

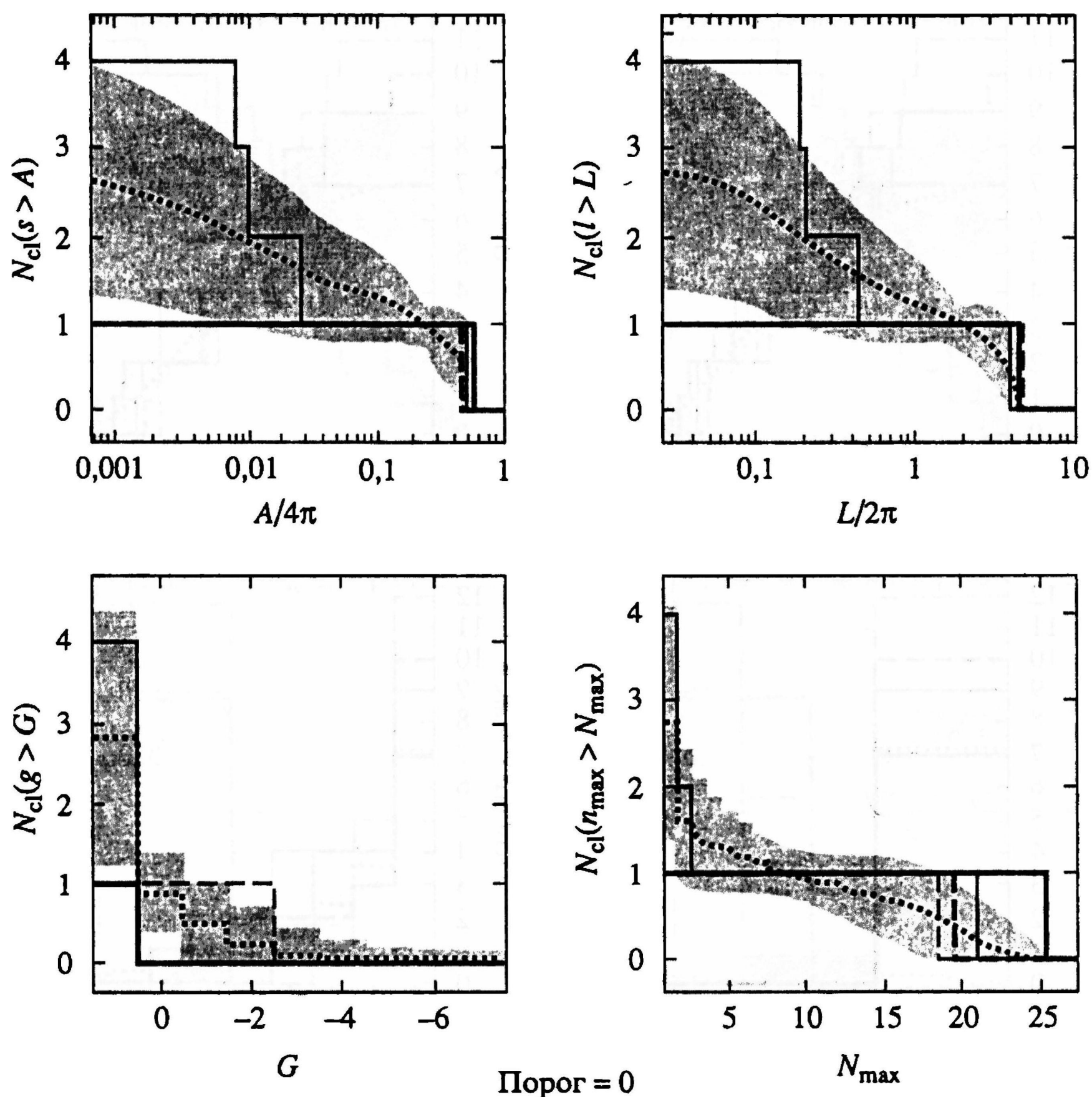


Рис. 7.19. То же самое, что и на рис. 7.15, но для порога  $v_t = 0$

методов устранения сильной негауссовости карт анизотропии реликтового излучения, обусловленной различного рода шумами некосмологической природы.

