

Эволюция звёзд.

$$\tau_{\text{жизн}} \approx 1 \text{ гас}; \quad \tau_{\text{тен}} \approx 30 \text{ млн. лет}; \quad \tau_{\text{жизн}} \approx 10^{10} \text{ лет}.$$

$$\tau_{\text{жизн}} \ll \tau_{\text{тен}} \ll \tau_{\text{жизн}}.$$

$$L \sim T^4; \quad W_{\text{зг}} \sim T^{4.5 \div 20} \quad (p-p, \text{ c-n})$$

равновесие. *

$$M = M_{\odot}; \quad \tau_{\text{жизн}} \approx 5 \cdot 10^9 \text{ лет}$$

$$M \approx 30 \cdot M_{\odot}; \quad \tau_{\text{жизн}} \approx 5 \cdot 10^6 \text{ лет}$$

далее:

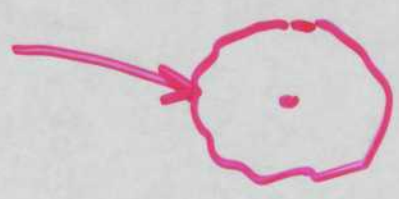
$$M \sim M_{\odot} \rightarrow \text{БК}$$

$$1.5 M_{\odot} \leq M \leq (2.5 \div 3.0) M_{\odot} \rightarrow \text{H3}$$

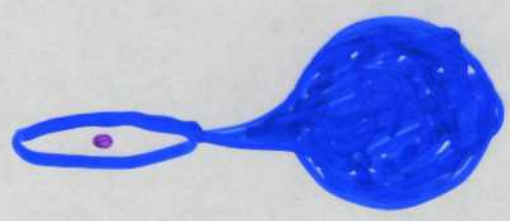


сверхновые:

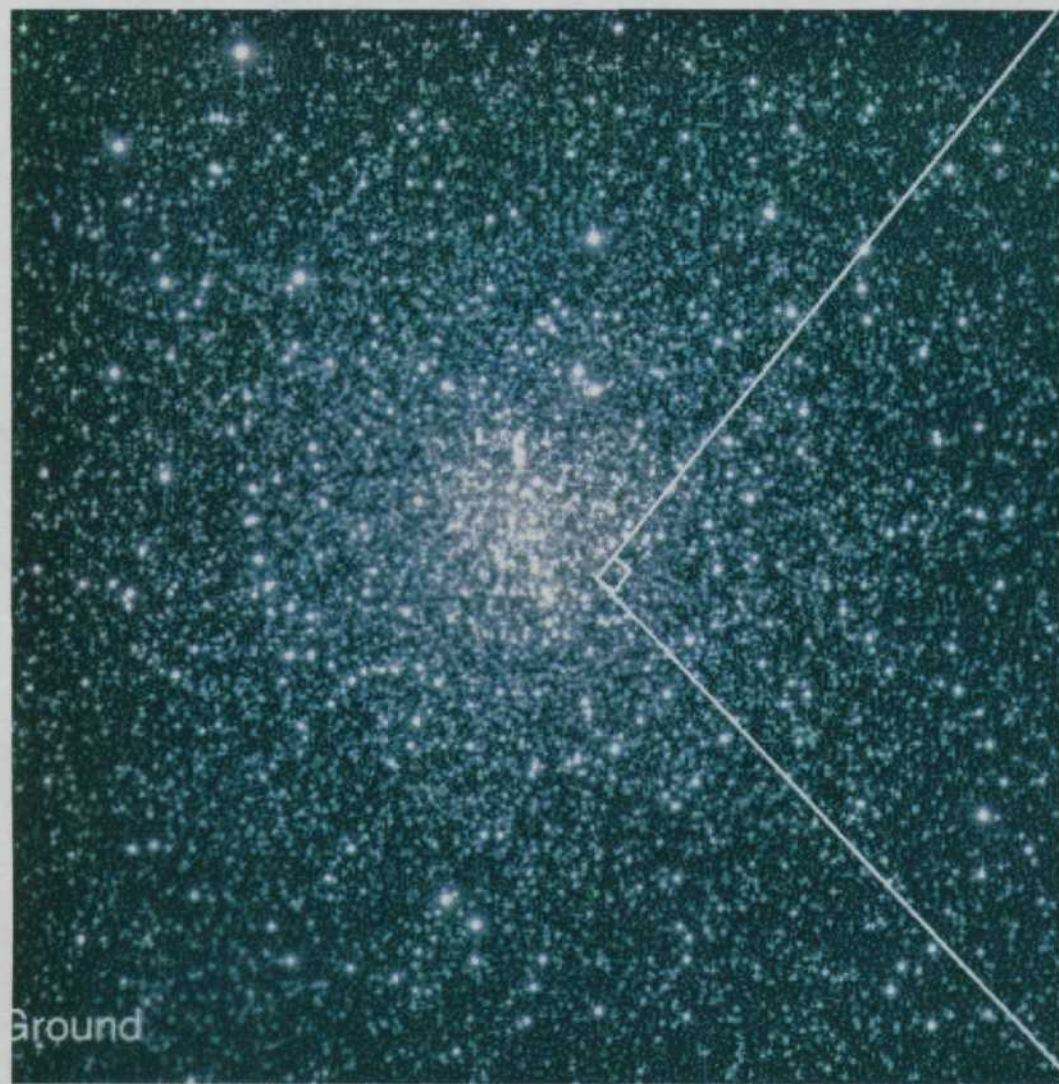
$$M > (3 \div 10) M_{\odot} \rightarrow \text{ЧД.}$$



