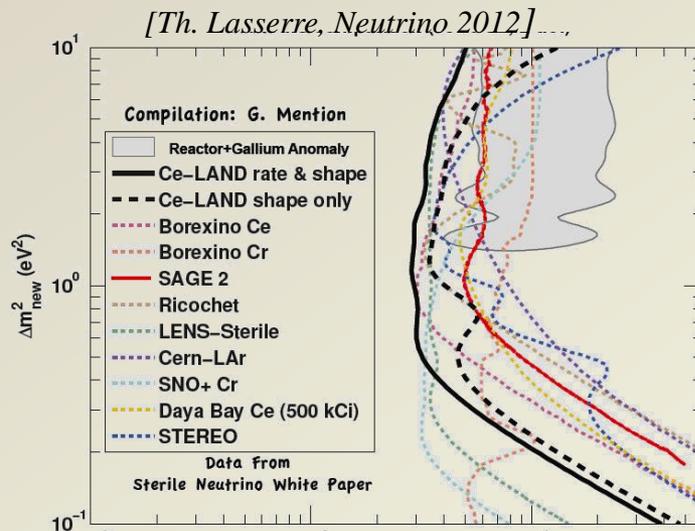


Sterile neutrino searches

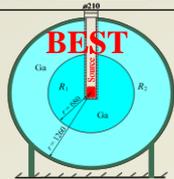
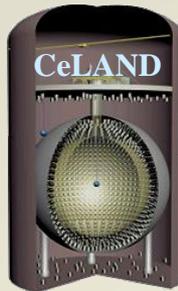
Neutrino working group whitepaper,
 arXiv:1310.4340, arXiv:1204.5379

Table 7: Proposed sterile neutrino searches.

Experiment	ν Source	ν Type	Channel	Host	Cost Category ¹
CeLAND [259]	^{144}Ce - ^{144}Pr	$\bar{\nu}_e$	disapp.	Kamioka, Japan	small ²
Daya Bay Source [260]	^{144}Ce - ^{144}Pr	$\bar{\nu}_e$	disapp.	China	small
SOX [261]	^{51}Cr	ν_e	disapp.	LNGS, Italy	small ²
SNO+	^{144}Ce - ^{144}Pr	$\bar{\nu}_e$	disapp.	Canada	
BEST [64]	^{51}Cr	ν_e	disapp.	Russia	small
PROSPECT [262]	Reactor	$\bar{\nu}_e$	disapp.	US ³	small
STEREO	Reactor	$\bar{\nu}_e$	disapp.	ILL, France	N/A ⁴
DANSS [263]	Reactor	$\bar{\nu}_e$	disapp.	Russia	N/A ⁴
OscSNS [205]	π -DAR	$\bar{\nu}_\mu$	$\bar{\nu}_e$ app.	ORNL, U.S.	medium
LAr1 [264]	π -DIF	$(-)\bar{\nu}_\mu$	$(-)\bar{\nu}_e$ app.	Fermilab	medium
LAr1-ND [264]	π -DIF	$(-)\bar{\nu}_\mu$	$(-)\bar{\nu}_e$ app.	Fermilab	medium
MiniBooNE+ [203]	π -DIF	$(-)\bar{\nu}_\mu$	$(-)\bar{\nu}_e$ app.	Fermilab	small
MiniBooNE II [265]	π -DIF	$(-)\bar{\nu}_\mu$	$(-)\bar{\nu}_e$ app.	Fermilab	medium
ICARUS/NESSIE [266]	π -DIF	$(-)\bar{\nu}_\mu$	$(-)\bar{\nu}_e$ app.	CERN	N/A ⁴
IsoDAR [111]	^8Li -DAR	$\bar{\nu}_e$	disapp.	Kamioka, Japan	medium
nuSTORM [192]	μ Storage Ring	$(-)\bar{\nu}_e$	$(-)\bar{\nu}_\mu$ app.	Fermilab/CERN	large



Type	channel	Background	Source	Production	Activity (Mci)	Proposal
ν_e	Radiochemical $\nu_e e \rightarrow \nu_e e$	radioactivity (managable) Solar ν (irreducible)	^{51}Cr 0.75 MeV $t_{1/2}=26\text{d}$	n_{th} irradiation in Reactor	in >3 out 5-10	Baksan LENS SOX SNO+
	Compton edge 5% E_{res} 15cm R_{res}	ν -Source (OUT ok but IN ?)	^{37}Ar 0.8 MeV $t_{1/2}=35\text{d}$	n_{fast} irradiation in Reactor (breeder)	in >1 out 5	Ricochet (NC)
-	ν_e (e^+, n) Coincidence 5% E_{res} 15cm R_{res}	reactor ν & ν -Source → Background free!	^{144}Ce $E < 3\text{MeV}$ $t_{1/2}=285\text{d}$	spent nuclear fuel reprocessing	in 0.005-0.05	CeLAND SOX
			^{90}Sr ^{106}Rh		out 0.5	Daya-Bay
			^{42}Ar	-	-	



- Neutrino, ^{51}Cr , Several MCI
 - Inside: Baksan, LENS, SNO+
 - Outside: Borexino (2015)

- Anti-Neutrino, ^{144}Ce - ^{144}Pr , tens of kCi
 - Inside: CeLAND (2015), Borexino (2017)
 - Outside: Daya Bay



Реакторная антинейтринная аномалия РАА

The Reactor Antineutrino Anomaly

Mention,¹ M. Fechner,¹ Th. Lasserre,^{1,2,*} Th. A. Mueller,³ D. Lhuillier,³ M. Cribier,^{1,2} and A. Letourneau³

¹CEA, Irfu, SPP, Centre de Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette, France

²Astroparticule et Cosmologie APC, 10 rue Alice Domon et Léonie Duquet, 75205 Paris cedex 13, France

³CEA, Irfu, SPhN, Centre de Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette, France

(Dated: February 4, 2011)

Recently, new reactor antineutrino spectra have been provided for ²³⁵U, ²³⁹Pu, ²⁴¹Pu, and ²³⁸U, increasing the mean flux by about 3 percent. To a good approximation, this reevaluation applies to all reactor neutrino experiments. The synthesis of published experiments at reactor-detector distances <100 m leads to a ratio of observed event rate to predicted rate of 0.979±0.029. With our new flux evaluation, this ratio shifts to 0.937±0.027, leading to a deviation from unity at 98.4% C.L. which we call the reactor antineutrino anomaly. The compatibility of our results with the existence of a fourth non-standard neutrino state driving neutrino oscillations at short distances is discussed. The combined analysis of reactor data, gallium solar neutrino calibration experiments, and MiniBooNE-ν data disfavors the no-oscillation hypothesis at 99.93% C.L. The oscillation parameters are such that $|\Delta m_{new}^2| > 1.5 \text{ eV}^2$ (99%) and $\sin^2(2\theta_{new}) = 0.17 \pm 0.1$ (95%). Constraints on the θ_{13} neutrino mixing angle are revised.

Отклонение от единицы на 2.9σ

▪ 19 Short Baseline Experiments (L<100m)

▪ Observables: ratios of observed event rate to predicted rate of events

▪ **2011 results**

▪ Average: $\mu = 0.943 \pm 0.023$

▪ 98.6 % C.L. deviation from $\mu = 1$

▪ **2012 results**

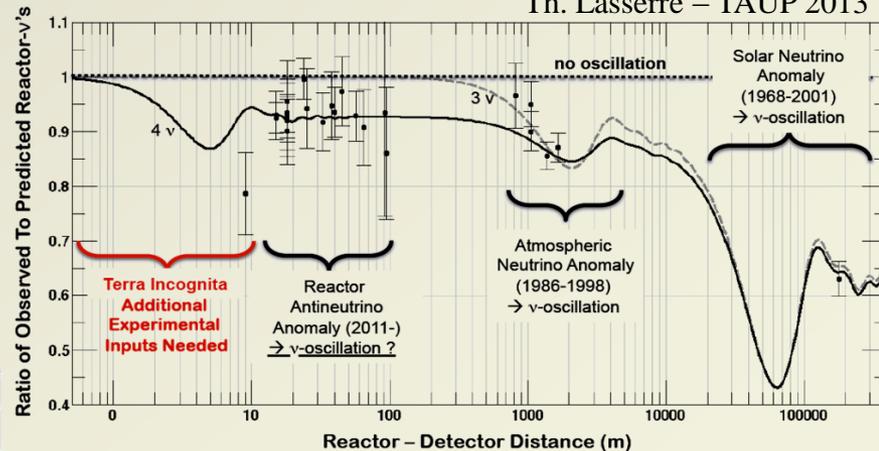
▪ Average $\mu = 0.927 \pm 0.023$

▪ 99.7 % C.L. deviation from $\mu = 1$

▪ **2013: update: refined analysis**

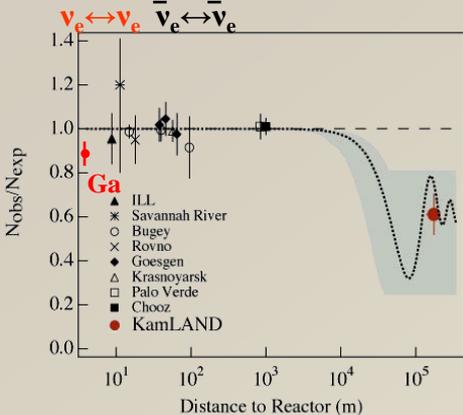
2013 result: $\mu = 0.936 \pm 0.024$, 2.7σ

