

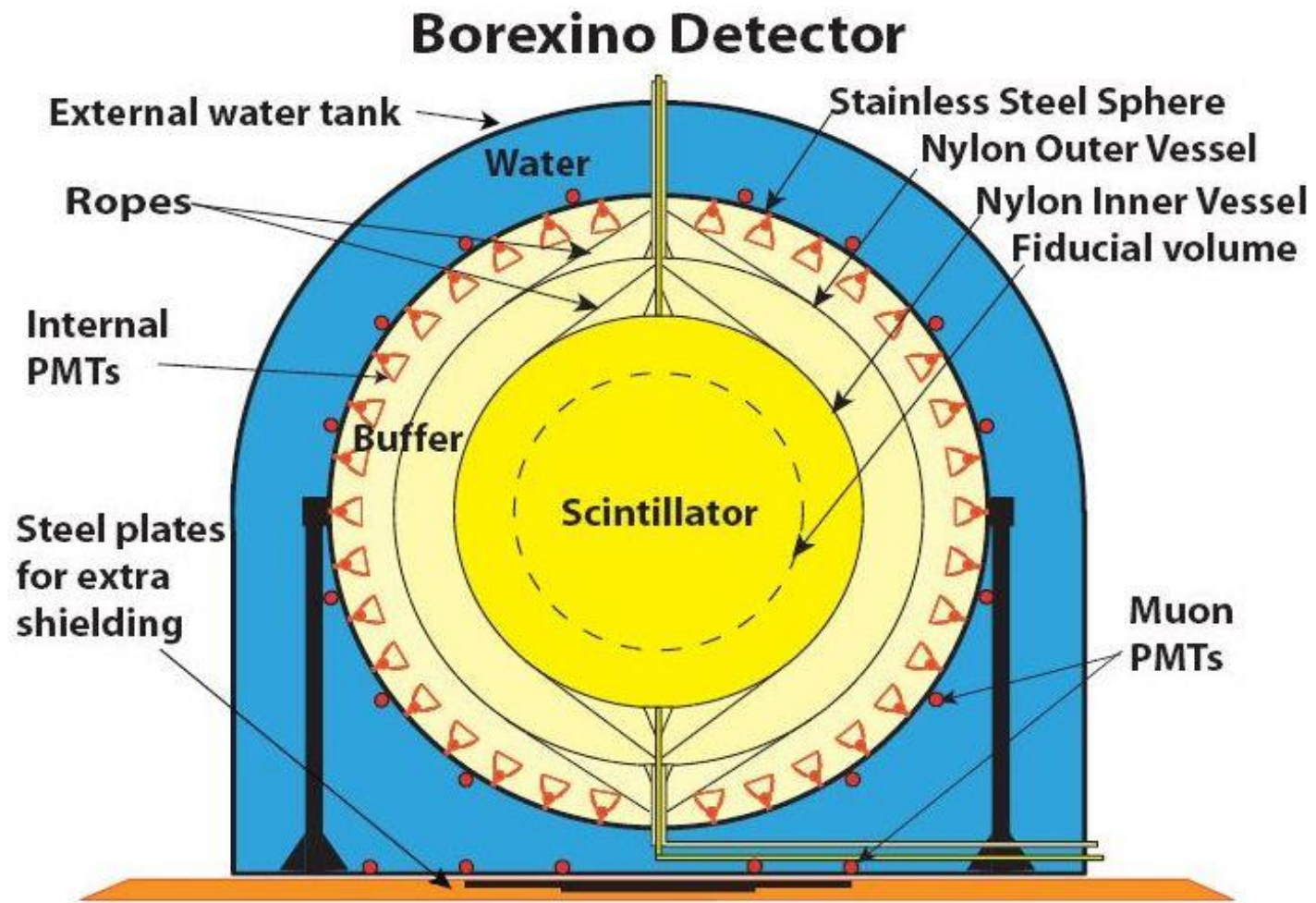
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТ СПЕКТРА БОРЕКСИНО ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Научный руководитель: Синев Валерий Витальевич, д.ф-м.н., доцент МИФИ

