

РАСЧЁТ СЕЧЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ НЕЙТРИНО ЯДРАМИ GE-76

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Студента 283 группы
Московского Физико-Технического Института
Выборова Андрея Константиновича

Научный руководитель
Инжечик Лев Владиславович

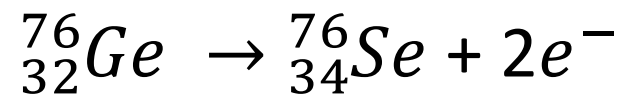
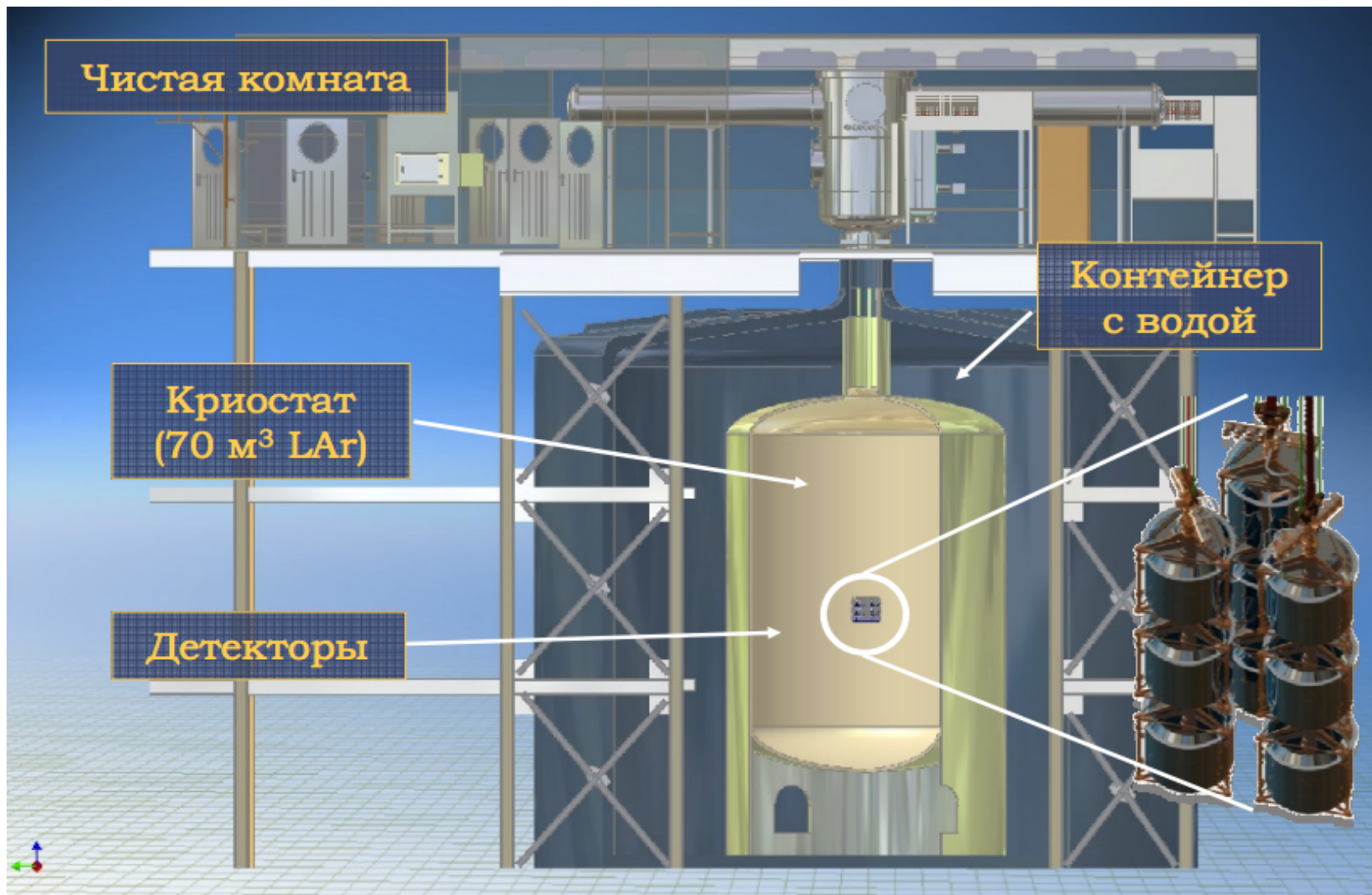
Москва, 2018

