

Статистика магнитных потоков звёзд ранних  
спектральных классов и образование магнитных полей  
нейтронных звёзд.

Игошев Андрей

СПбГУ

26 сентября 2010 г.

Научный руководитель: Холтыгин А.Ф.

## Цель работы

Проверка гипотезы о реликтовой природе магнитного поля звёзд ранних спектральных классов, у которых нет поверхностной конвективной зоны, на основе наблюдательной статистики. Сравнение функций распределения магнитных потоков массивных ОВ звёзд и нейтронных звёзд.

## Задачи

- 1) Найти магнитные потоки ОВ звёзд и пульсаров.
- 2) Построить аппроксимацию функций распределения магнитных потоков этих звёзд.

# Определение радиуса

## Обычные звёзды

- 1) Определение радиуса из каталога CADARS 200 звёзд.
- 2) Определение радиуса по спектральному классу и классу светимости 400 звёзд

## Белые карлики

Определение радиуса по формуле  $R_{WD} = 5 \cdot 10^3 km \left( \frac{M}{M_{\odot}} \right)^{-1/3}$

Формула взята из работы D. Koester G. Chanmugan, 1990

Всего 23 белых карлика

## Нейтронные звёзды

Для 46 двойных пульсаров, у которых померяна масса и напряжённость магнитного поля, радиус считался из зависимости R-M J.M.Lattimer & M.Prakash, 2001

Радиус остальных пульсаров считался равным 10 км.

# Определение потока

## Общий случай

$$F = \iint_s (B \cdot n) dS = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{2\pi} B_r \sin\theta d\theta d\phi$$