Th. Lasserre – TAUP 2013



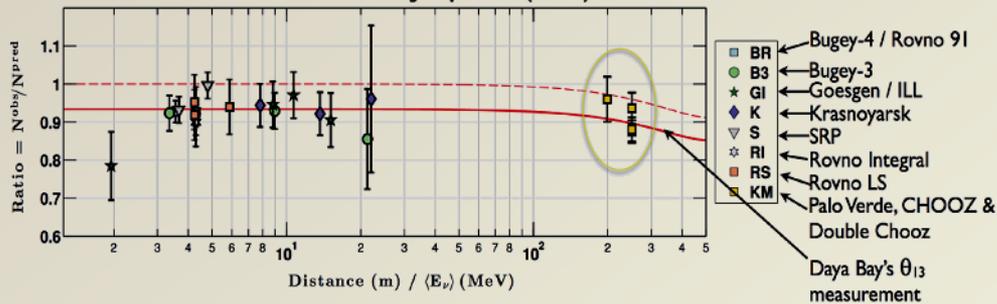
Требуется $\Delta m^2 \sim 1\text{eV}^2$

Результаты реакторных экспериментов с $L \leq 100\text{м}$ до 2010 г.



include km-scale baselines (Chooz, DC, PV), correcting for θ_{13} deficit from DB

2013 Reactor Anomaly Update (new)



Daya Bay's θ_{13} measurement

Anomaly	Type	Channel	Significance
LSND	DAR	$\bar{\nu}$ CC	3.8 σ
MiniBooNE	SBL accelerator	ν CC	3.0 σ
MiniBooNE	SBL accelerator	$\bar{\nu}$ CC	2.5 σ
Gallium/Sage	Source - e capture	ν CC	2.7 σ
Reactor	Beta-decay	$\bar{\nu}$	3.0 σ

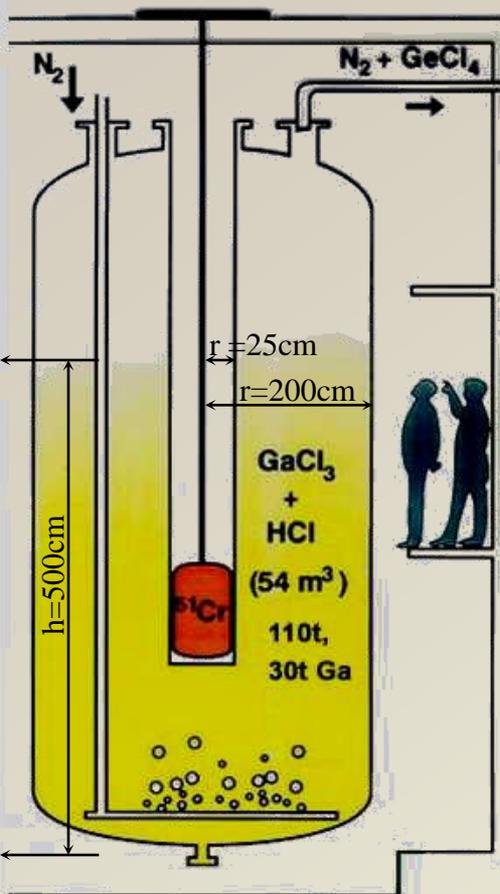


Результаты реакторных экспериментов с $L/E \sim 1 \text{ м/МэВ}$ согласуются с низкой скоростью захвата нейтрино в Ga экспериментах с источниками

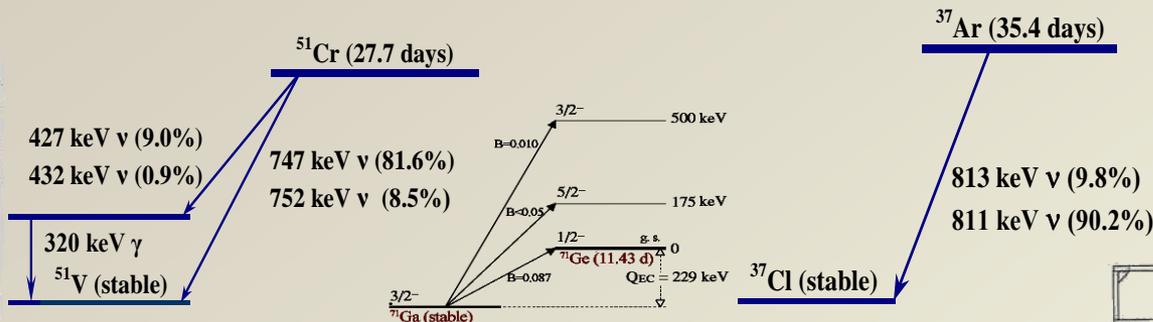
Галлиевые эксперименты с искусственными источниками

Облучения галлиевой мишени искусственными источниками нейтрино в экспериментах SAGE и Gallex были проверкой экспериментальных процедур, включая химическое извлечение, счет ^{71}Ge и технику анализа

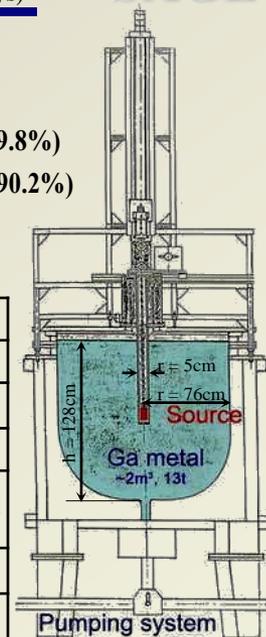
GALLEX



Gallex has twice used ^{51}Cr



SAGE



SAGE has used ^{51}Cr and ^{37}Ar

	GALLEX		SAGE	
	m(Ga)=30 t		m(Ga)=13 t	
Source	^{51}Cr -1	^{51}Cr -2	^{51}Cr	^{37}Ar
Activity, MCi	1.714	1.868	0.517	0.409
Measured production rate $\rho(^{71}\text{Ge}/\text{d})$	$11.9 \pm 1.1 \pm 0.7$	$10.7 \pm 1.2 \pm 0.7$	$14.0 \pm 1.5 \pm 0.8$	$11.0^{+1.0}_{-0.9} \pm 0.6$
$R = (p_{\text{meas}}/p_{\text{pred}})$	0.95 ± 0.11	0.81 ± 0.11	0.95 ± 0.12	0.79 ± 0.10
R_{comb}	0.88 ± 0.08		0.86 ± 0.08	

$$R = p_{\text{measured}}/p_{\text{predict}} = 0.87 \pm 0.05$$

Результат с источниками указывает, что

- (1) предсказанная ССМ скорость захвата может быть завышена,
- (2) возможна статистическая флуктуация (~5%),
- (3) исчезновение электронных нейтрино указывает на реальный физический эффект. Например, нейтринные осцилляции с переходом из активных нейтрино в стерильное с $\Delta m^2 \sim 1 \text{ эВ}^2$.

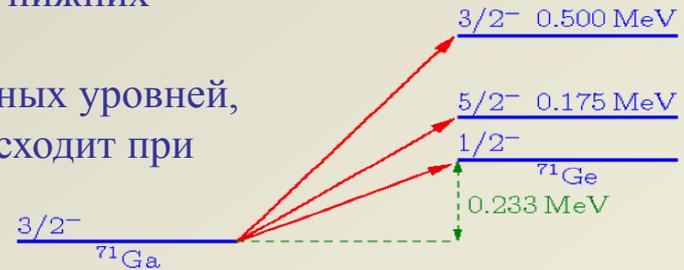
Такая интерпретация согласуется с результатами ряда реакторных и ускорительных экспериментов.



● Сечение Ga

^{37}Ar и ^{51}Cr могут обеспечить захват нейтрино ^{71}Ga только на три нижних энергетических уровня ^{71}Ge .

Возможное объяснение, что Баккал переоценил вклад возбужденных уровней, предполагая, что 95% скорости захвата от этих источников происходит при переходе ^{71}Ga в основное состояние ^{71}Ge , а 5% из-за переходов на два возбужденных уровня



[Bahcall hep-ph/9710491, Haxton nucl-th/9804011]

● Результаты измерения реакции перезарядки $^{71}\text{Ga}(^3\text{He}, t)^{71}\text{Ge}$ (в RCNP, Япония)

– вклад от возбужденных состояний составил $7.2 \pm 2.0\%$ (для ^{51}Cr)

[D. Frekers, H. Ejiri, H. Akimune et al., PLB 706, 134 (2011)]

● Ga результаты экспериментов с источниками

требуют коррекции сечения Дж. Баккала, на коэффициент **0.982** для Cr и **0.977** для Ar источников

[D. Frekers, H. Ejiri, H. Akimune et al., PLB 706, 134 (2011)]

Объединенный результат 4-х экспериментов с источниками с учетом поправки:

$$R = 0.84 + 0.054 - 0.051 \quad (2.9\sigma)$$

! Значимость сильно зависит от измерения SAGE с ^{37}Ar

без этого результата: $R = 0.88$, $\Delta\chi^2_{R=1} = 3.4$ (1.8 σ).



В результате новых измерений $^{71}\text{Ga}({}^3\text{He}, t) {}^{71}\text{Ge}$ и Q_{EC} -величины :

1. Вклад от возбужденных уровней:

$$7.2\% \pm 2.0\% (5.1\% \text{ по Баккалу})^{(1)}$$

(1) D. Frekers, H. Ejiri, H. Akimune et al., Phys. Lett. B 706, 134 (2011)

2. Q_{EC} близко к значению, используемому Баккалом⁽²⁾ :

$$233.7 \pm 1.2 \text{ keV} (232.7 \pm 0.15 \text{ keV} - \text{использовал Баккал})$$

(2) D. Frekers, M. C. Simon, C. Andreoiu, et al., Phys. Lett. B 722, 4–5 (2013)

3. Наблюденное расхождение не обусловлено чем-либо неизвестным в ядерной физике.