Цель

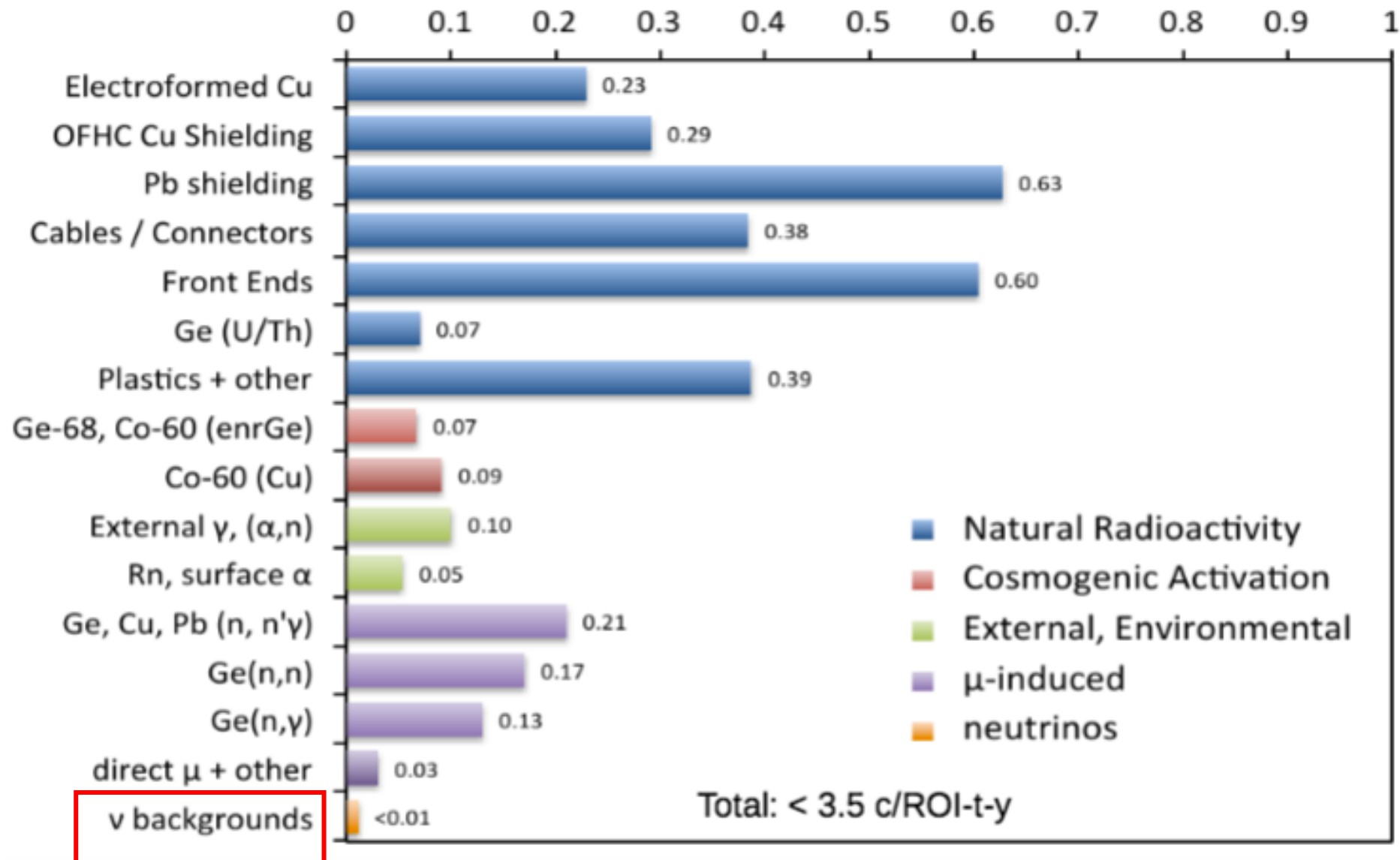
Оценить скорость захвата солнечных нейтрино ядрами ^{76}Ge (реакция $^{76}\text{Ge} (\nu_e^{\text{solar}}, e^-) ^{76}\text{As}$).

Актуальность

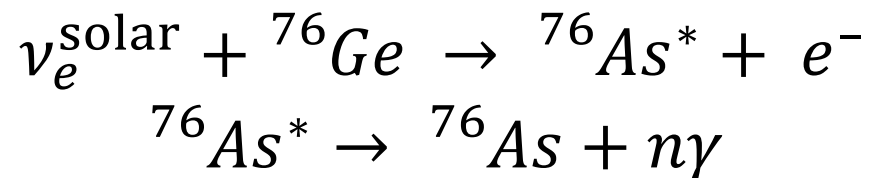
Результаты расчёта в условиях экспериментов GERDA и LEGEND по поиску безнейтринного двойного бета-распада ядер необходимы в качестве исходных данных для определения фона солнечных нейтрино.