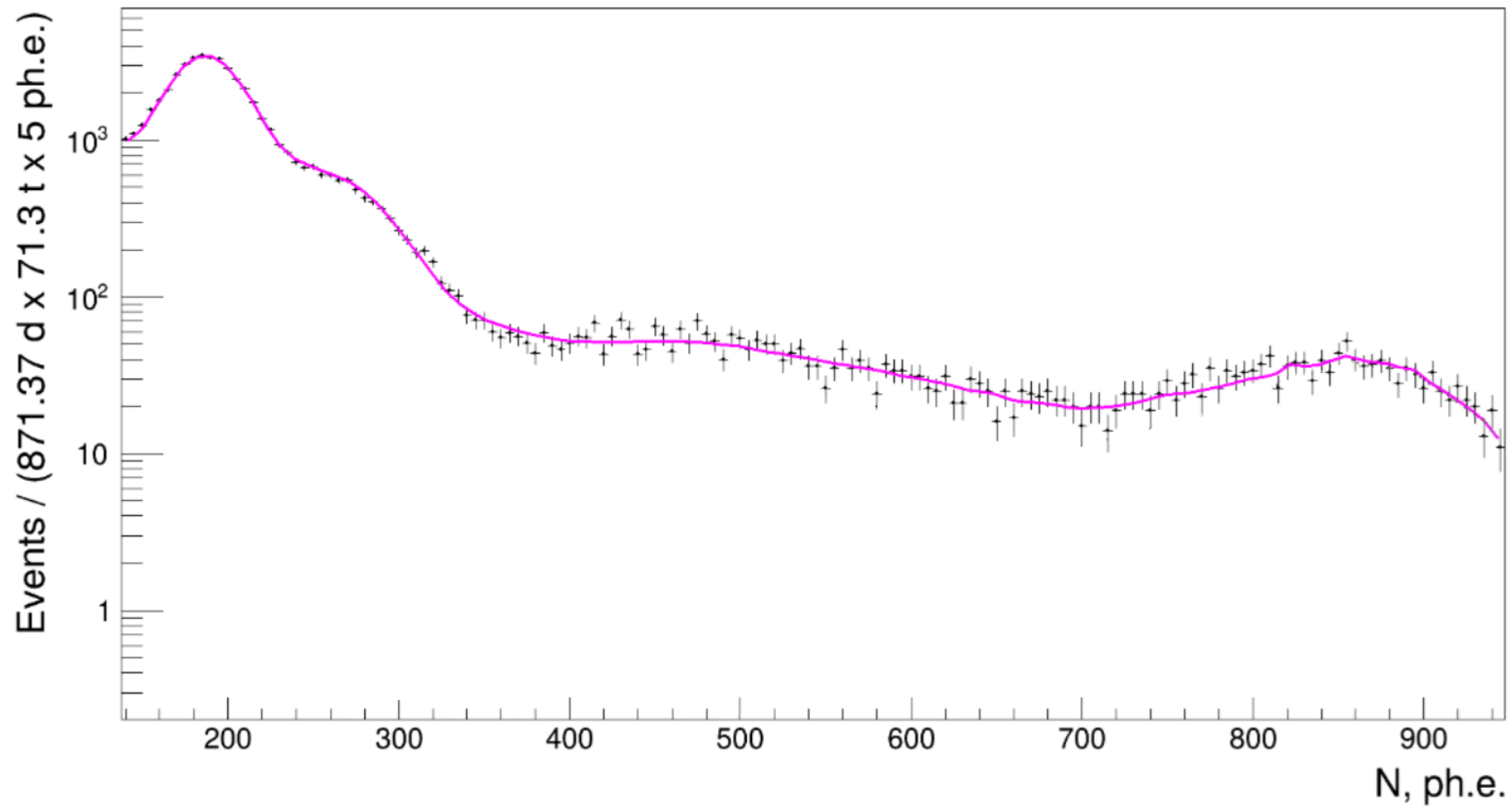
Студент: Быковский Алексей, группа Б22-104