Дефицит нейтрино в Ga экспериментах с источниками может быть реальным физическим эффектом неизвестного происхождения, такого как переход в стерильные нейтрино, или статистической флуктуацией (~5%)

Область разрешенных осцилляционных параметров исчезновения электронных нейтрино, вычисленная из результатов калибровочных экспериментов SAGE и GALLEX

$$P_{ee} = 1 - \sin^2 2\theta \cdot \sin^2 \left(1.27 \frac{\Delta m^2 (\text{eV}^2) \cdot L(\text{m})}{E_\nu (\text{MeV})} \right)$$

В Ga экспериментах: $E_\nu \sim 1$ МэВ

$L \sim 1$ м

Осцилляции с

$\Delta m^2 \sim 1$ eV²

Полученные в [arXiv: hep-ex/1106.5552] ограничения на параметры исчезновения электронных нейтрино, а также области разрешенных осцилляционных параметров исчезновения электронных нейтрино, вычисленные из результатов экспериментов SAGE и GALLEX с источниками в предположении, что в них имели место переходы в стерильные нейтрино. “x” - указывает на точку наилучшей оценки (best fit point) для осцилляционных параметров исчезновения электронных антинейтрино в реакторных экспериментах.

Пределы на параметры осцилляций, полученные в четырех экспериментах с нейтринными источниками в SAGE и GALLEX:

Наилучшая оценка (best-fit point) - “+”

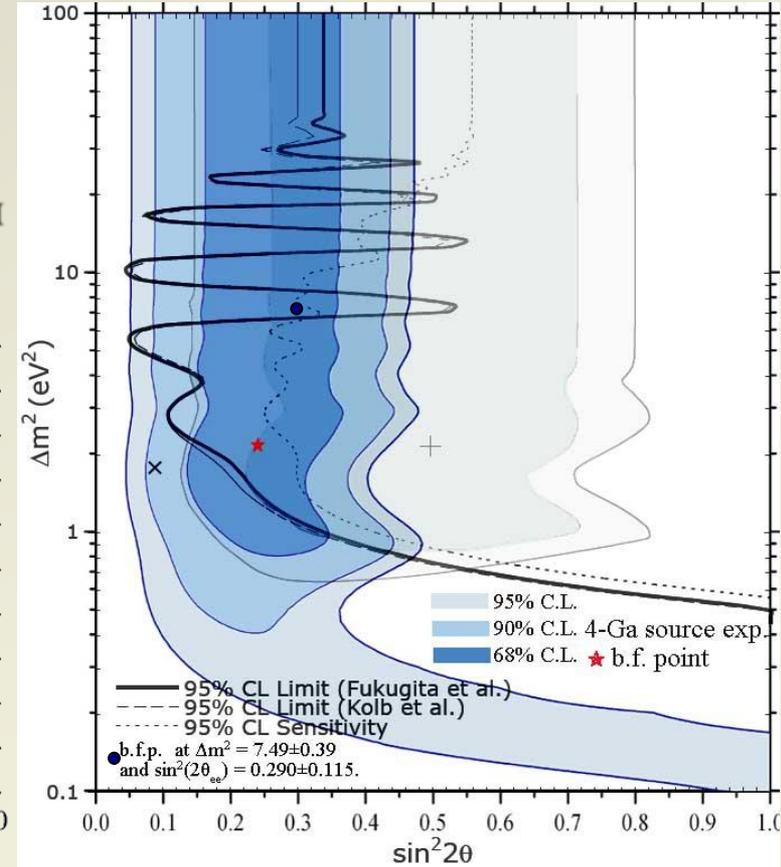
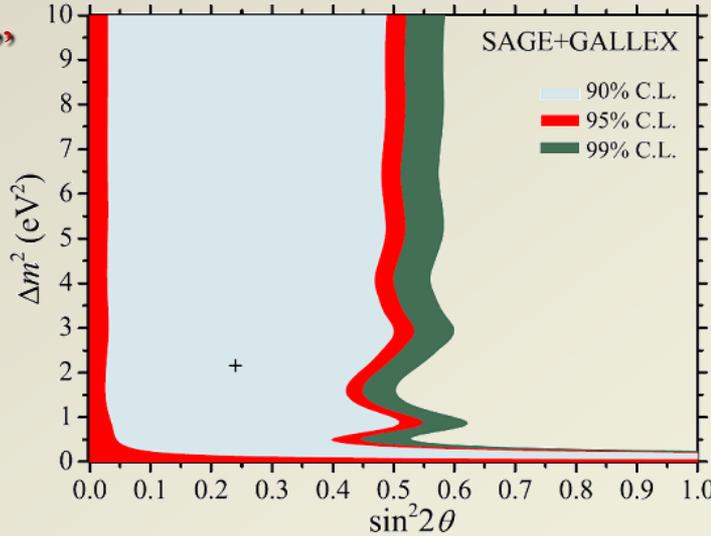
при

$$\Delta m^2 = 2.15 \text{ эВ}^2$$

$$\sin^2(2\theta) = 0.24$$

$$\chi^2/\text{dOf} = 1.77/2,$$

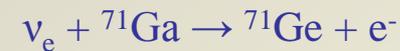
$$\text{GOF} = 41\%$$





Отличительные черты BEST :

- Поиск исчезновения электронных нейтрино через реакцию заряженных токов (CC) :



- Использование компактного, почти монохроматического источника нейтрино хорошо известной активности – наблюдение чистой синусоиды осцилляционных переходов :

$$P_{ee} = 1 - \sin^2 2\theta \cdot \sin^2 \left(1.27 \frac{\Delta m^2 (\text{eV}^2) \cdot L(\text{m})}{E_\nu (\text{MeV})} \right)$$

- Хорошо известная активность источника.
- Возможность исследования зависимости скорости захвата нейтрино на двух расстояниях от источника.
- Исследования с очень короткой базой.
- Практически нулевой фон. В основном от Солнца.

Источник ЗМКи обеспечит количество взаимодействий на Ga в несколько десятков раз превышающее то, что можно ожидать от Солнца.

- Все процедуры извлечения хорошо изучены в солнечных измерениях SAGE на ГГНТ.
- Простая интерпретация результатов.

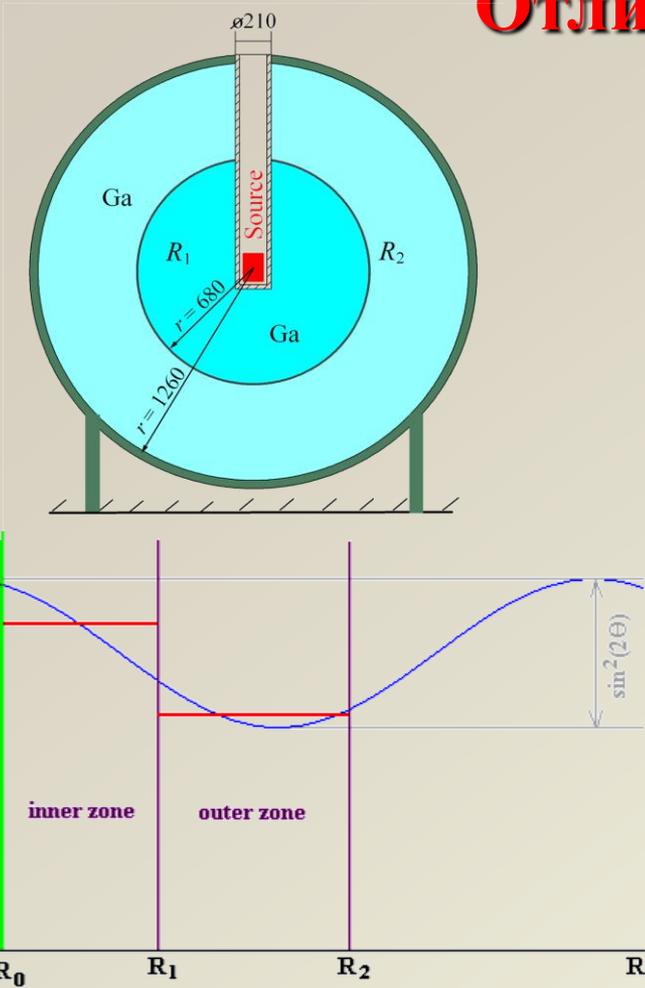
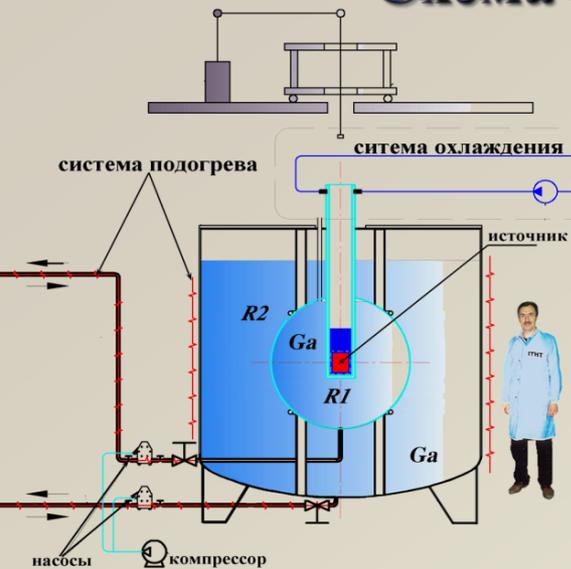


Схема предлагаемого эксперимента с источником нейтрино. R_1 и R_2 отношение измеренных скоростей захвата к ожидаемым в отсутствие осцилляций скоростям во внутренней и внешней зонах соответственно



Схема нового Ga эксперимента с источником ^{51}Cr $^{71}\text{Ga}(\nu, e^-)^{71}\text{Ge}$



Скорость образования ^{71}Ge : $p = D \langle L \rangle A$ (ат/д),

$$D = \rho N_0 f M \sigma = 0.3906 \text{ (захватов } \nu/\text{см день } 1\text{МКи)}$$