(SN I, SN II)



• - H3, БК.



Ground



HST

White Dwarf Stars in M4

C95-32 · ST ScI OPO · August 28, 1995 · H. Bond (ST ScI), NASA

Нейтронные звёзды (НЗ).

Предсказаны теоретически в 1939г. (Опенгеймер, Волков)

При плотностях $\rho > \rho_n$ начинается нейтронизация вещества.

$$\rho = 1.6 \cdot 10^7 \text{ г/см}^3 \rightarrow p + e^- \rightarrow n + \nu_e, (E_{\text{пор}} = 0.78 \text{ МэВ})$$

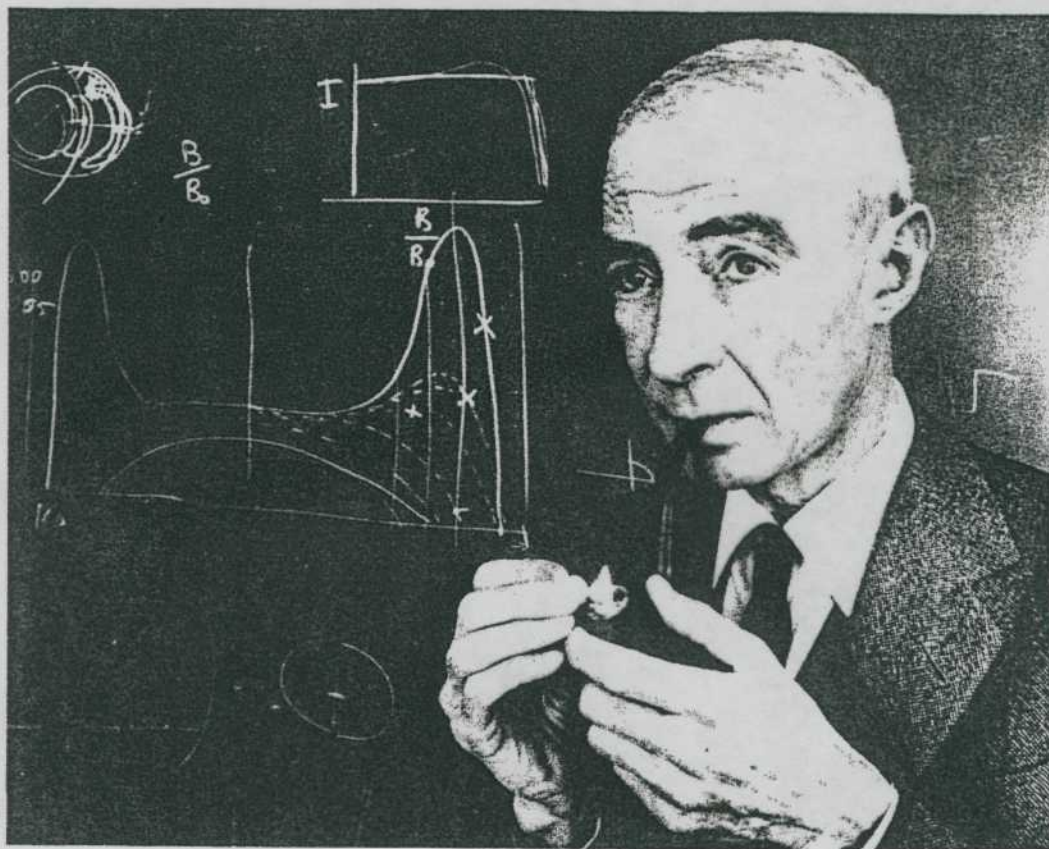
$$\rho = 6 \cdot 10^8 \text{ г/см}^3 \rightarrow {}_{26}^{56}\text{Fe} + e \rightarrow {}_{25}^{56}\text{Mn} + \nu_e, (E_{\text{пор}} = 3.7 \text{ МэВ})$$