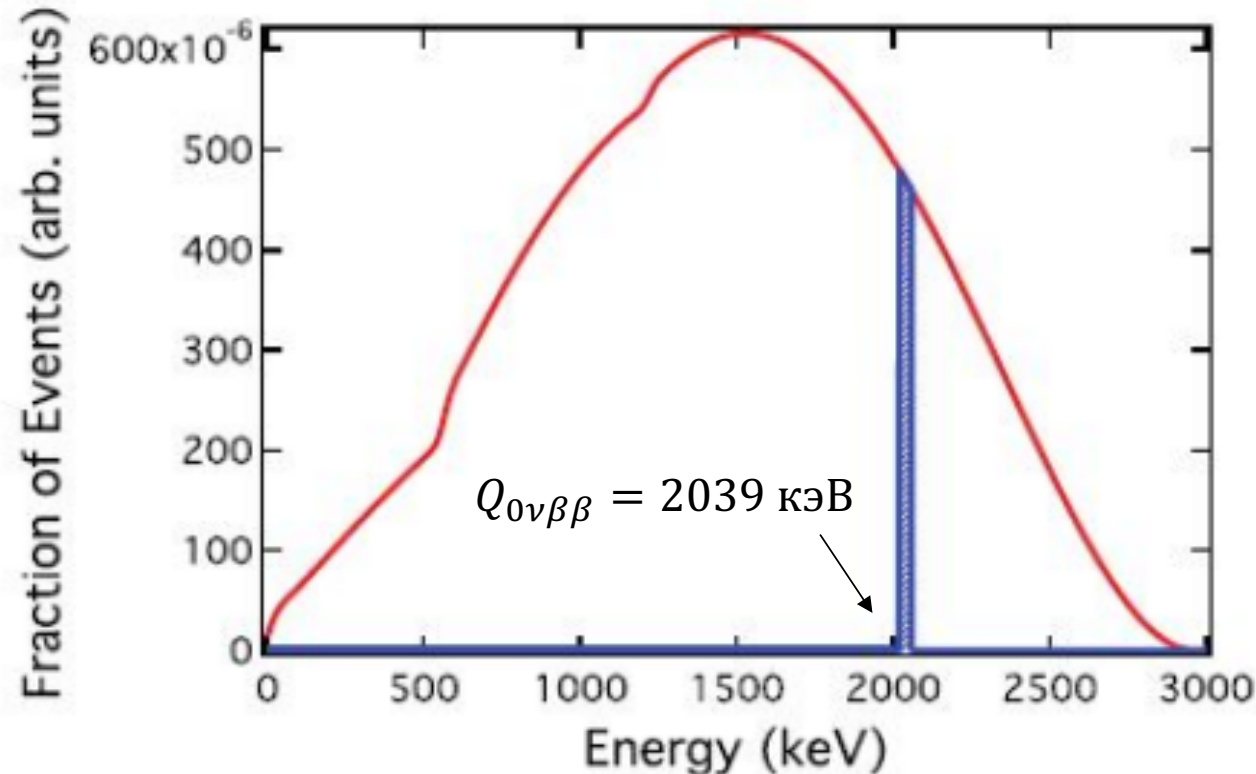
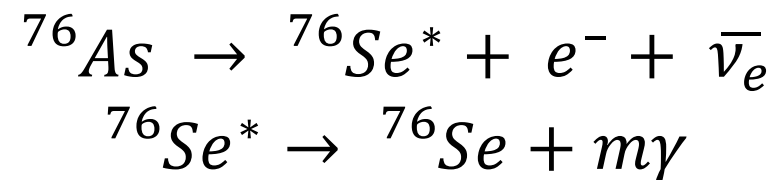
$$Q_{0\nu\beta\beta} = 2039 \text{ кэВ}$$