ПОСТАВЛЕННЫЕ ЦЕЛИ

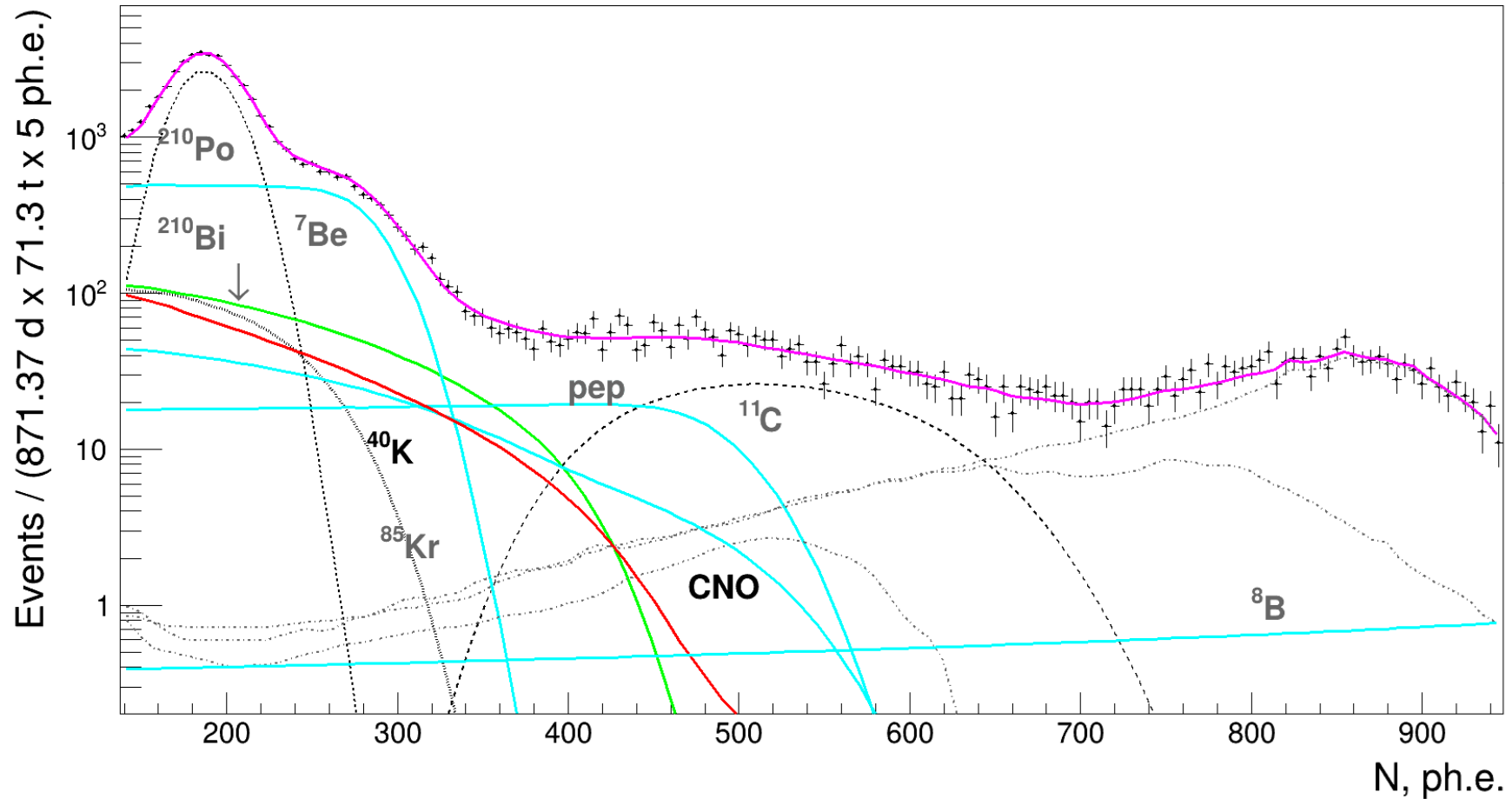
1. Произвести множественное моделирование спектра, подобного спектру эксперимента Борексино;
2. Произвести фитирование смоделированных спектров, учитывая и не учитывая ^{40}K в качестве одного из источников, и сравнить получаемые результаты с результатами обработки экспериментального спектра;
3. Рассмотреть явление статистического смещения среднего, наблюдаемое при фитировании смоделированных спектров.