Этот процесс идёт за счёт СВ \Rightarrow времена Сольмита
поэтому сжатие \Rightarrow опережает этот процесс \Rightarrow
 $E_{\text{реакц}} \gg E_n$ (в высокой энергии)

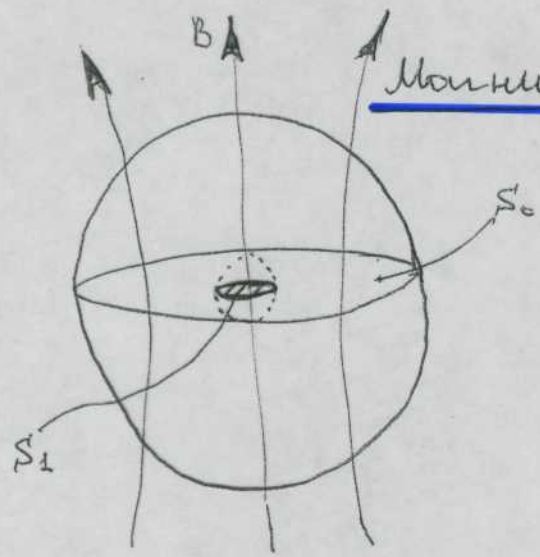
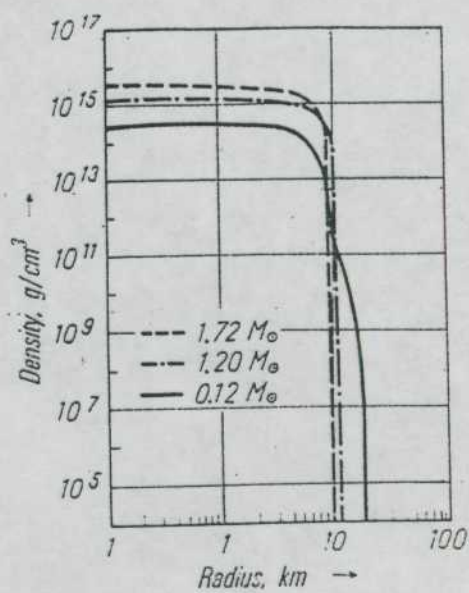
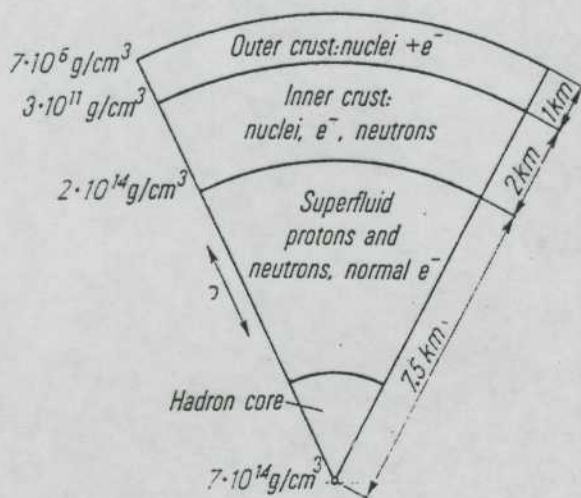
При $0.7 M_{\odot} < M_{\text{звёзды}} < 2 M_{\odot} \rightarrow \text{НЗ}$

Параметры НЗ.