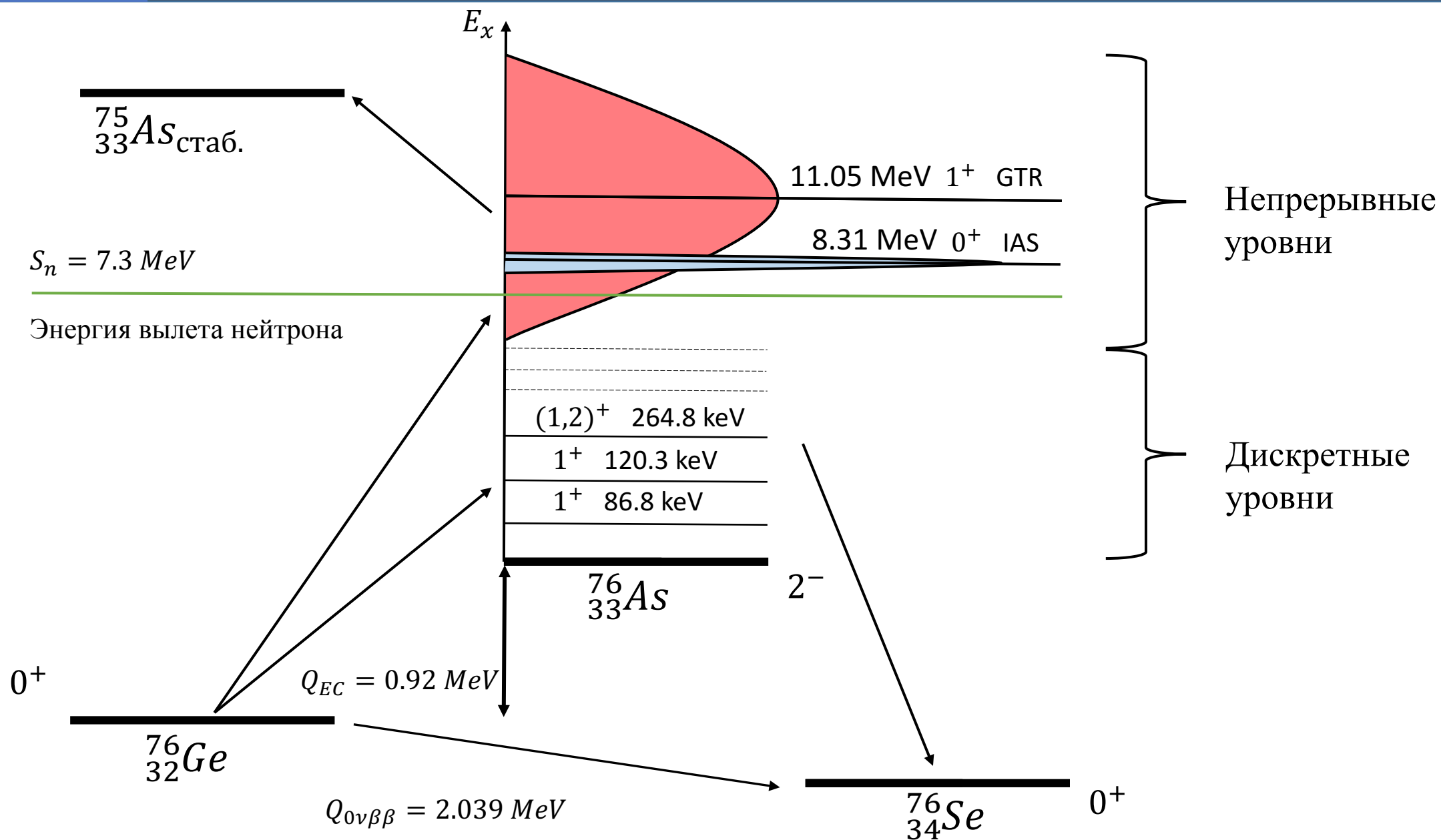
1-й $\beta + \gamma$ распад:

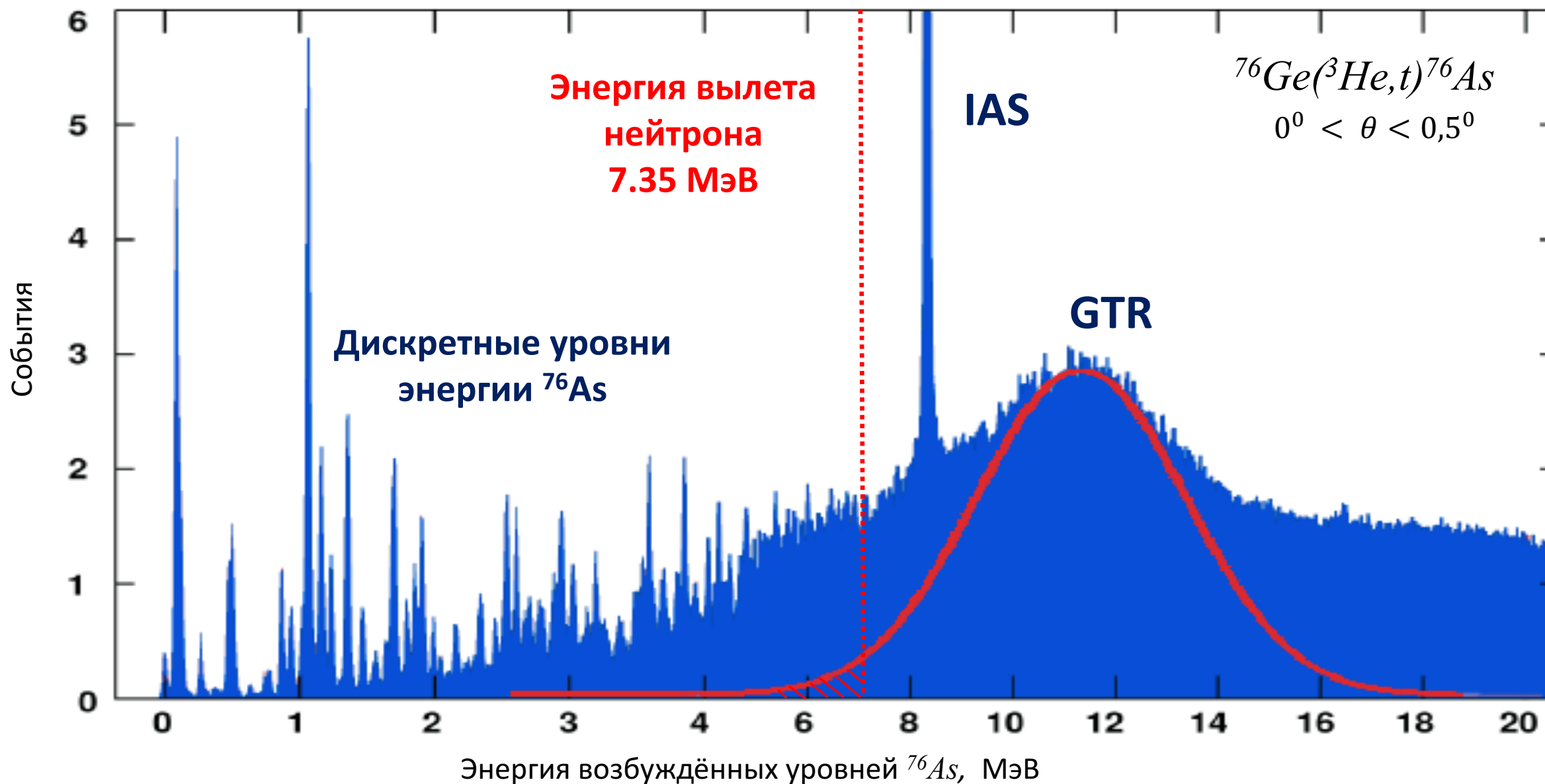


2-й $\beta + \gamma$ распад:



Наложение спектра $\beta + \gamma$ событий распада ${}^{76}\text{As}$ на ROI





$$\nu_e^{\text{solar}} + {}^{76}_{32}\text{Ge} \rightarrow {}^{76}_{33}\text{As}^* + e^- \quad \sigma_{\text{total}}(E_\nu) = \sigma_{\text{discrete}}(E_\nu) + \sigma_{\text{resonances}} \quad (= 0, \text{ если } E_\nu \leq Q_{\text{EC}})$$

$$\sigma_{\text{discrete}}(E_\nu) = \sum_k \frac{G_F^2 \cos^2 \theta_c}{\pi} p_e E_e F(Z, E_e) \left[B(F)_k + \left(\frac{g_A}{g_V} \right)^2 B(GT)_k \right]$$

$$\sigma_{\text{resonances}}(E_\nu) = \int_0^{\min(E_\nu - Q_{\text{EC}}, E_{\text{sep}})} \frac{G_F^2 \cos^2 \theta_c}{\pi} p_e E_e F(Z, E_e) S_\beta(E) dE$$