Детектор Борексина регистрирует одиночные события упругого рассеяния нейтрино/антинейтрино на электронах сцинтиллятора.



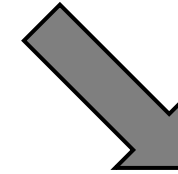
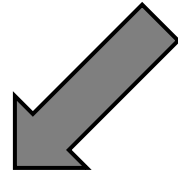
Чёрные точки – данные детектора Борексино. Розовая кривая - описание точек методом наименьших квадратов.



Чёрные точки – данные детектора Борексино. Розовая кривая - описание точек методом наименьших квадратов.

Остальные кривые – спектры энерговывделений при рассеянии нейтрино/антинейтрино от различных источников на электронах, и энерговывделений от фоновых процессов, которыми фитирован спектр Борексино.

Фитирование спектра Борексино

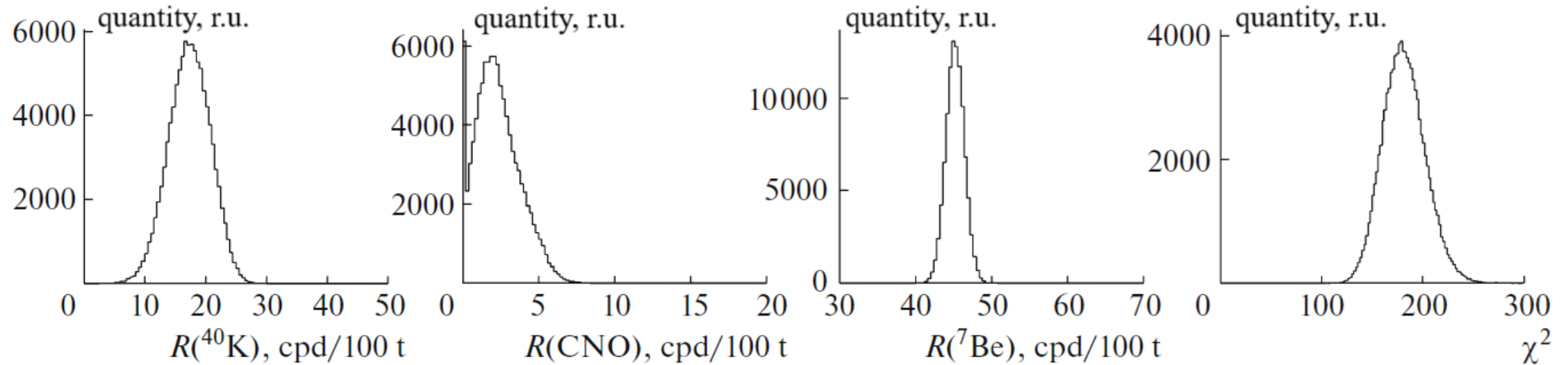


Без потока
нейтрино/антинейтрино от ^{40}K
 $R(^{40}\text{K}) = 0$

Результат фитирования
соответствует моделям
**Высокометаллического Солнца и
Силикатной Земли**