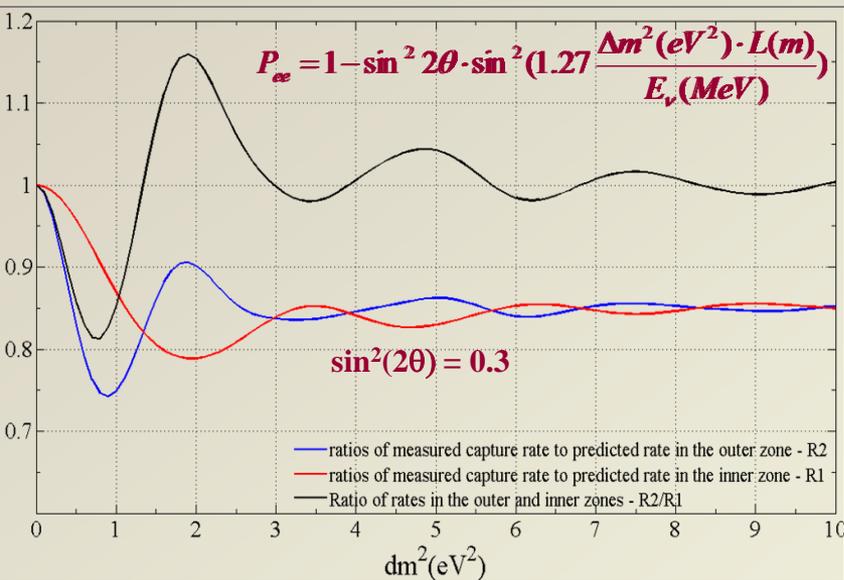
$$\sigma = 5.8 \times 10^{-45} (1^{+0.03}_{-0.04}) \text{ см}^2 \text{ [Bahcall PRC.56, 1997]}, \rho - \text{плотность Ga, etc.}$$

$$A = 3.2 \times 10^{21} \text{ расп. } ^{51}\text{Cr} / (\text{день} - \text{МКи}) - \text{активность источника}$$

$$\langle L \rangle - \text{средняя длина пробега } \nu \text{ в Ga: } \langle L \rangle \sim 55 \pm 0.05 \text{ см}$$

Ожидаемая скорость образования ^{71}Ge в начале первого облучения:

$$p = 64.5 \pm 0.09 \text{ атомов/день для } 3 \text{ МКи}$$



Статистически значимое отклонение скоростей захвата нейтрино в зонах $R1$ или $R2$ обеспечит прямое указание на нестандартные свойства нейтрино.

Осцилляционная сигнатура, определяемая отношением числа событий во внутренней и внешней зонах, в значительной степени свободна от систематических неопределенностей, таких как сечение или мощность источника.



SAGE

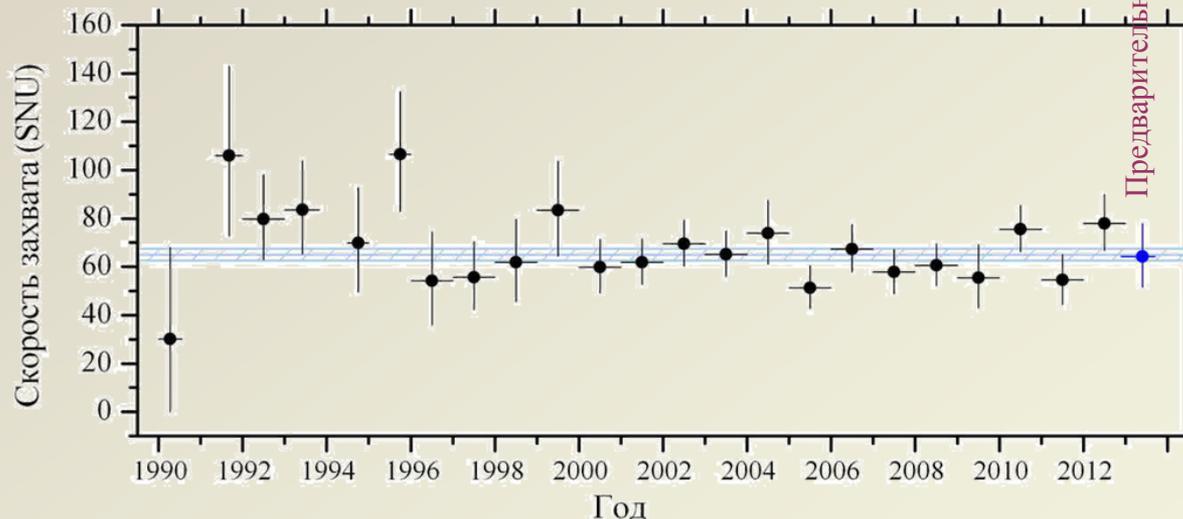
(~24 года) 230 измерений (434 наборов данных)

В энергетических диапазонах К, L пиков отобрано 4867 события, из которых 1315 отнесено временным анализом к ^{71}Ge , ~55 атомов ^{71}Ge в год

Результат : 65.0 ± 2.4 (стат.) $^{+2.6}_{-2.8}$ (сист.) SNU

или $65.0^{+3.5}_{-3.7}$ SNU ~ 53% of SSM prediction

Результаты измерений по годам с 1990 по 2013



В эксперименте **SAGE** достигнута точность измерения 5.5%

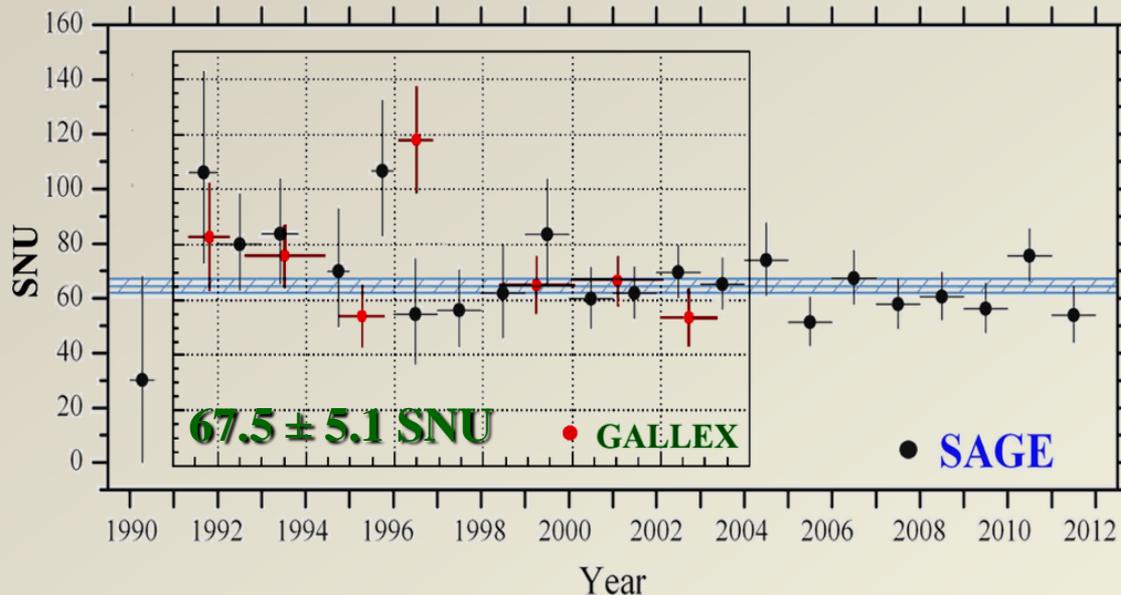
(1 SNU = 1 взаимодействие/сек в мишени, содержащей 10^{36} атомов изотопа, взаимодействующего с нейтрино,



SAGE & GALLEX results

1991-2003,
terminated

123 runs



1990-2011,
running

214 runs

$65.4^{+3.7}_{-3.9}$ SNU

SAGE/GALLEX have shown deficit of solar neutrino in the entire energy range

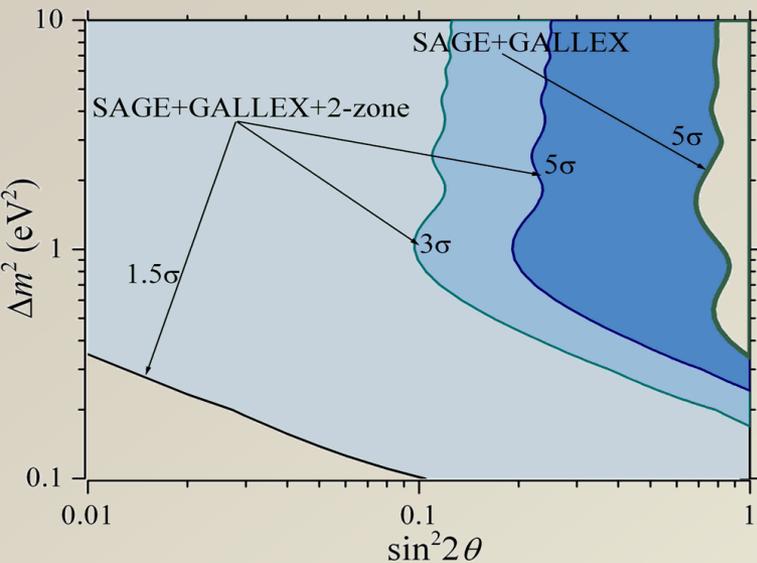
The weighted average of the results of all Ga experiments is now

$[pp+{}^7\text{Be}+\text{CNO}+pep+{}^8\text{B}(\text{Ga})] = 66.1 \pm 3.1 \text{ SNU} \quad \sim 53\% \text{ of SSM prediction}$



Скорость образования ^{71}Ge от источника ЗМКи в начале первого облучения ~ 65 ат/д в каждой зоне.