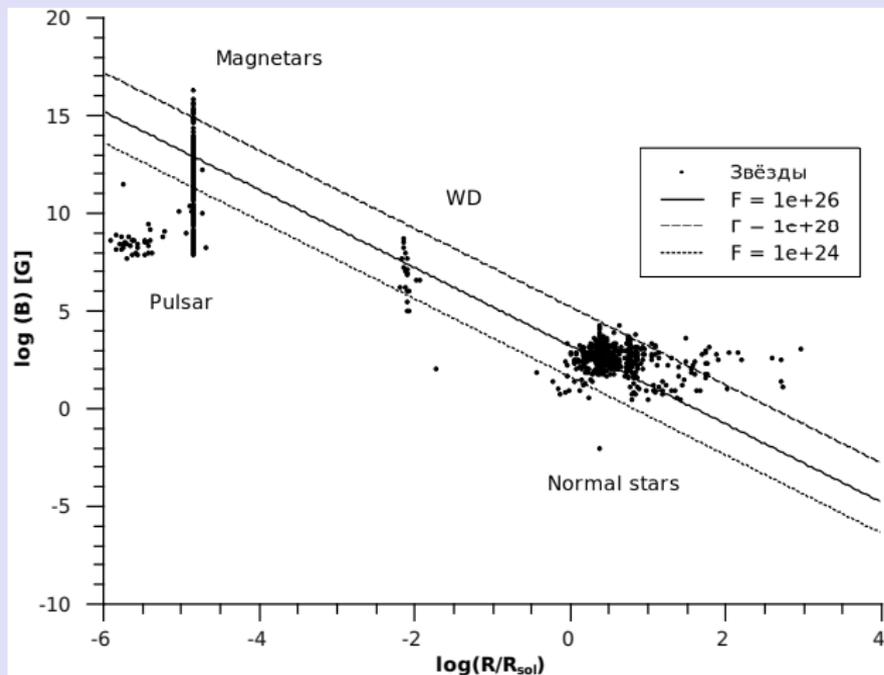
## Мультипольные конфигурации

$$F = 4\pi\alpha \langle B \rangle R^2$$

$$\text{Диполь } \alpha = \frac{5}{3}$$

мультиполи высших порядков  $\alpha \sim 1$

## Сравнение потоков различных звёзд



# Аппроксимация

## Логирифм-нормальная аппроксимация

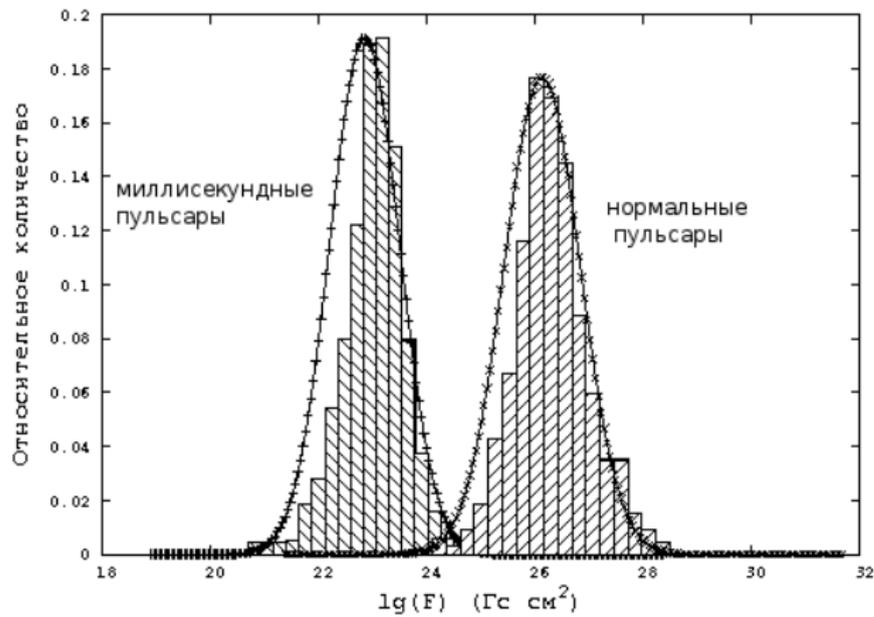
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

## Коэффициенты аппроксимации для различных звёзд

Типе	$\bar{x}$	$\sigma$	$N_{bins}$	$N_{stars}$	$\chi_n^2$	$\alpha$
O	27.09	0.21	5	9	0.08531	??
B	26.69	0.60	18	245	0.009	$8 \cdot 10^{-12}$
A	26.25	0.43	25	331	0.004	$4 \cdot 10^{-7}$
$M > 8M_{\odot}$	27.13	0.67	11	79	0.041	$7 \cdot 10^{-8}$
milisec. puls.	20.08	0.68	18	79	1.44	$5.23 \cdot 10^{-9}$
normal puls.	24.02	0.63	38	1621	0.12	$3.5 \cdot 10^{-24}$
Магнитары	27.53	0.36	5	14	0.17	$1 \cdot 10^{-4}$

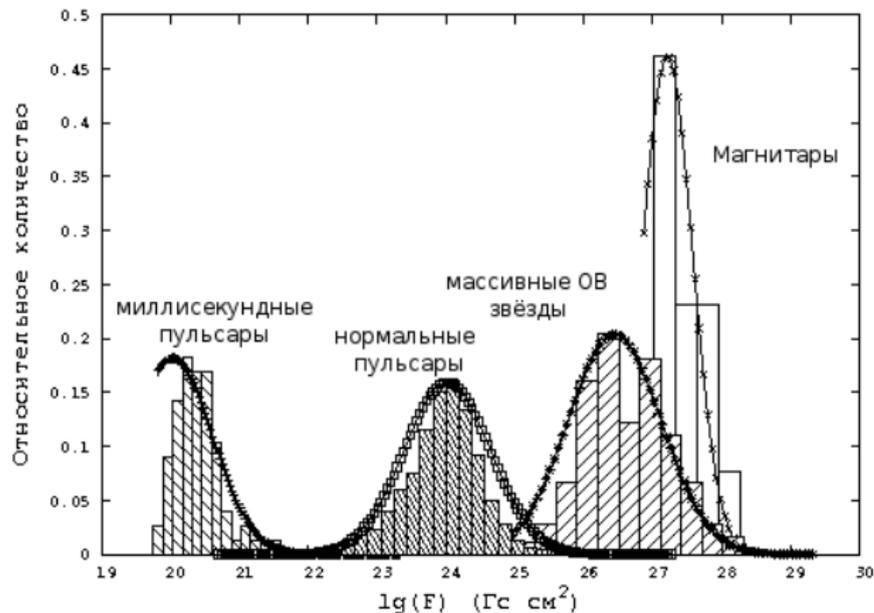
# Графическое представление аппроксимации