	НЗ	☉
R	10 км	$7 \cdot 10^5$ км
M	M_{\odot}	M_{\odot}
B	$10^{10} \div 10^{12} \text{ P}_e$	1 P_e
T _{обр}	0.03 ÷ 3 сек	25.4 суток
ρ	$10^{14} \div 10^{15} \text{ г/см}^3$	100 $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$



J. Robert Oppenheimer



Магнитное поле НЗ

$$\Phi_1 = \Phi_2$$

$$B_1 S_1 = B_0 S_0 \Rightarrow B_1 = B_0 \left(\frac{S_0}{S_1} \right) = B_0 \left(\frac{R_0}{R_1} \right)^2$$

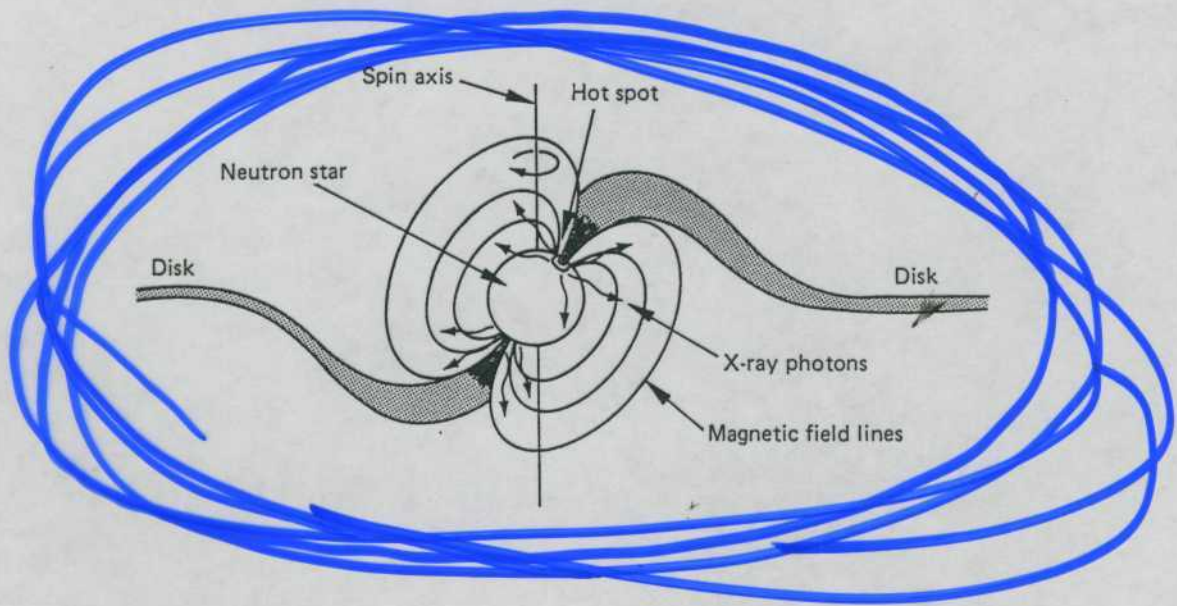
$$R_0 = 7 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$$R_1 = 10 \text{ km}$$

$$B_0 = 1 \text{ Гс} \quad (100 \text{ Гс})$$

$$B_{\text{НЗ}} \approx 1 \text{ Гс} \times \left(\frac{7 \cdot 10^5}{10} \right)^2 \approx 5 \cdot 10^{10} \text{ Гс}, (5 \cdot 10^{12} \text{ Гс})$$