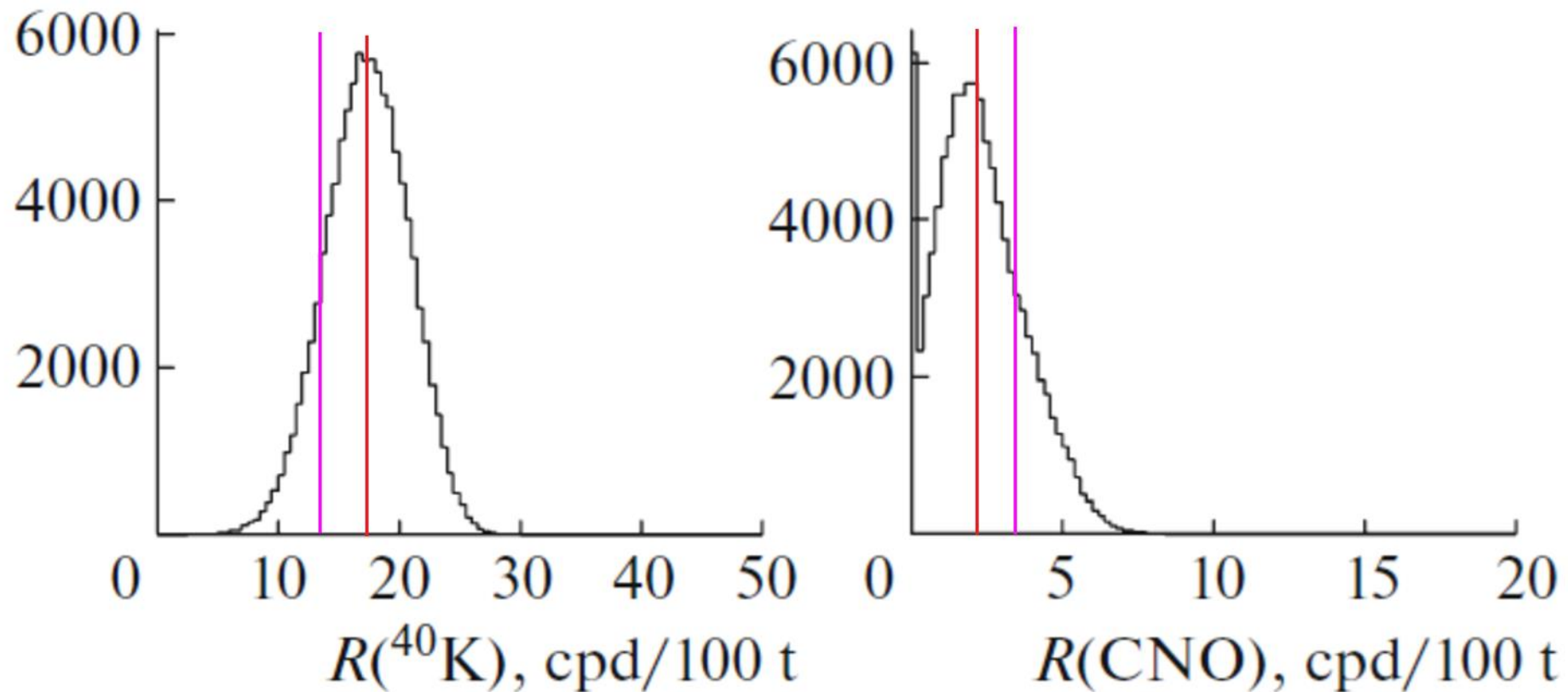
С потоком
нейтрино/антинейтрино от ^{40}K
 $R(^{40}\text{K})$ – свободный параметр

Результат фитирования
соответствует моделям
**Низкометаллического Солнца и
Гидридной Земли**