## Пульсары



# Графическое представление аппроксимации

## Массивные звезды, пульсары и магнетары



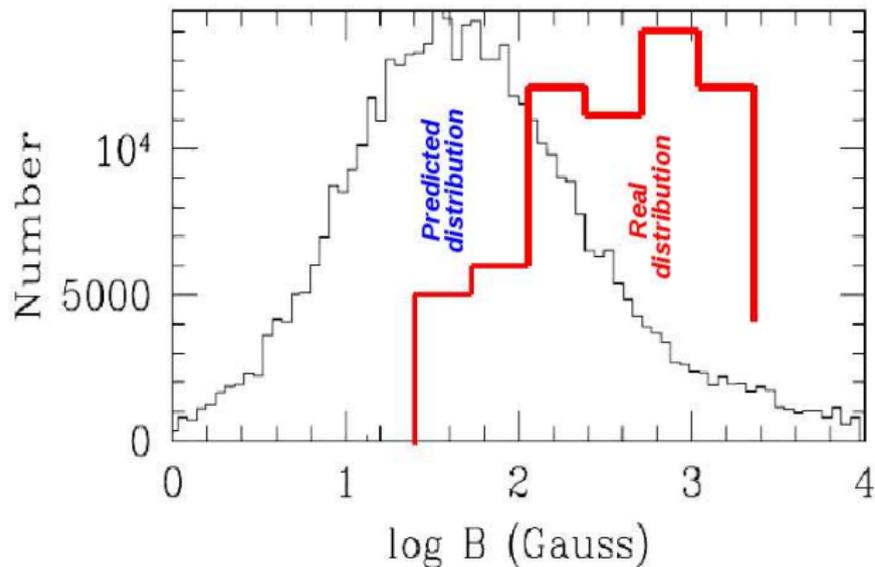
## Сравнение с теоретическими моделями

Type	$\bar{x}$	$\sigma$	$N_{stars}$
$M > 8M_{\odot}$	27.13	0.67	79
milisec. puls.	20.08	0.68	79
normal puls.	24.02	0.63	1621
Ferrario & Wicramasinghe (2006)	26.2 25.2	1.00 0.61	- -
Faucher-Giguere & Kaspi (2006)	25.97	0.55	-
Popov et al. (2010)	26.57	0.63	-

### Анализ

Из таблицы видно, что модель Ferrario & Wicramasinghe (2006) на данный момент плохо согласуется с наблюдательными данными.

## Сравнение с моделью Ferrario & Wicramasinghe, 2006



# Результаты и обсуждение

## Результаты

- 1) Значения магнитных потоков белых карликов согласуются с предположением о постоянстве их магнитного потока.
- 2) Магнитные потоки пульсаров оказались в среднем на 3-4 порядка меньше магнитных потоков их предшественников, но функция распределения имеет близкую форму.
- 3) Магнитные потоки магнитаров близки к магнитным потоком массивных звёзд.

## Обсуждение

В статье Pons, 2009 предложен механизм потери магнитного потока на протяжении первого миллиона лет жизни пульсара. Результатом такой эволюции является снижение потока на 2 порядка без изменения формы распределения. Вывод о сохранении формы распределения реализуется на практике, но поток понижается сильнее, вероятнее всего, это следствие потери массы звездой на стадиях после главной последовательности.