σ – сечение $\{5.8 \times 10^{-45} \text{ cm}^2 [\text{Bahcall}]\}$



Область пространства $\Delta m^2 - \sin^2(2\theta)$, к которой чувствителен эксперимент BEST (с 3 МКи ^{51}Cr источником) & SAGE@GALLX

Статистика эксперимента

Ожидаемая скорость захвата ν от источника в каждой зоне в отсутствие осцилляций для 10 экспозиций по 9 дней каждая:

- > Полное число атомов ^{71}Ge в каждой зоне ~ 1650
- > Полное число импульсов от ^{71}Ge в каждой зоне ~ 873

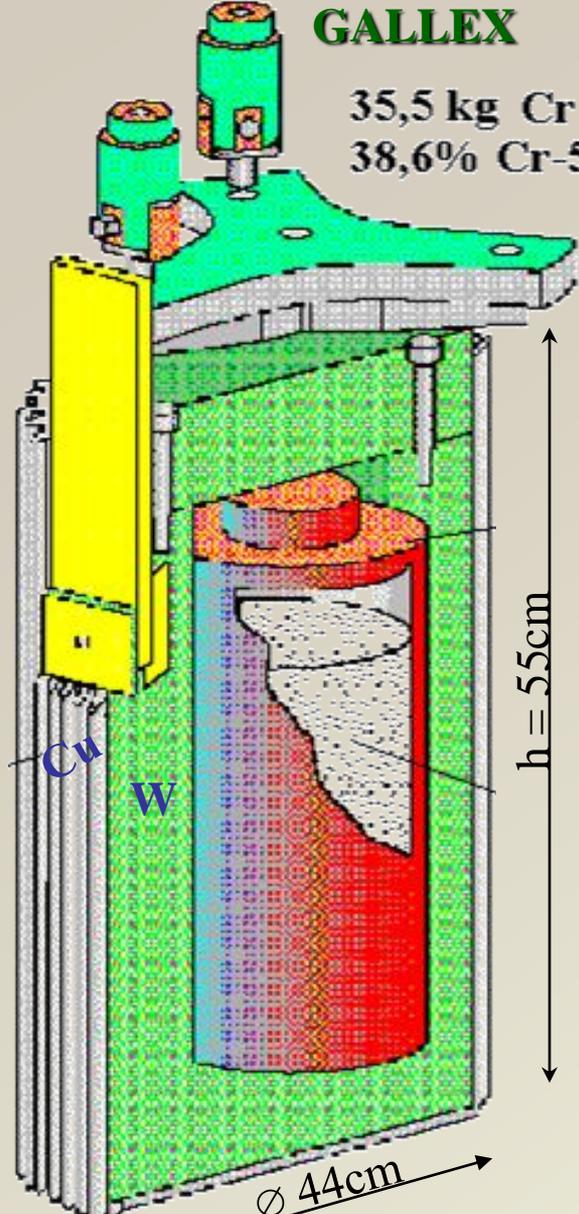
Скорость образования ^{71}Ge от солнечных нейтрино :
[~ 0.0197 atoms $^{71}\text{Ge}/(\text{day} - 1 \text{ tonne Ga})$]

1.18 ат. ^{71}Ge в 8т Ga,
6.20 ат. ^{71}Ge в 42т Ga

- > Статистическая неопределенность: **3.7%** для 1 зоны
2.6% для всей мишени
- > Полная систематическая неопределенность : **$\pm 2.6\%$**
{ хим. извлечение ($\pm 2.3\%$) & счет ^{71}Ge распадов ($\pm 0.9\%$) & фон ($\pm 0.16\%$) & интенсивность источника ($\pm 0.5\%$) }
- > Квадратичная сумма статистической и систематической неопределенностей :
4.5% для 1 зоны
3.7% для все мишени
- > С учетом теоретической неопределённости сечения захвата нейтрино Баккала :
5.5% и 4.8%

GALLEX

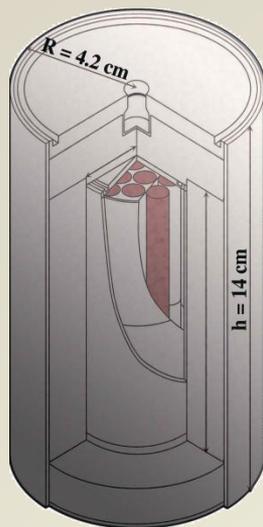
35,5 kg Cr
38,6% Cr-50



- (1) $1.17 \pm 2.1\%$ M Ci 1994 – 1995
- (2) $1.87 \pm 3.9\%$ M Ci 1995 – 1996

SAGE

Для реализации эксперимента по прямой проверке гипотезы существования стерильных нейтрино на 2-х зонной галлиевой мишени Галлий-германиевого телескопа с искусственным источником нейтрино ^{51}Cr активностью 3 МКи необходима разработка новых прецизионных методов измерения активности источника.



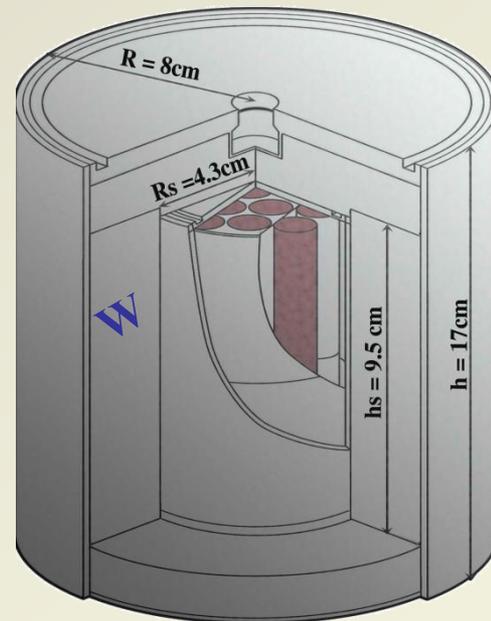
$517 \pm 1.2\%$ kCi
 ^{51}Cr produced by irradiating 512.7 g of 92.4%-enriched ^{50}Cr in high-flux fast neutron breeder reactor BN-350

1994 – 1995



$409 \pm 0.5\%$ kCi
 ^{37}Ar produced by irradiating 330 kg of CaO in the fast neutron breeder reactor BN-600

2004



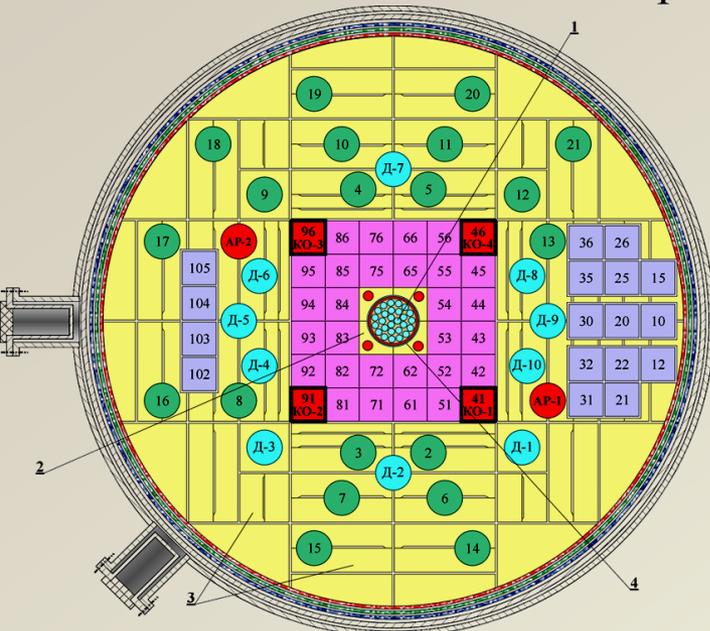
$3 \text{ M Ci} \pm 0.5\%?$ ^{51}Cr
Project: to irradiate 3 kg of 97%-enriched ^{50}Cr in the research reactor SM-3

201?

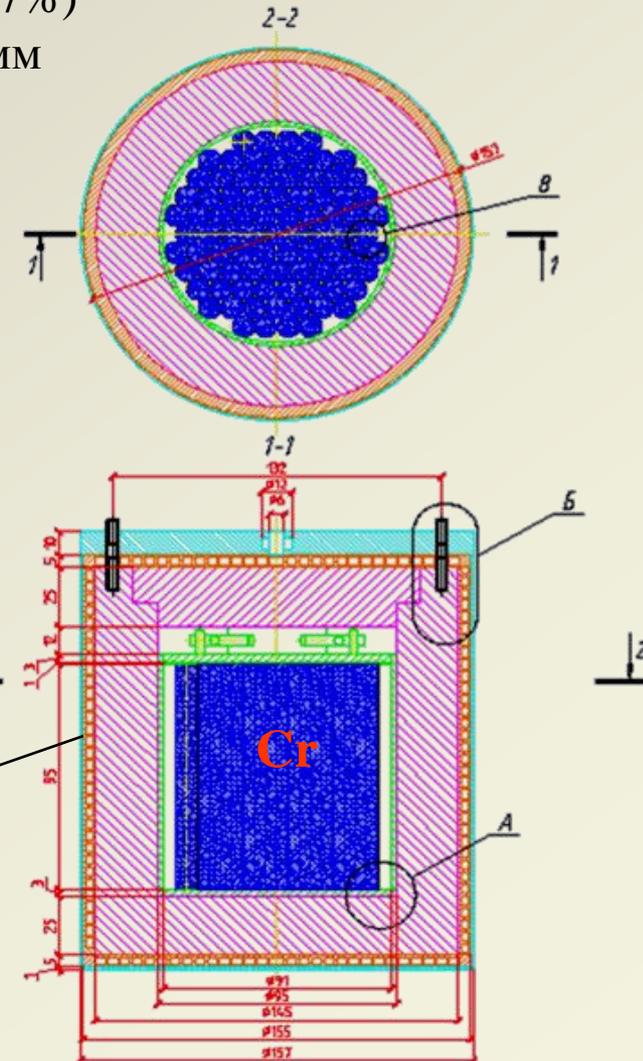


Источник

Шестигранные стержни – 81 шт (^{50}Cr 97%)
 Диаметр описанной окружности – 9,3 мм
 Длиной – 95 мм.
 Масса стержней – 3015 г



1 - центральный бериллиевый блок; 2 - бериллиевые вкладыши;
 3 - бериллиевые блоки отражателя; 4 - центральный компенсирующий орган.

