

КОСМИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА

Н. Н. Чугай (ИНАСАН)

Clayton & Silk (1969) : Все железо от ^{56}Ni – ^{56}Co – ^{56}Fe .
При солнечном содержании гамма-кванты распада вносят значительный вклад в диффузный МэВ-ный гамма-фон.

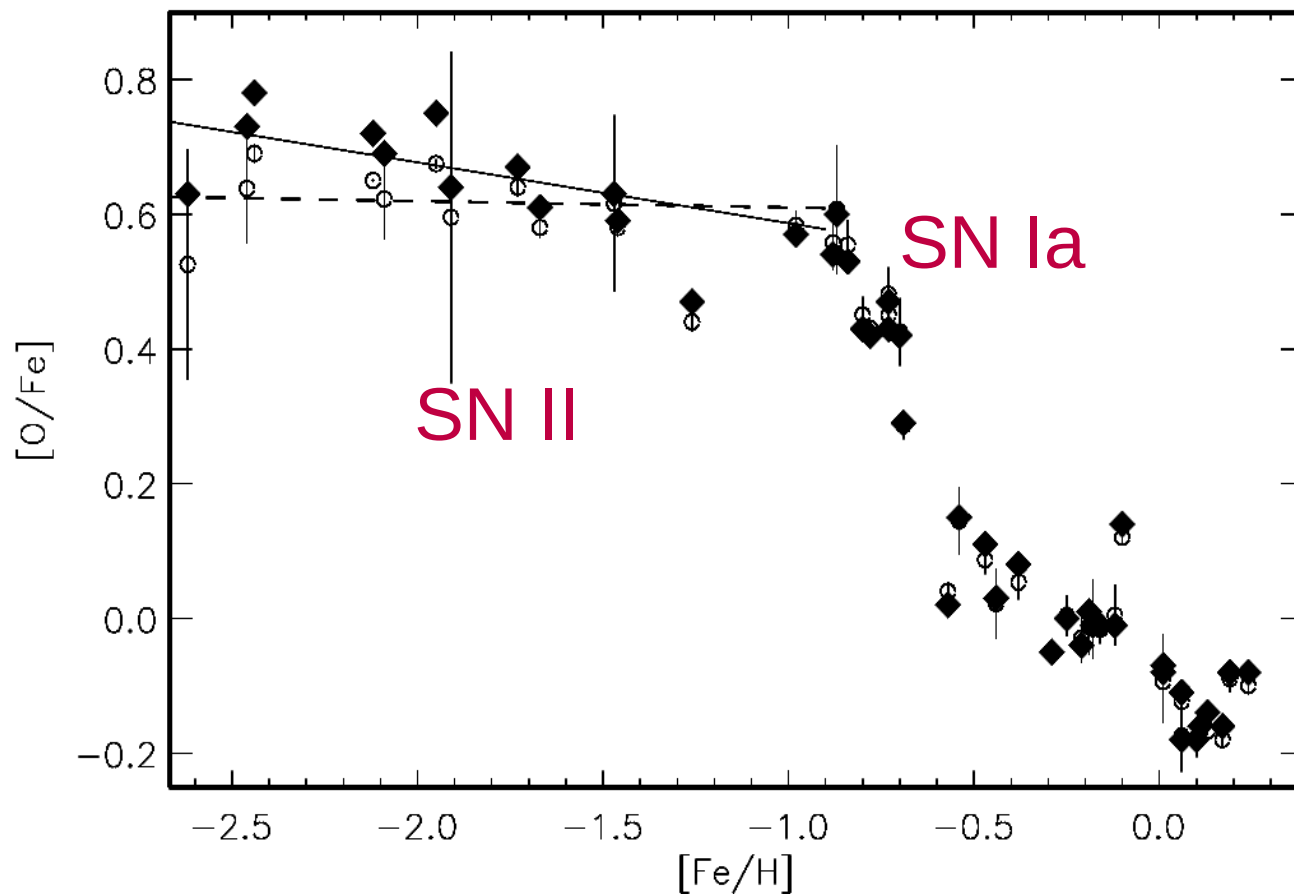
В последующих работах модельный фон на основе наблюдаемых частот SN ниже наблюдаемого

Watanabe + (1969), Iwabuchi & Kumagai (2001),
Ruiz-Lapuente+ (2001, 2016), Horiuchi + (2010),
Lacki[†] + (2014)

Можно ли найти верхний предел современного содержания железа, который не противоречит наблюдаемому МэВ-ному фону?