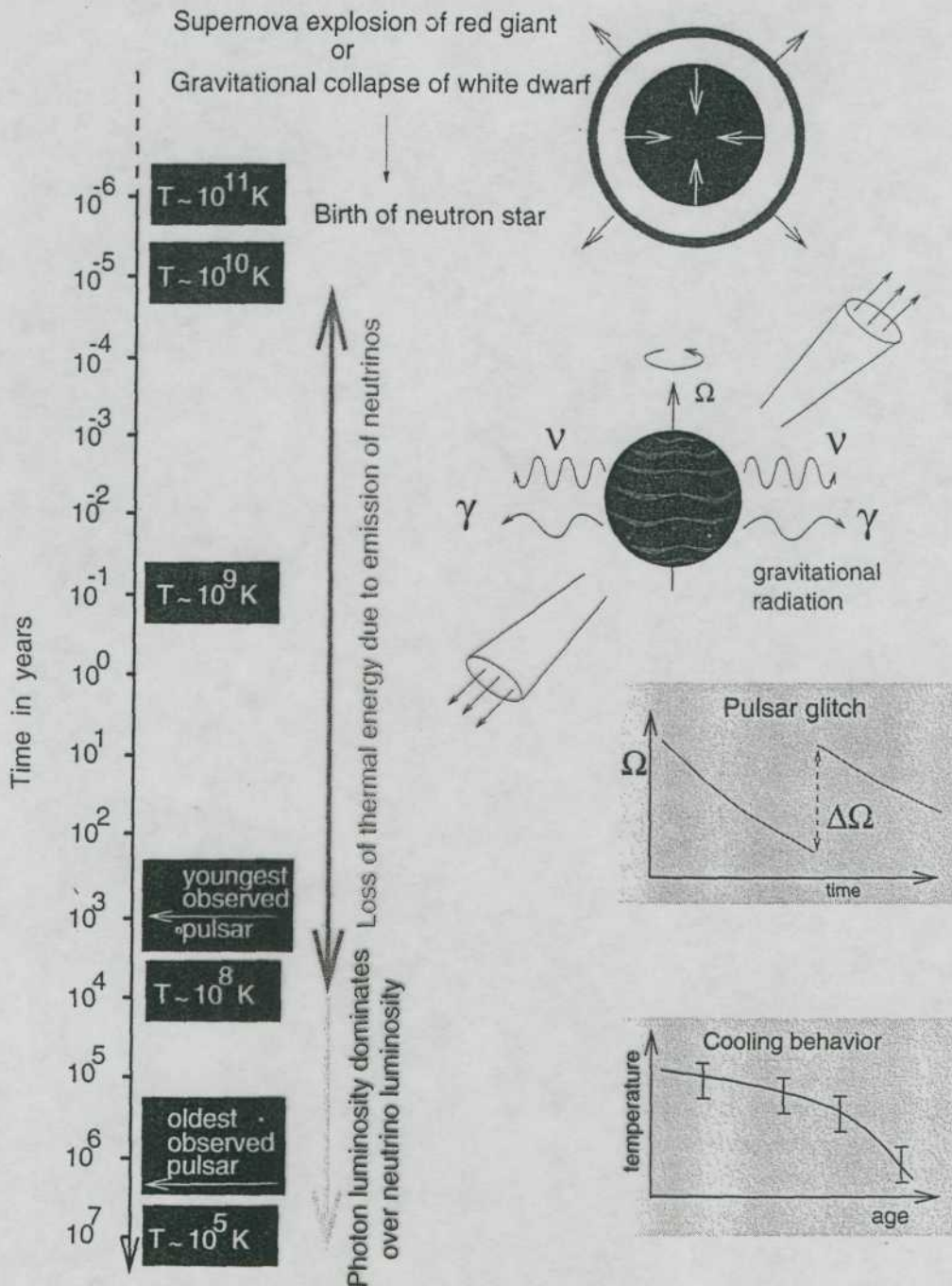
Частота вращения НЗ



Пульсары

1967 г. Обнаружение периодических источников РЧ.
(Крабовидная туманность, взрыв СН - 954 год, Китай)