$p_e(E_e)$ – импульс (энергия) вылетающего электрона

$F(Z, E_e)$ – функция Ферми

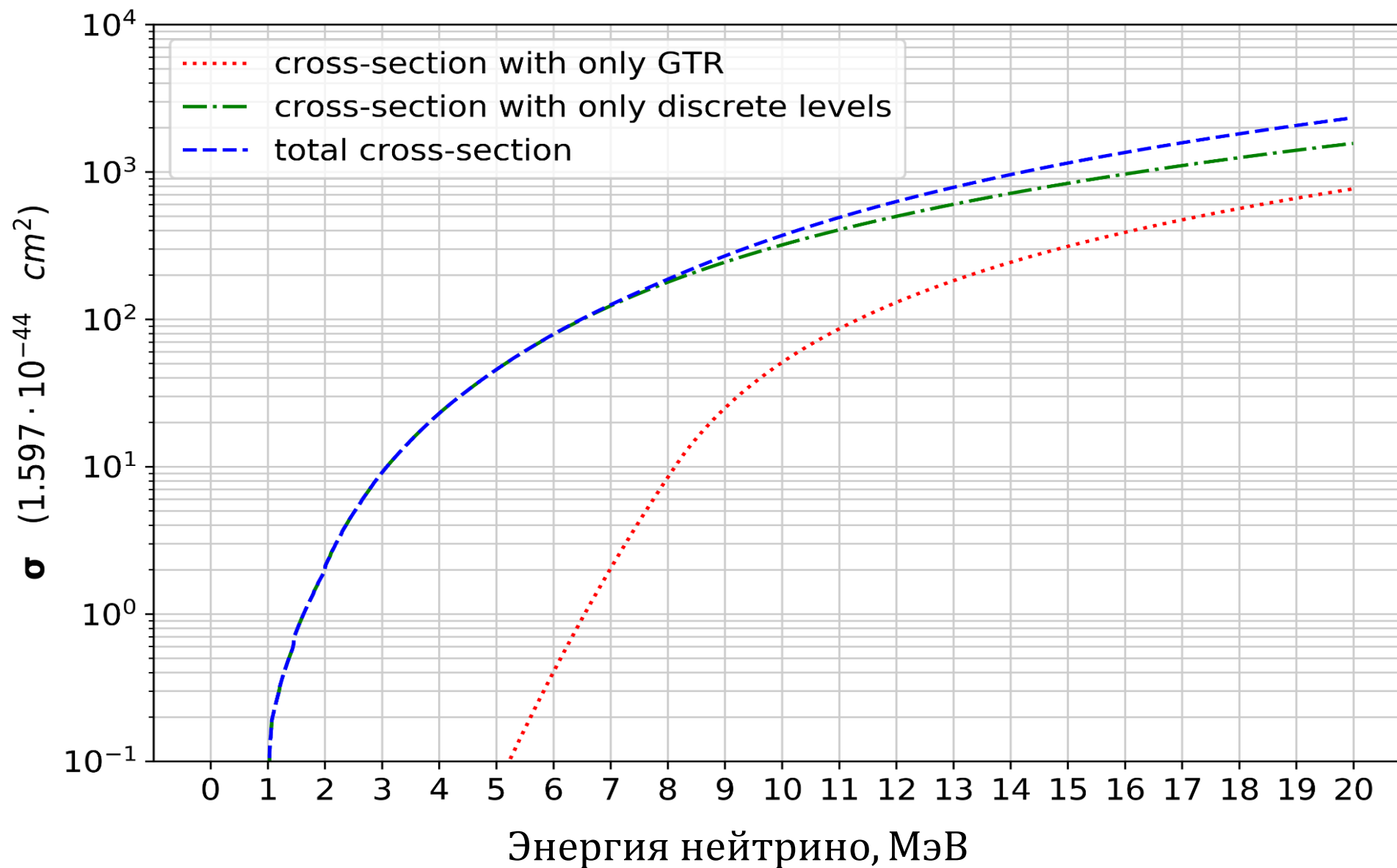
$B(F)_k, B(GT)_k$ – матричные элементы фермиевских и гамов-теллеровских переходов на возбуждённые уровни ^{76}As