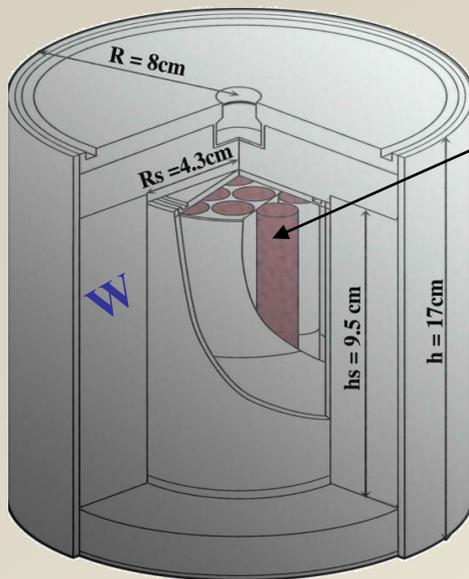


W



Разработаны два независимых метода высокоточных измерений активности источников нейтрино (с точностью $<1\%$), **калориметрический** и **гамма-спектрометрический**

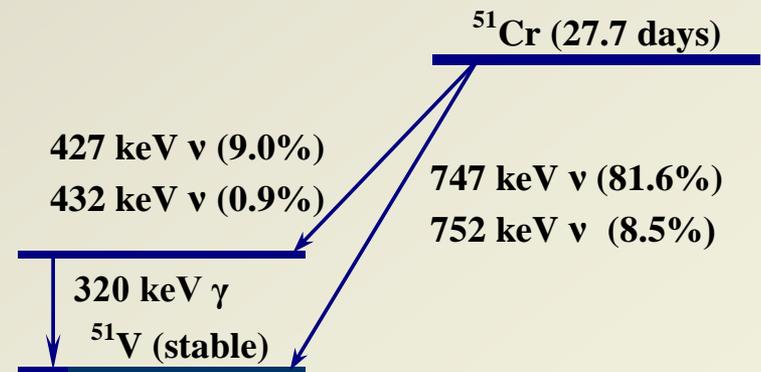
3 МКи ^{51}Cr



Калориметрия

^{51}Cr – 81 стержень

Схема распада ^{51}Cr



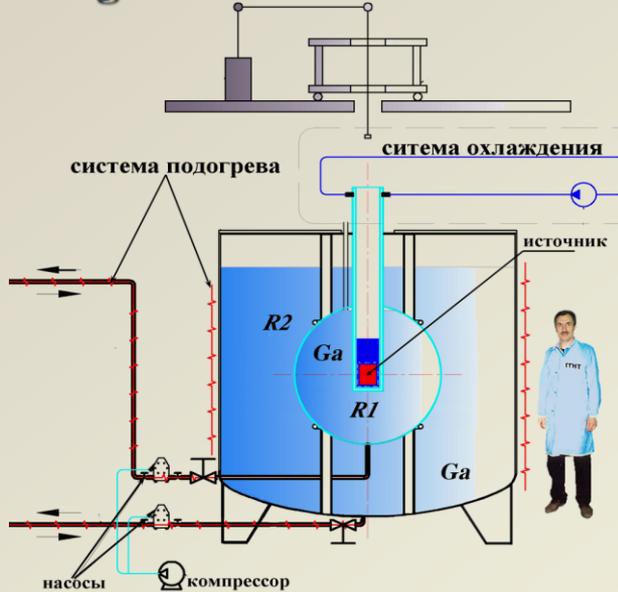
Гамма излучение ^{51}Cr

3 кг ^{50}Cr с обогащением 97%, с каждым распадом ^{51}Cr испускается ~ 36 кэВ тепловой энергии.
Тепловая мощность источника ~ 650 W.

320 кэВ, 10% распадов
ВТИ, <430 кэВ, $1.2 \times 10^{-4} \times 0.0983$
ВТИ, <750 кэВ, $3.8 \times 10^{-4} \times 0.902$



Work stages on creation of a two-zone reactor for Ga target

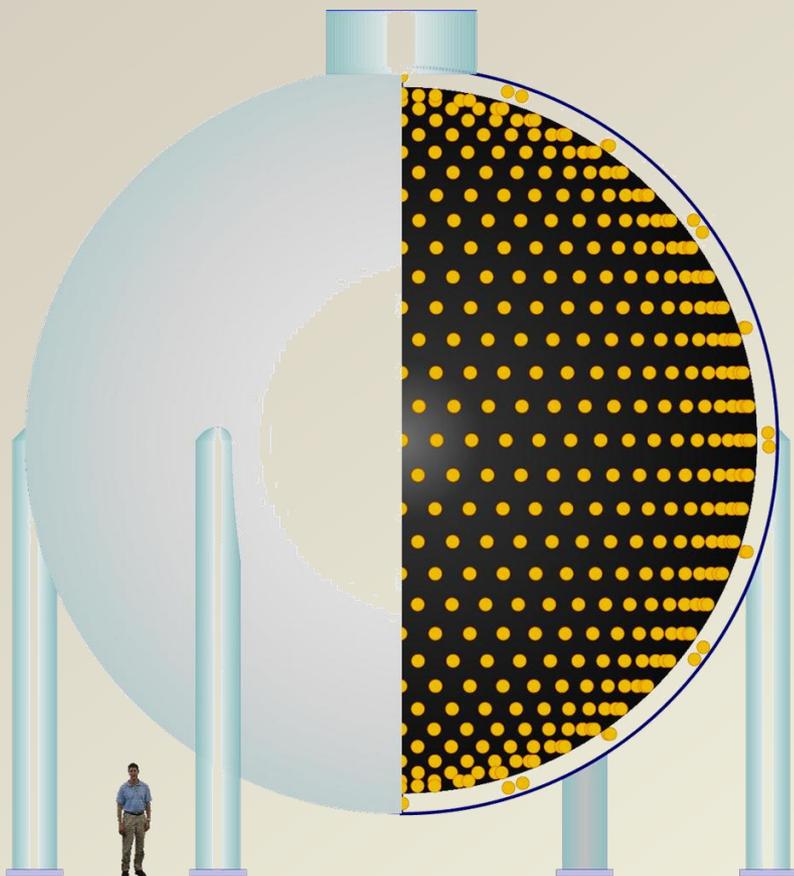




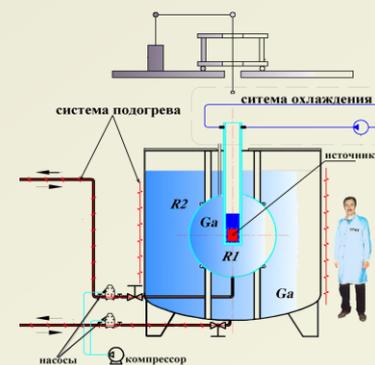
XII Марковские чтения
14 мая 2014
Москва