Гипотеза: Вращающийся НЗ

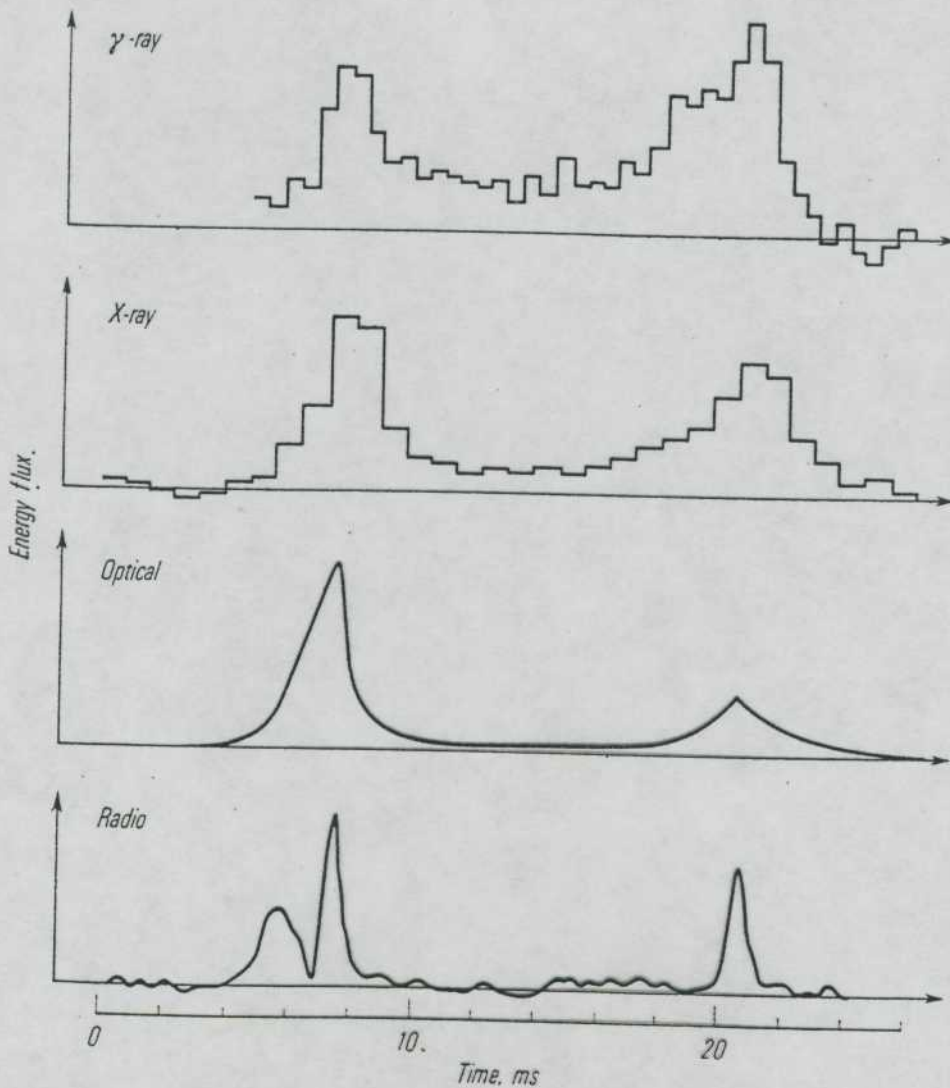
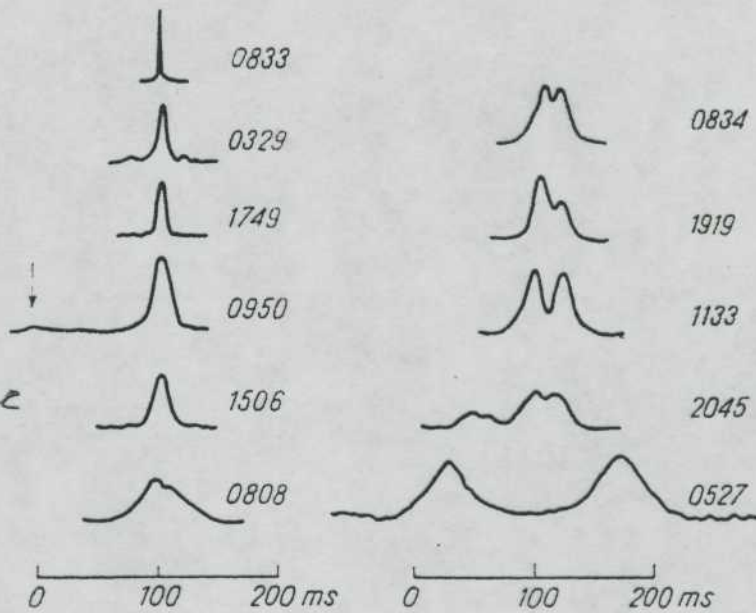


Пульсары.