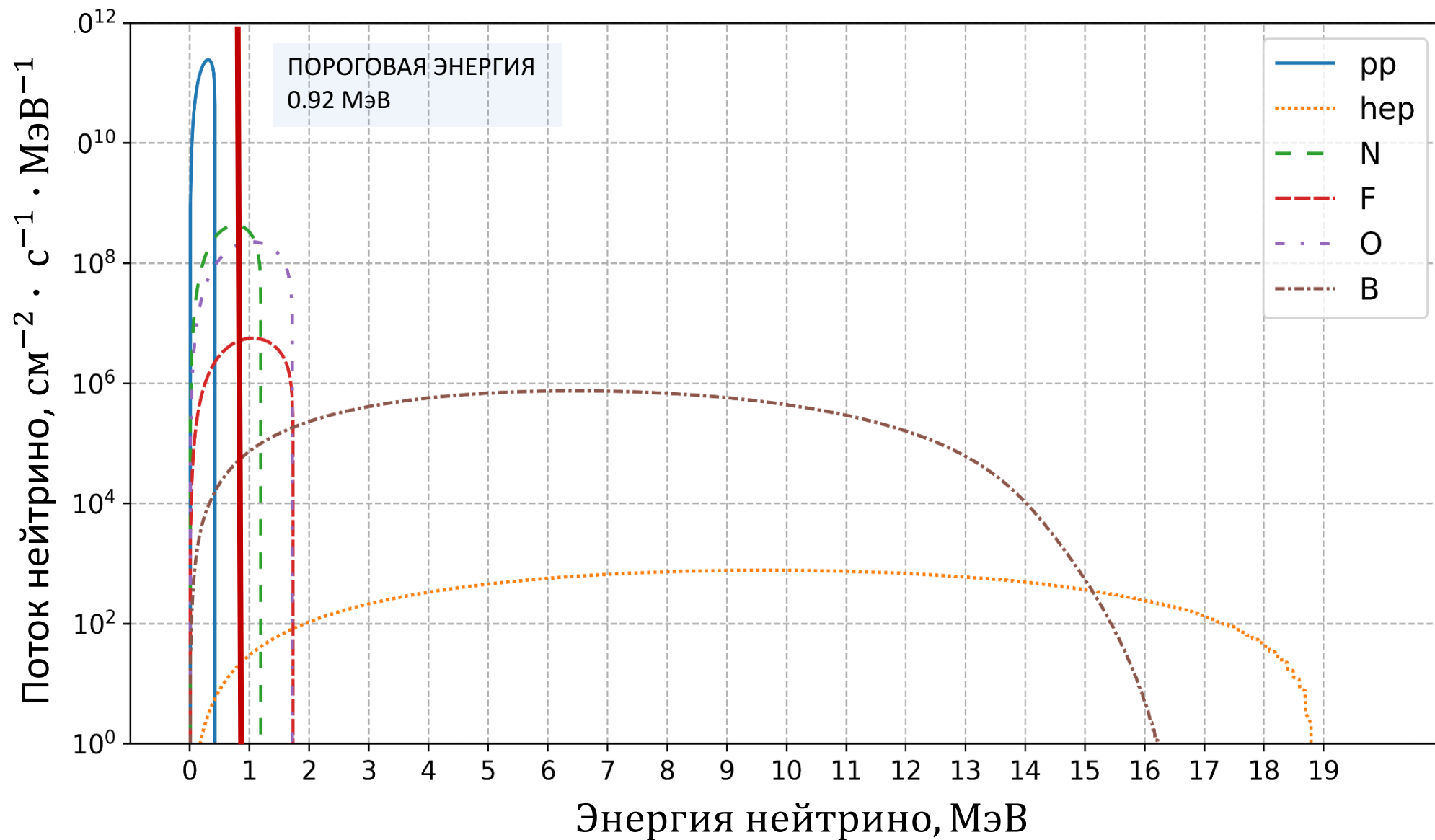
$S_\beta(E)$ – ядерная силовая функция

$E_{\text{sep}} = 7.3 \text{ МэВ}$ – энергия вылета нейтрона, E_{sep}

$$\int_0^\infty S_\beta(E)_{\text{GTR}} dE = 3(N - Z)$$

$$\int_0^\infty S_\beta(E)_{\text{IAS}} dE = N - Z$$





$$R = \sum_k \int_{Q_k}^{\infty} \rho_{\text{solar}}(E_\nu) \sigma_k(E_\nu, Q_k) dE_\nu$$

Скорость захвата нейтрино (*SNU)		per	her	N	F	O	B	Общее значение
	С учётом только дискретных состояний	1.369	0.0451	0.102	0.021	0.828	13.54	15.9
	С учётом дискретных состояний и GTR до E_{sep}	1.369	0.0568	0.102	0.021	0.828	15.22	17.59
Вклад GTR		0%	20%	0%	0%	0%	11%	9.6%

*SNU = $10^{-36} \frac{\text{захватов}}{\text{нуклон} \cdot \text{с}}$

- проведён расчёт скорости захвата солнечных нейтрино ядрами ^{76}Ge
- оценён вклад в R переходов, совершённых в непрерывные состояния ядра ^{76}As

Использованный метод расчёта может быть применён:

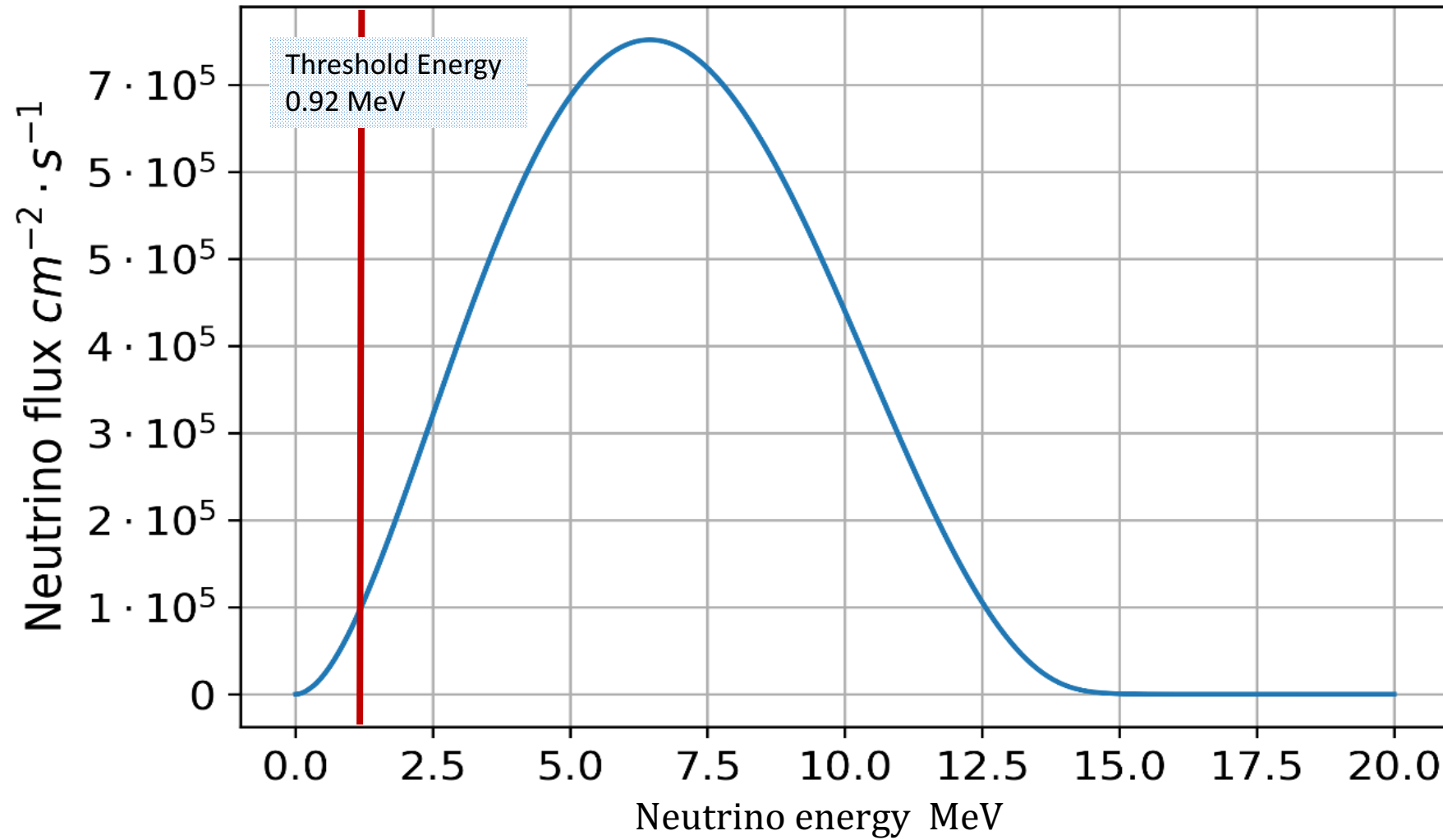
- для определения сечения неупругого взаимодействия нейтрино с ядрами
- для оценки нейтринных фонов в экспериментах по двойному бета-распаду ядер

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

$$\int_0^{\infty} S_{\beta}(E)_{\text{GTR}} = 3(N - Z)$$

$$\int_0^{\infty} S_{\beta}(E)_{\text{IAS}} = N - Z$$

^8B neutrino energy spectrum



**Solar neutrino flux
taken from
BS05(OP) model**
J. N. Bahcall, A. M.
Serenelli, and S.
Basu, *Astrophys. J. Lett.* **621**, L85 (2005)

**Flux from BS05(OP)
model**
J. N. Bahcall, A. M.
Serenelli, and S. Basu,
Astrophys. J. Lett. **621**, L85
(2005)

J. H. Thies *et al.*, *Phys. Rev. C* **86**, 014304 (2012) , $0 < \theta < 0.5$

- [1] H. Ejiri and S. R. Elliott
Phys. Rev. C **89**, 055501 “Charged current neutrino cross section for solar neutrinos, and background to $\beta\beta(0\nu)$ experiments”
- [2] M. Behrens and J. Janecke, *Elementary Particles, Nuclei and Atoms*, Landolt-Bornstein Group I: Nuclear Physics and Technology, Vol. 4 (Springer, Berlin, 1969)
- [3] D. Mund *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **110**, 172502 (2013)
- [4] J. H. Thies *et al.*, *Phys. Rev. C* **86**, 014304 (2012)