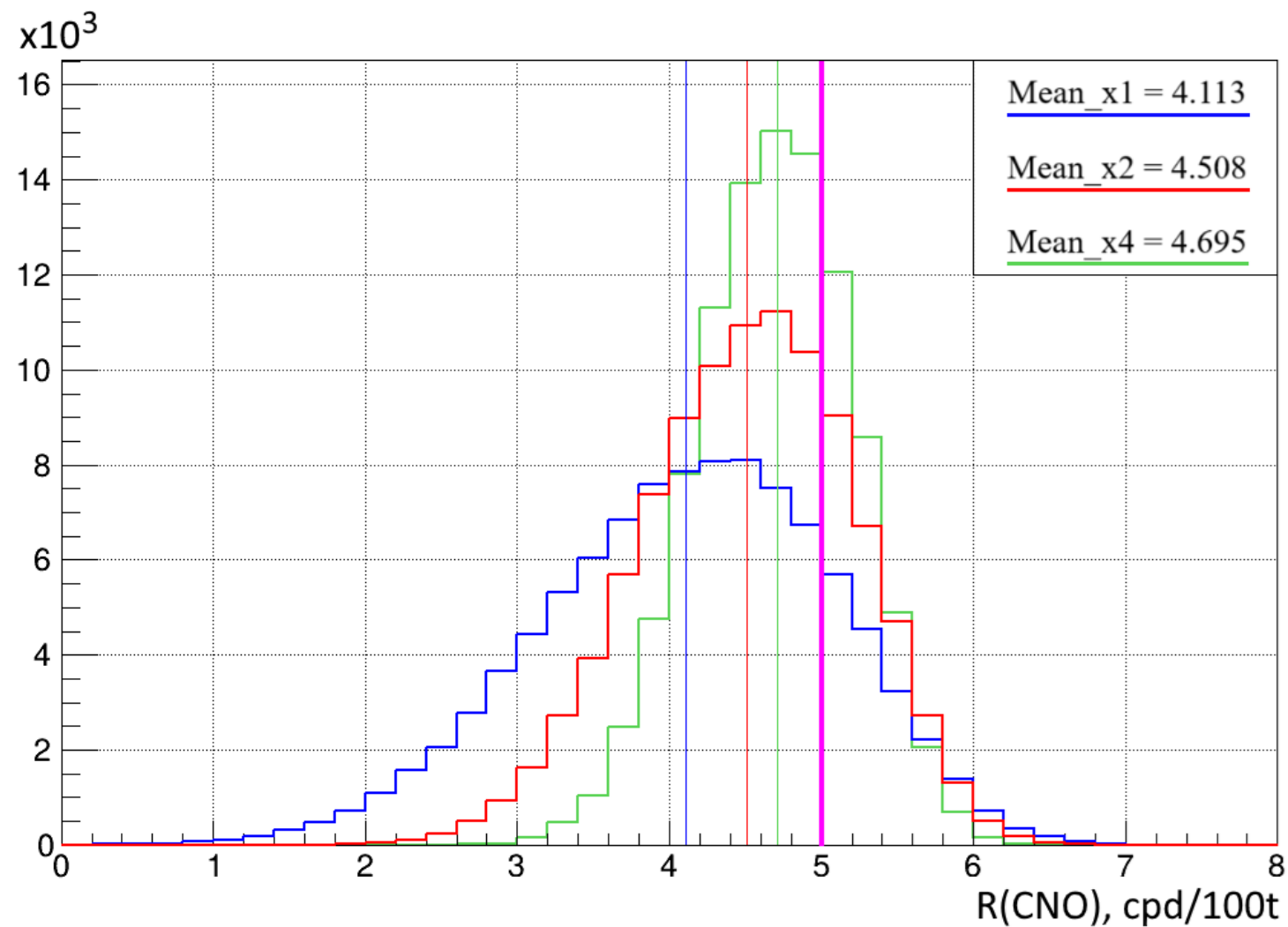


Результат фитирования наборов смоделированных спектров – распределения значений скоростей счёта для каждого из источников, включённых в фитирование (на экране – только некоторые из них), и распределение значений χ^2 , получаемых при фитировании.