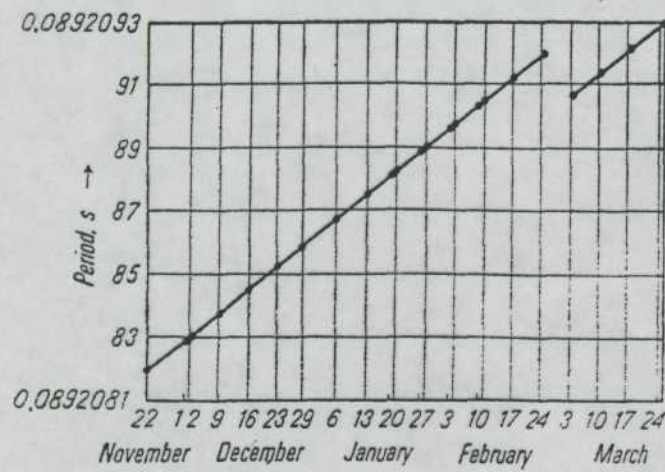
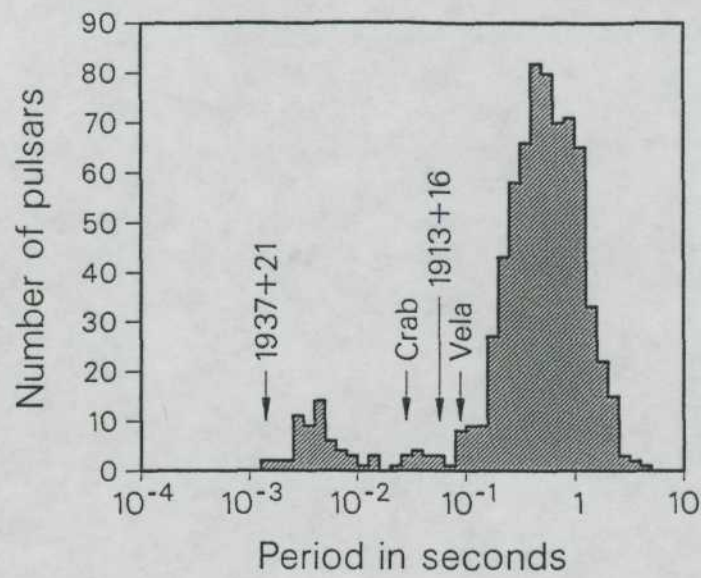
52

Форма линии:

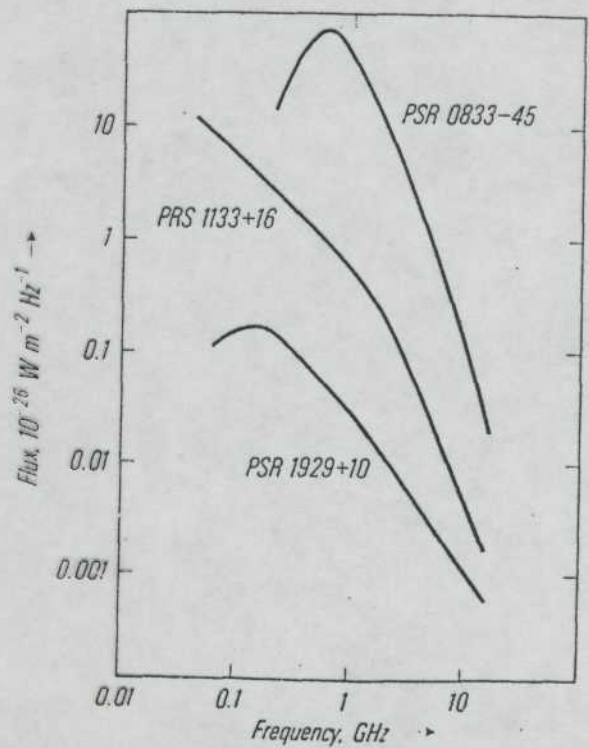
- уникальна
- стабильная форма $\langle f \rangle$ и $\langle N_{\text{вспышек}} \rangle$
- флуктуации γ от вспышки к вспышке
- стабильность периода



Integrated pulse profile of the Crab pulsar at radio, optical, X-ray and γ -ray frequencies (adapted from Manchester and Taylor, 1977).



Sudden change in the period of PSR 0833-45

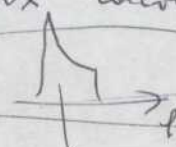


Typical energy spectra of pulsars (adapted from Smith, 1977)

(3)

$\frac{\dot{W}}{P} = 1\%$; Стабильная и уникальная форма ионизации
Этот процесс происходит в состоянии
стабильной средней форме.

— Стабильность черной дыры — время — время $M \circ$
относится к точности ионных газов.

— Имеют упрощенный РЧ спектр  в диапазоне 100 МГц — 1 ТГц

— Заполнение во времени низкого — x состав — x (энергия — x)
и — за полноту свободных e^- в прост — 6 . На это время — 6
поправка по Дюклер, базанкой с земным временем — 6
внутри \odot

— В двойной системе от Визел имеют черную дыру
Пульсар со временем. ($T = 7.8$ сек) Почти равные
массы.

Рассказать подробнее как Солн открыт. Этот пульсар
в двойной системе.

$43^{IK} = \text{Меркурий}$ (4° — угол Пульсар)
(100 лет — 0.01°) (360° — 100 лет)