1. $X(\text{Fe})$
2. Доли SN Ia и SN II в синтезе железа (не частоты)
3. Нормированный темп производства ^{56}Ni
 $\psi(z)$ для SN Ia и SN II
4. Куммулятивный гамма-спектр за время полного распада для SN Ia и SN II
5. Расчёт фона
6. Сравнение с наблюдаемым фоном

Ситнова и Машонкина (2018) : [O/Fe] vs [Fe/H]



⇒ [O/Fe] \approx 0.7



SN Ia/SN II \approx 4/1

$$\phi(\epsilon_0) = \frac{c}{4\pi H_0} \int_0^{z_{max}} \frac{g(\epsilon, z) dz}{(1+z)^3 E(z)} .$$

$$E(z) = [\Omega_m (1+z)^3 + \Omega_\Lambda]^{1/3}$$

$$\Omega_m = 0.3 \quad \Omega_b = 0.046 \quad H_0 = 70 \text{ км/с /Мпк}$$

$$g_k(\epsilon, z) = \omega_k f(56) \rho_0 (1+z)^3 \Omega_b X \psi_k(z) (N_A/56) \Phi_k(\epsilon) ,$$

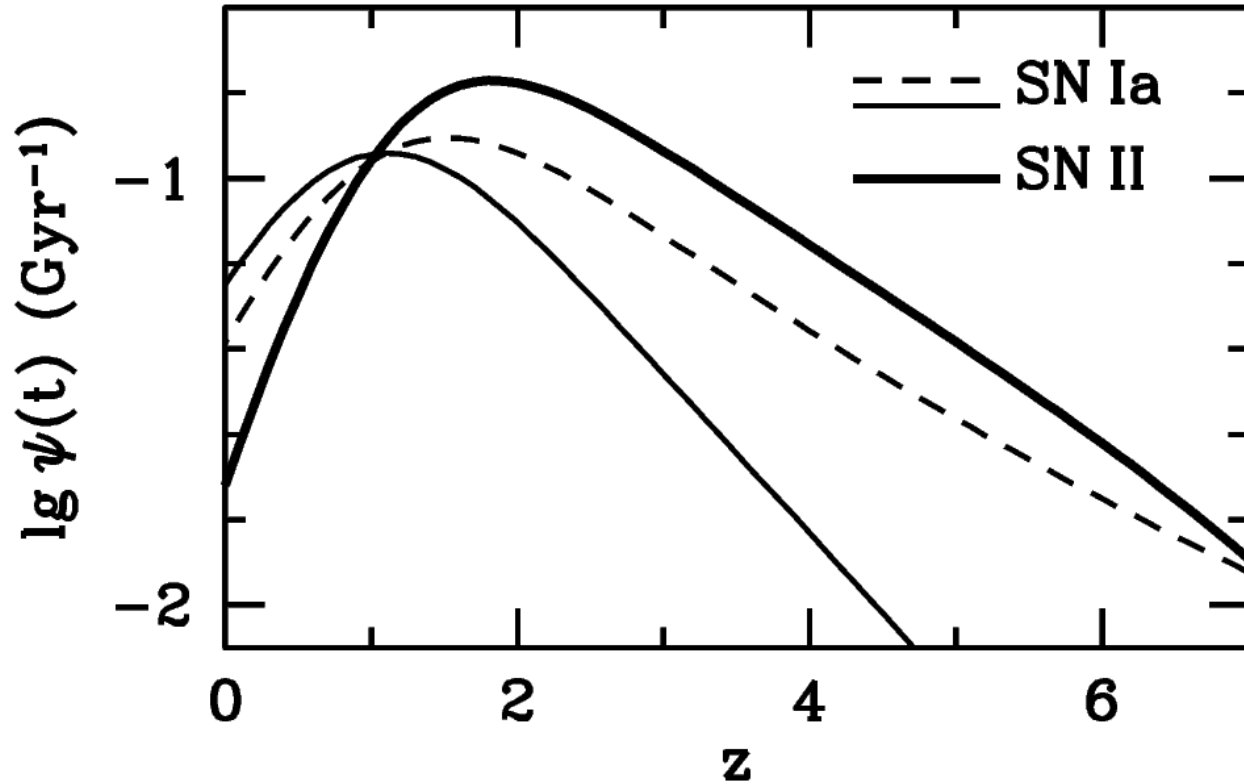
$$k = \text{SNI, SNII}, \quad \omega = 0.8 (0.2), \quad f(56) = 0.92$$