БНО ИЯИ РАН
В. Н. Гаврин

The MiniBooNE Detector



The BEST





Заключение

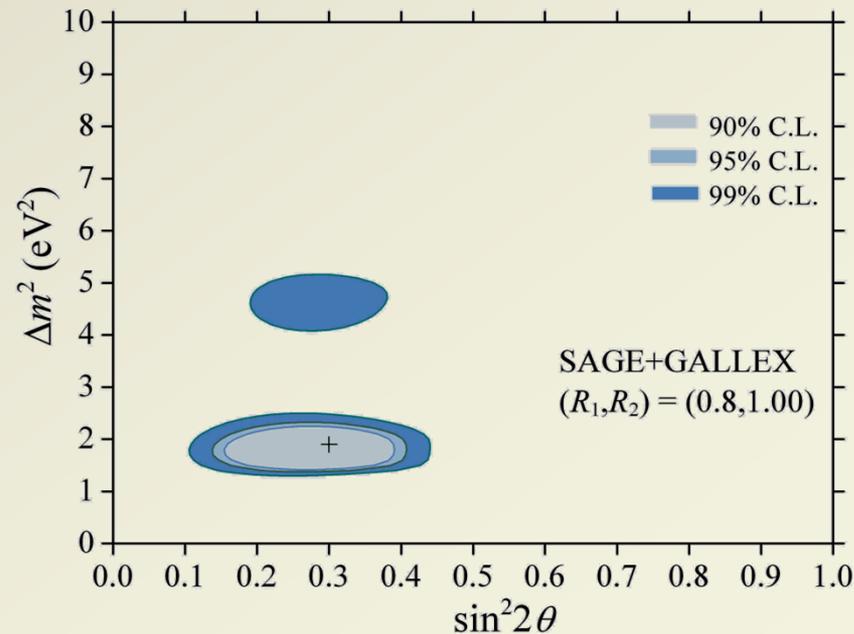
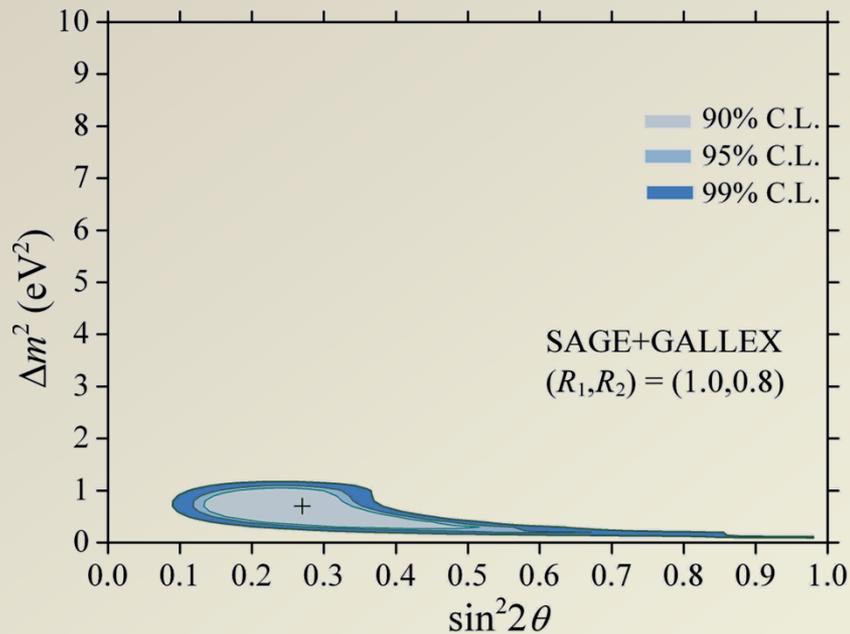
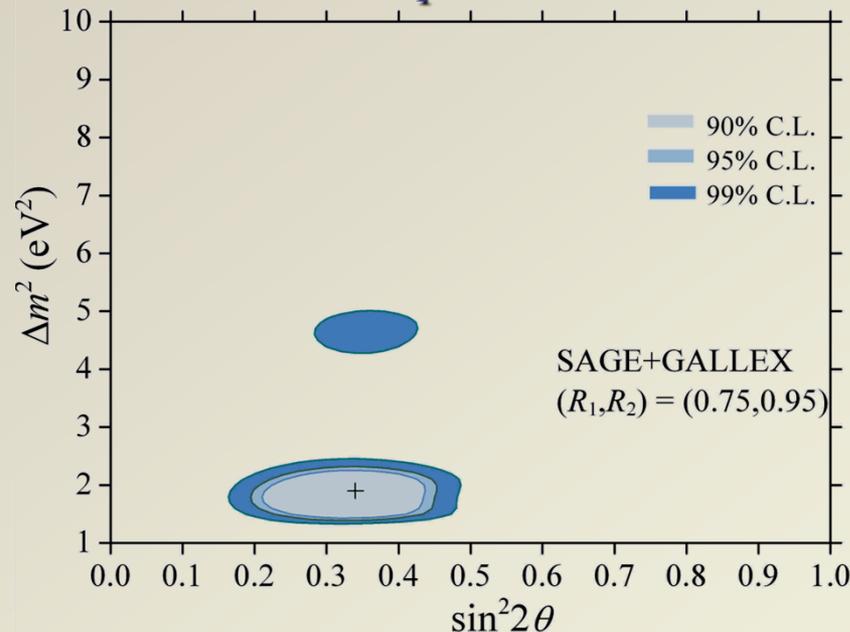
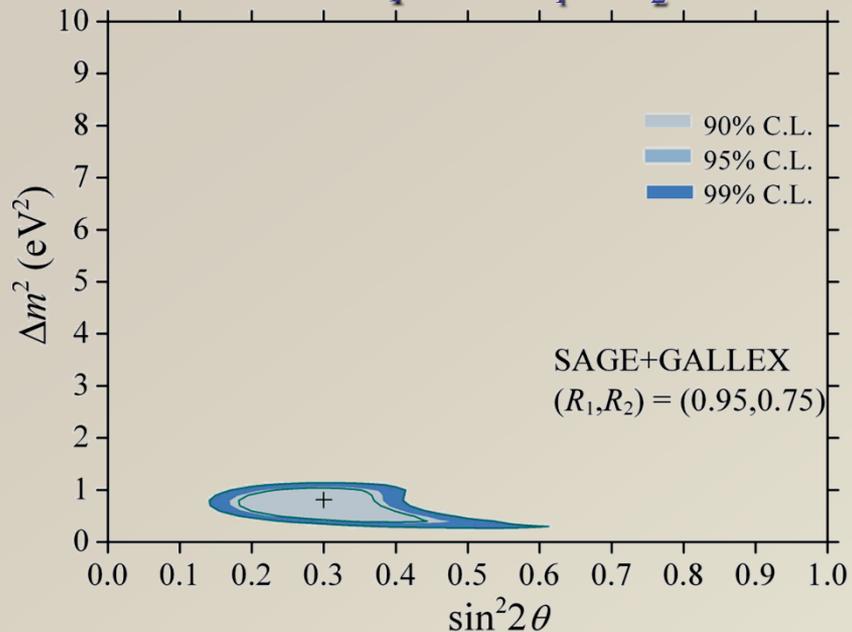
В эксперименте **BEST** мишень из металлического галлия будет облучаться электронными нейтрино от 3 МКи источника ^{51}Cr с целью исследования нестандартных свойств нейтрино на короткой базе. В эксперименте «на исчезновение» будет проверено значительное пространство параметров осцилляционных переходов в стерильные состояния. Эксперимент **BEST** обладает потенциалом фундаментального открытия.

В ходе реализации эксперимента будет разработана методика изготовления интенсивных источников нейтрино на основе нуклида ^{51}Cr , разработана технология безотходного изготовления стартовых мишеней для эффективной наработки изотопов в атомных реакторах, разработаны методики высокоточного измерения активностей интенсивных гамма-излучений радиоактивных материалов.

Наряду с подтверждением или исключением гипотезы о существовании стерильных нейтрино будет выполнена прямая проверка сечения захвата нейтрино на ядрах ^{71}Ga .

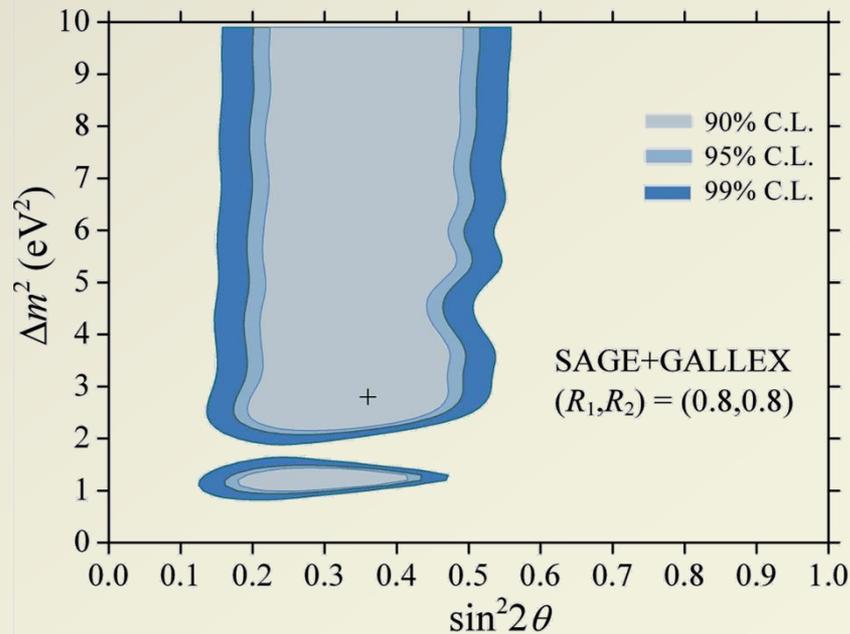
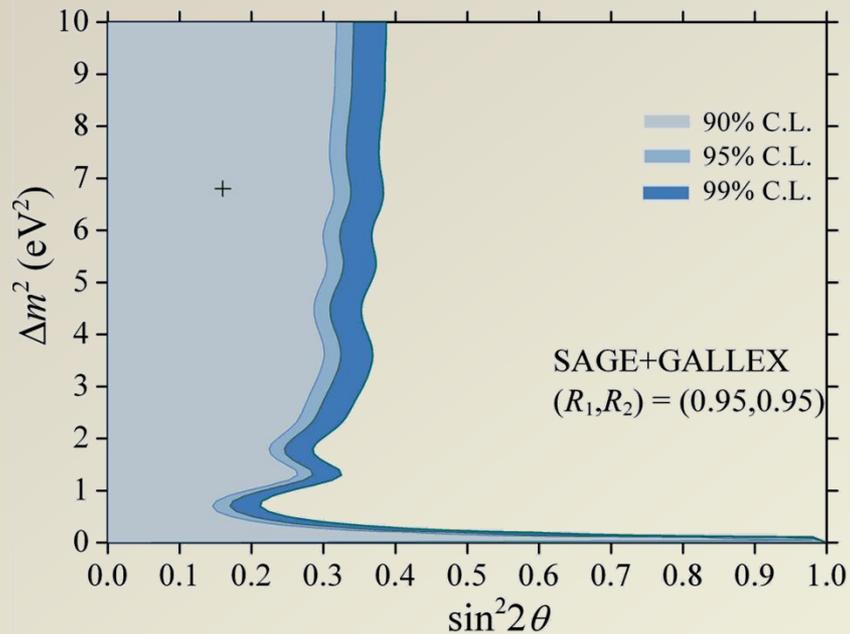
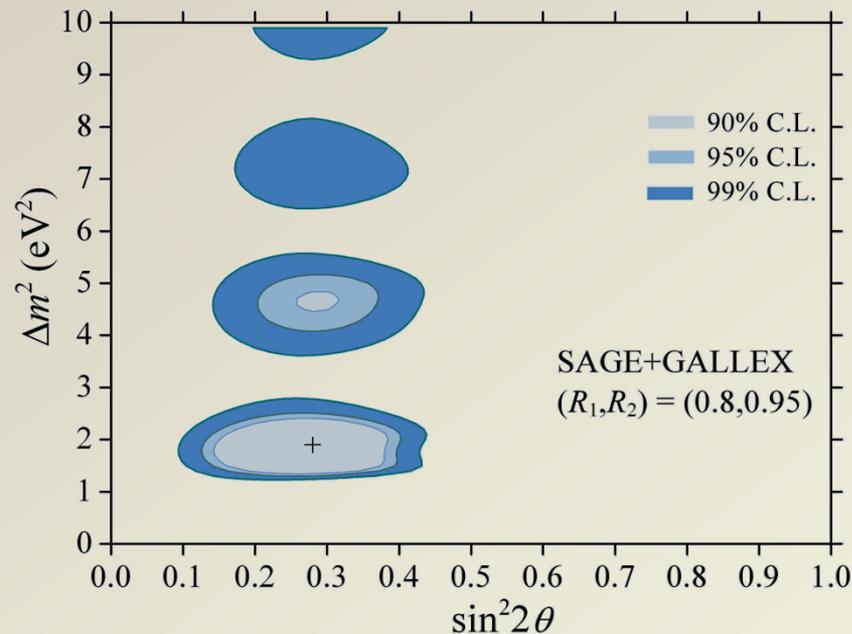
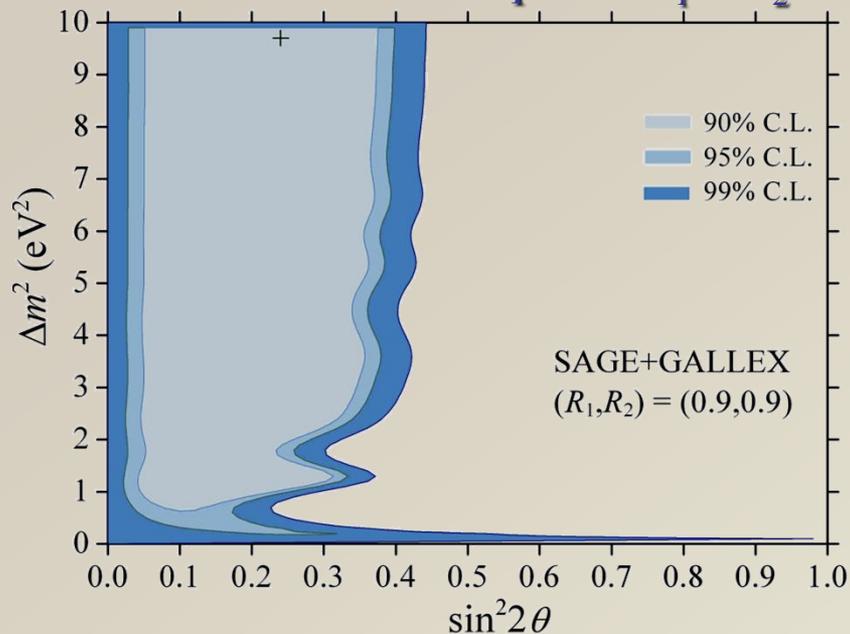
Области разрешенных параметров смешивания из 4 Ga + BEST