## 7.8. Статистическая природа сигнала в данных BOOMERANG и MAXIMA-1

Необходимо заметить, что наряду с данными эксперимента COBE, покрывающего всю поверхность неба, большую роль для тестирования свойств гауссовости первичной анизотропии реликтового излучения играет анализ статистической природы сигнала в экспериментах с малым покрытием неба – таких, как

BOOMERANG и MAXIMA-1. Особенностью этих экспериментов является, как мы уже отмечали, относительно малая площадь покрытия неба. Однако, в отличие от эксперимента COBE, при анализе свойств анизотропии реликтового излучения удаётся выбрать участки неба, не содержащие вклада от излучения Галактики. При анализе свойств сигнала, полученного в рамках эксперимента BOOMERANG, мы будем следовать недавней работе [Polenta et al., 2002], в которой использовались следующие тесты:

а) skewness and kurtosis (третий и четвёртый моменты функции распределения),

б) три ФМ – площадь, длина и генус.

Область неба, которая содержит сигнал, составляет 1,19% от полной площади сферы и покрывает зону с координатами  $70^\circ < \alpha < 105^\circ$ ;  $-55^\circ < \delta < -35^\circ$ , где отсутствуют дефекты карты и время накопления сигнала максимально. Приведём основные характеристики сигнала для частотного канала B150A эксперимента BOOMERANG [Polenta et al., 2002].

Третий момент функции распределения (skewness)  $S_3$  и четвёртый момент  $S_4$  (kurtosis) определяются стандартным образом,

$$\begin{aligned}\sigma_0^2 &= \sum_i (T_i - \langle T \rangle)^2 / (N - 1), \\ \mu_3 &= \sum_i (T_i - \langle T \rangle)^3 / N, \\ \mu_4 &= \sum_i (T_i - \langle T \rangle)^4 / N,\end{aligned}\tag{7.62}$$

и базируются на локальных значениях  $T_i$  и  $\langle T \rangle = \frac{1}{N} = \sum_i T_i$ , где

$N$  – количество пикселей на карте.

Нормализованные значения третьего и четвёртого моментов,  $S_3 = \mu_3 / \sigma_0^3$  и  $S_4 = \mu_4 / \sigma_0^4$ , после обработки данных соответственно равны  $S_3 = -0,03$ ,  $S_4 = 0,19$ . В силу влияния шума и эффектов систематики эти значения естественно отличаются от нулевых значений. Для тестирования гипотезы о гауссовой природе сигнала Полента и др. [Polenta et al., 2002] проанализировали модельные карты анизотропии реликтового излучения, симулированные при заданном виде спектра  $C(l)$ , полученном из анализа реальных карт эксперимента BOOMERANG. Отличие