При фитировании спектров, смоделированных на основе положений моделей Низкометаллического Солнца и Гидридной Земли, **были повторены результаты фитирования экспериментального спектра Борексино.**



Смещение средних значений скорости счёта нейтрино/антинейтрино от ^{40}K и от CNO-цикла. Красная линия соответствует восстановленному при фитировании среднему значению скорости счёта, розовая линия соответствует заложенному при моделировании значению. Средние скорости счёта, заданные при моделировании, $\bar{R}_{\text{sim}}(^{40}\text{K}) = 14 \text{ cpd}/100\text{t}$, $\bar{R}_{\text{sim}}(\text{CNO}) = 3.5 \text{ cpd}/100\text{t}$, отмечены на соответствующих гистограммах розовыми линиями.



Распределения скоростей счёта нейтрино от CNO-цикла, полученные для единичного (синий цвет), двойного (красный цвет) и четверного (зелёный цвет) размера статистики относительно размера статистики эксперимента Борексина.

Средняя скорость счёта, заданная при моделировании, $\bar{R}_{sim}(CNO) = 5$ (розовый цвет).

Единичный объём статистики соответствует общему числу событий, зарегистрированных в эксперименте Борексина.

Для единичного, удвоенного и учетверённого объёма статистики рассчитано относительное смещение средней скорости счёта как отношение смещения среднего значения скорости счёта к значению скорости счёта, заложенному при моделировании:

$$b_1 = 0.177$$

$$b_2 = 0.098$$

$$b_4 = 0.061$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Произведено моделирование спектров, подобных экспериментальному спектру Борексино;
2. Произведено фитирование наборов смоделированных спектров. При фитировании спектров, сгенерированных на основе положений моделей Низкометаллического Солнца и Гидридной Земли, были повторены результаты фитирования экспериментального спектра Борексино;
3. Установлено, что при увеличении объёма статистики смещение восстановленного среднего значения скорости счёта относительно значения, заложенного при моделировании, уменьшается. Кроме того, было оценено влияние объёма статистики на величину смещения среднего:
 - a) Увеличение объёма статистики в 2 раза относительно статистики эксперимента Борексино уменьшает отклонение в 1.8 раза;
 - b) увеличение объёма статистики в 4 раза относительно статистики эксперимента Борексино уменьшает отклонение в 2.9 раза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛАЙДЫ

Модель Гидридной Земли (*HE-model*)

- Земля образована из вещества, выброшенного из Солнца, состав которого изменился из-за ионизации и воздействия магнитного поля.
- Доля химического элемента в составе Земли описывается **законом Владимира Ларина**:

$$\left(\frac{X_M}{X_{Si}}\right)_{Earth} = \left(\frac{X_M}{X_{Si}}\right)_{Sun} \cdot F(E_{ip}(M))$$

Здесь $(X_M)_{Earth}$ – доля в массе Земли/Солнца химического элемента M;

$E_{ip}(M)$ – потенциал ионизации химического элемента M;

$F(E_{ip}(M)) = A \cdot e^{-B \cdot E_{ip}(M)}$; A и B – некоторые константы.

Доля калия в массе Земли: **2% – 4% → 200 – 400 ТВт** тепловыделения;

Доля водорода в массе изначально Земли (в форме гидридов металлов) – 4%;

Современная мантия – металлическая;

**Радиус Земли осциллирует, за время жизни Земли увеличился в 1.7 раза.
В наше время радиус Земли уменьшается.**

Модель Силикатной Земли (BSE)

Основная идея:

Состав химических элементов в Земле \equiv

Составу химических элементов в метеоритах \equiv

Составу химических элементов в поясе астероидов на орбите за Марсом.

В нижней мантии и ядре Земли нет U, Th, K;

Доля K от массы Земли \approx **0.024%**;

Поток тепла из недр Земли = **47 ± 2 ТВт**;

Мантия силикатная; ядро железное;

Радиус Земли неизменен.