ψ – нормированный темп производства ^{56}Ni

$\Phi(\epsilon)$ – спектр гамма-квантов на один распад ^{56}Ni

X – современное содержание Fe (параметр)

Нормированный темп производства ^{56}Ni



$$\text{SN Ia} = \text{DTD} * \text{SFR}$$

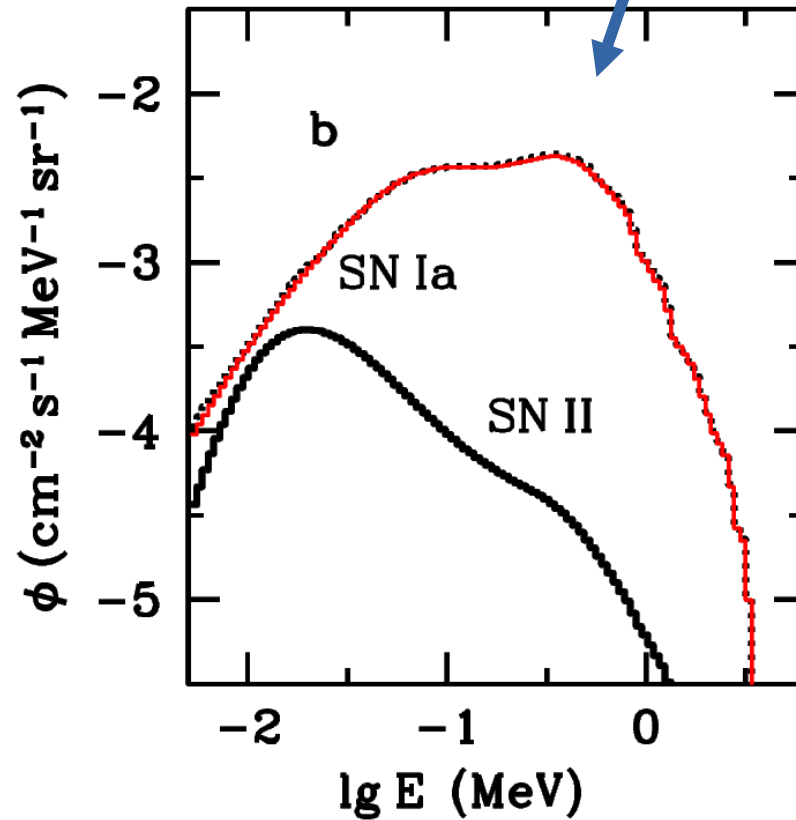
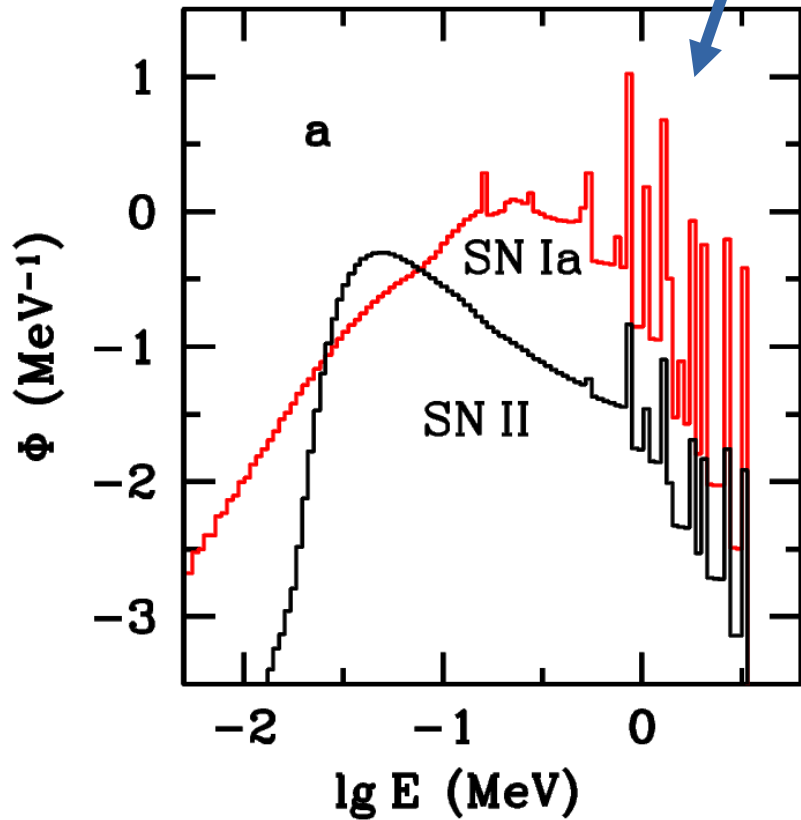
Модель оболочки SN : однородная сфера , $v=r/t$