1 - скорости R_1 и R_2 в зонах статистически значимо различаются



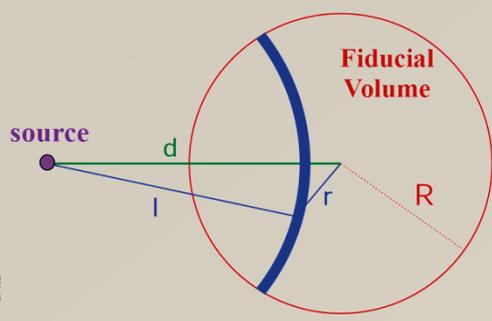
Области разрешенных параметров смешивания из 4 Ga + BEST

2 - скорости R_1 и R_2 в зонах статистически близки

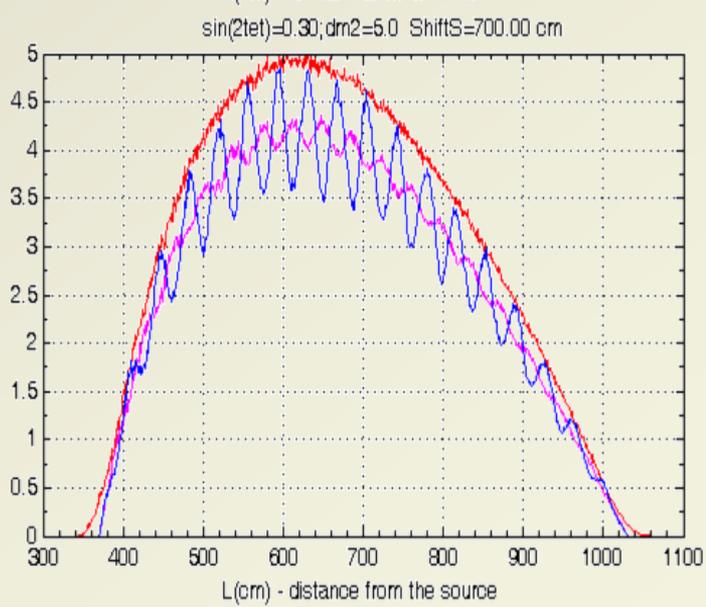
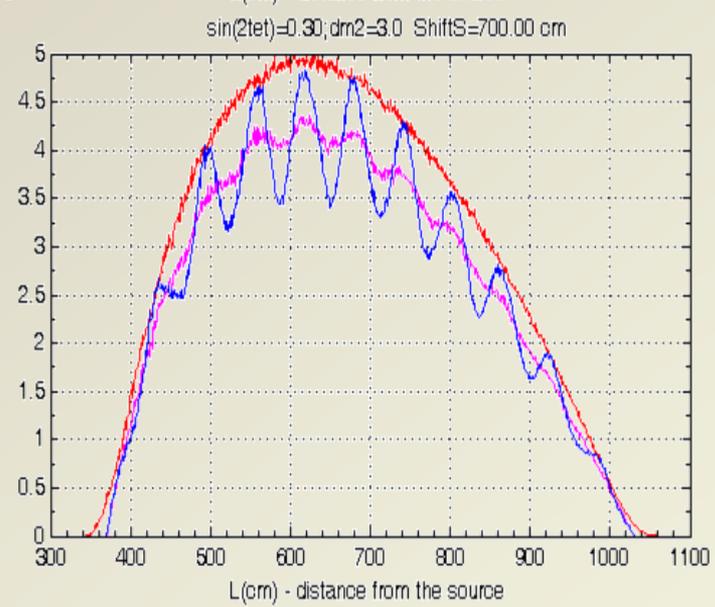
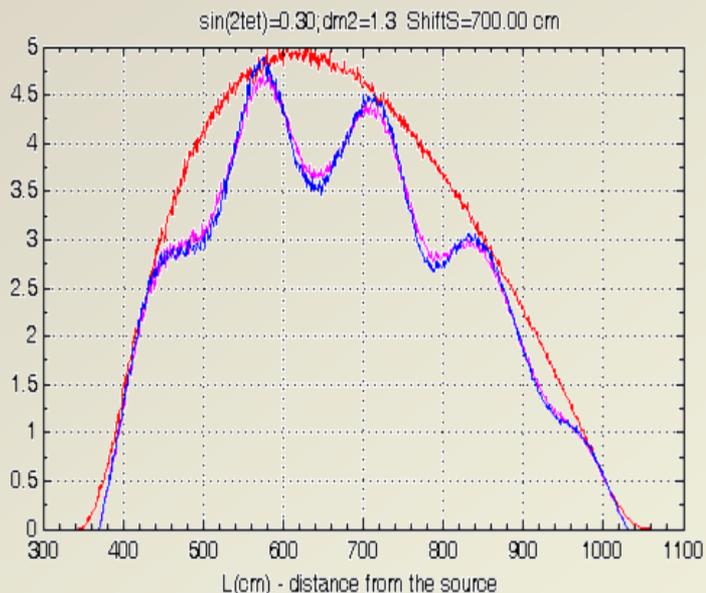
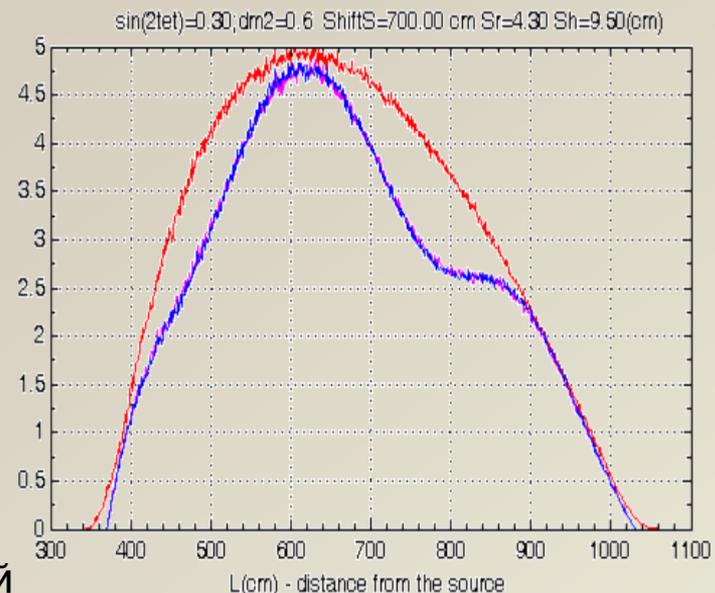


Waves with ^{51}Cr source in WT(7m) BOREXINO

From M-C 5000000 simulations, 3.3m FV,



- NO oscillation.
- for source size (\varnothing 44 cm, $h = 55\text{cm}$)
- for SAGE source size (\varnothing 8.6 cm, $h = 9.5\text{cm}$)



Наблюдение осцилляций в двух независимых детекторах, использующих различные методы детектирования и взаимодействия нейтрино с мишенью, будет сильным свидетельством существования стерильных нейтрино.