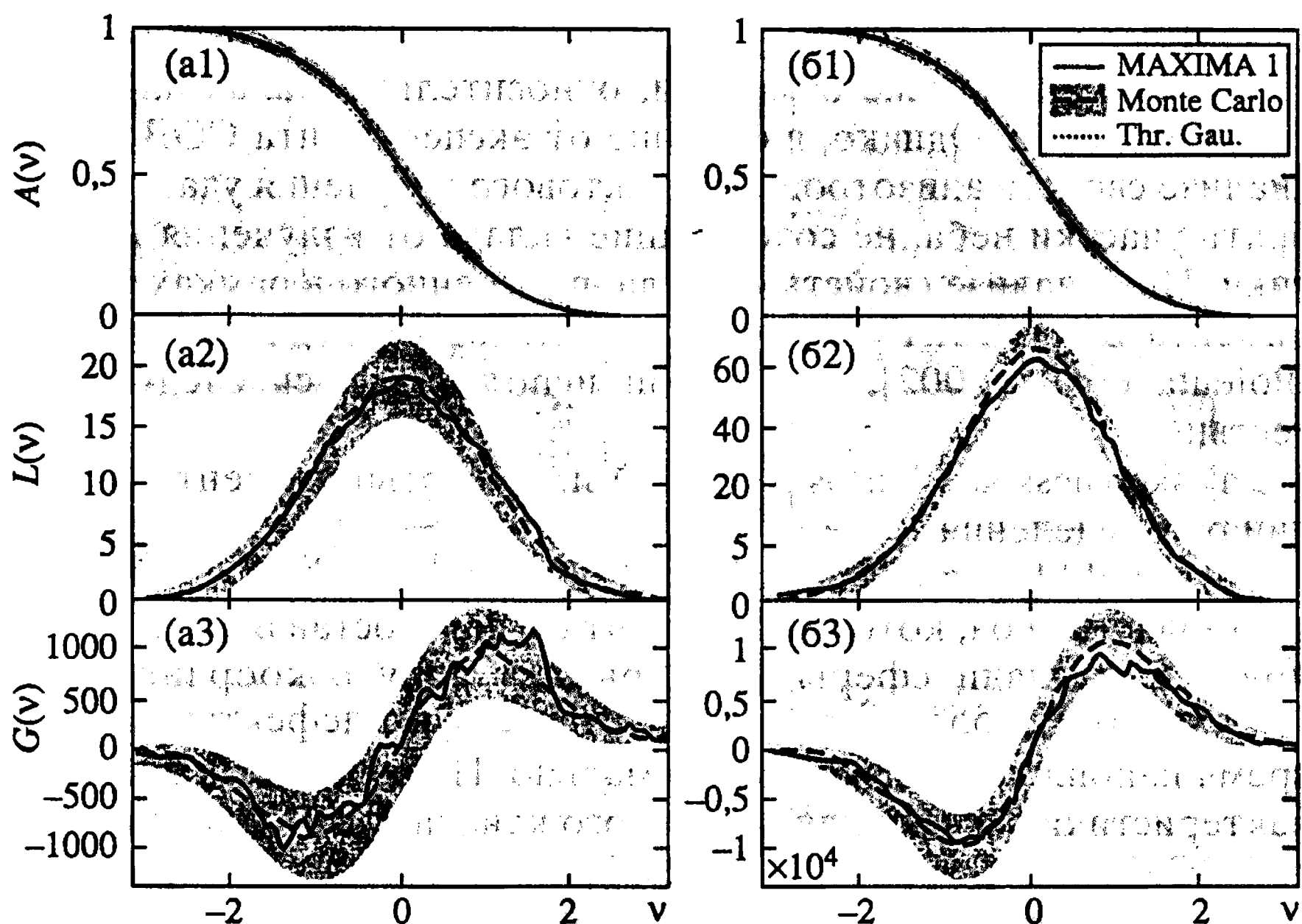


Рис. 7.20. Функционалы Минковского на МАХИМА-1 картах. Слева приведены ФМ для исходной карты сигнала, справа – для карты, отфильтрованной по Винеру

модельных  $S_3$  и  $S_4$  от полученных непосредственно из карты не превышают пределов погрешности моделирования. Аналогичные выводы следуют и для ФМ, рассчитанных для карт вдали от галактической плоскости. Эти выводы совпадают с выводами МАХИМА-1 коллаборации [Wu et al., 2001].

На рис. 7.20 приведены соответственно три ФМ для двух вариантов фильтрации карт. Как видно из этого рисунка, все ФМ находятся в прекрасном согласии с гауссовыми статистиками.

Означает ли это, что мы можем быть полностью уверены в статистической (гауссовой) природе сигнала  $\Delta T$  или вопрос всё ещё остаётся открытым и нуждается в более детальной экспериментальной и теоретической проверке? Мы попытались проанализировать возможные “подводные камни” гауссовых тестов на примере простой модели, предложенной Д.И. Новиковым и др. [2000] и составляющей основу следующего параграфа.