^{56}Ni перемешан в SN Ia – однородно, в SN II в $2.5M_{\odot}$

SN Ia $M = 1.4M_{\odot}$ $E = 1.3\text{B}$ (1.1B)

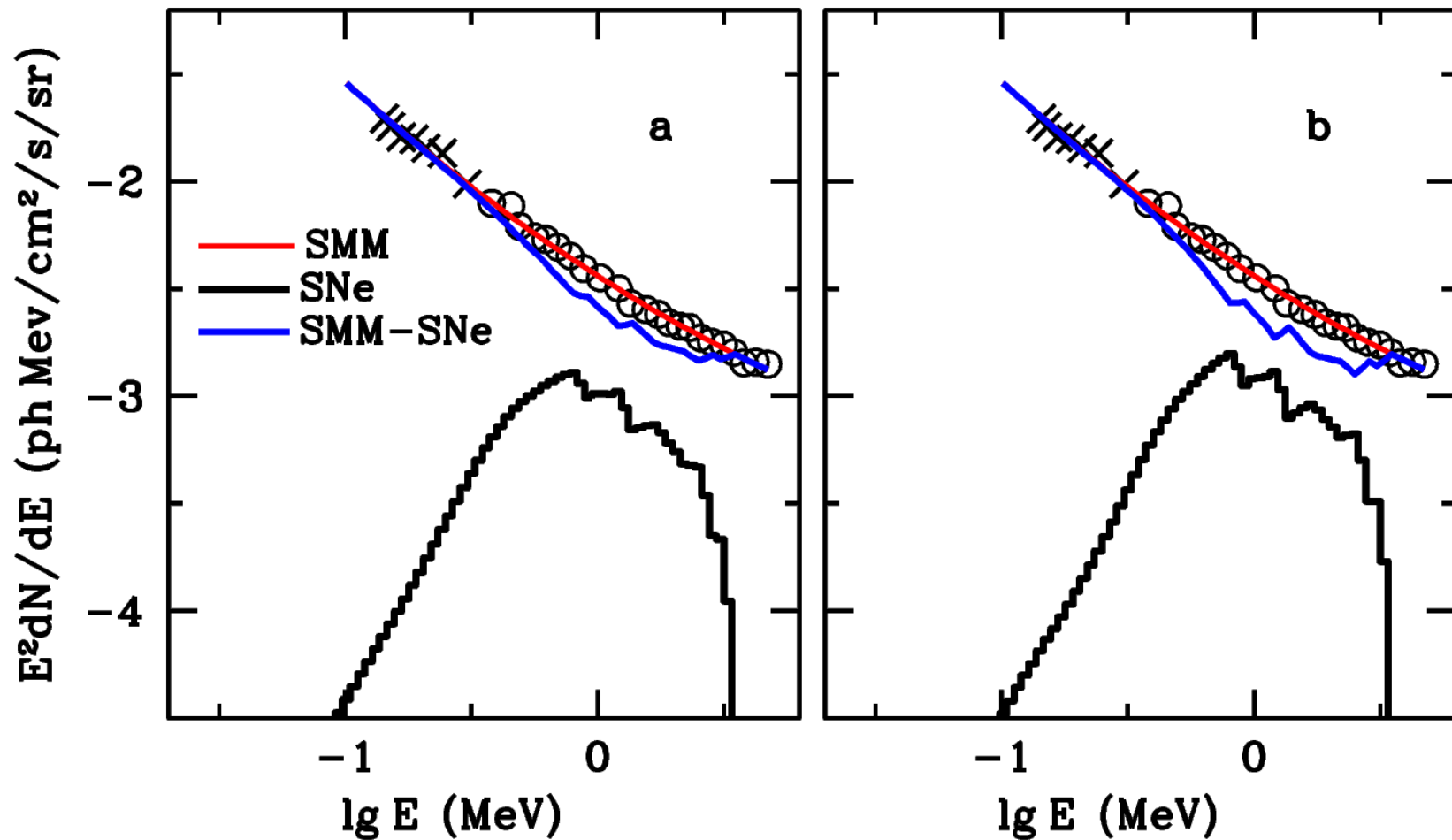
SN II $M = 13M_{\odot}$ $E=1\text{B}$

Спектр в системе покоя и в системе наблюдателя



○ SMM, × HEAO-I $\tau = 0.1$ Gyr

$\tau = 0.5$ Gyr



$$\text{bgr}(\text{obs}) - \text{bgr}(\text{SNe}) = \text{bgr}(\text{без SNe})$$

$$X(\text{Fe}) = 0.15 X(\text{Fe})_{\odot} \rightarrow \text{депрессия } \color{yellow}{|} (5\sigma) :$$

1. $X(\text{Fe}) < 0.15 X(\text{Fe})_{\odot}$

2. компоненты фона “условились”
образовать депрессию там,
где должен быть вклад фона SNe

Резюме:

$$X(\text{Fe}) < 0.15 X(\text{Fe})_{\odot}$$

Спасибо за внимание



Компонент	Ω_i/Ω_b	Z/Z_\odot
Галактики:		
Звёзды	0.07	1 ^a
Холодный газ	0.017	0.5 ^b
Горячий газ	0.05	0.5
Межгалактический газ:		
Горячий газ скоплений	0.04	0.4 ^c
L α лес	0.28	0.15 ^d
WHIM $T < 5 \times 10^5$ K	0.15	0.1 - 0.2 ^e
WHIM $T > 5 \times 10^5$ K	0.39	0.1 - 0.2 ^e
$\langle Z/Z_\odot \rangle = 0.24 \pm 0.03$		

^a Gallazzi et al. (2008), ^b De Cia et al. (2021), ^c Balestra et al. (2007), ^d Rafelski et al. (2012), ^e Nicastro et al. (2018)

N.B. $[\alpha/\text{Fe}] \approx 0.2-0.3$

Верхний предел $X(\text{Fe}) < 0.15 X(\text{Fe})_{\odot}$
согласуется с металличностью основных
компонентов барионного вещества