

# Постоянство постоянных

Антон Соколов

научный руководитель: доктор физ.-мат. наук С.В.Троицкий

Московский Государственный Университет

им. М. В. Ломоносова

Физический факультет

13 мая

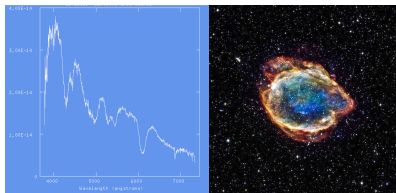
# Введение

Изучение возможного пространственно-временного изменения констант является важной задачей для понимания фундаментальных законов физики.

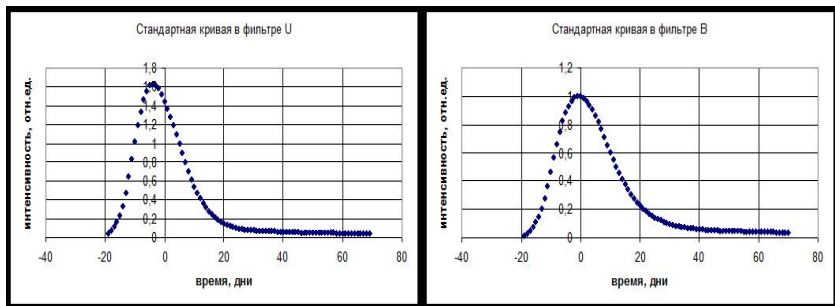
Сверхновые типа Ia предоставляют возможность наложить ограничение на изменение постоянной распада  $^{56}\text{Ni}$  и на вариацию константы Ферми четырёхфермионного взаимодействия.

# Сверхновые типа Ia

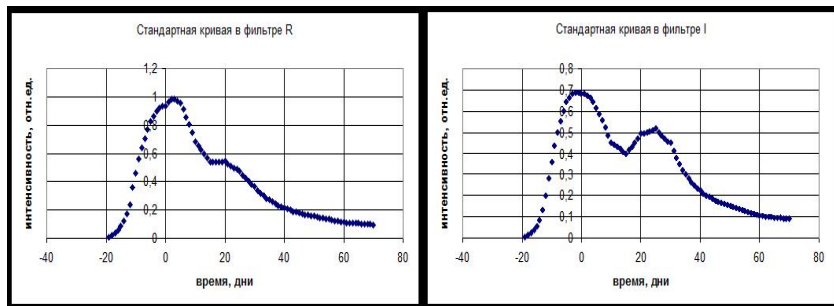
- Хорошо выделяются за счёт линии поглощения кремния в спектре.
- Предполагаемый сценарий взрыва: две звезды, одна из которых белый карлик; в результате аккреции вещества она достигает предела Чандрасекара.
- Используются в качестве стандартных свеч.



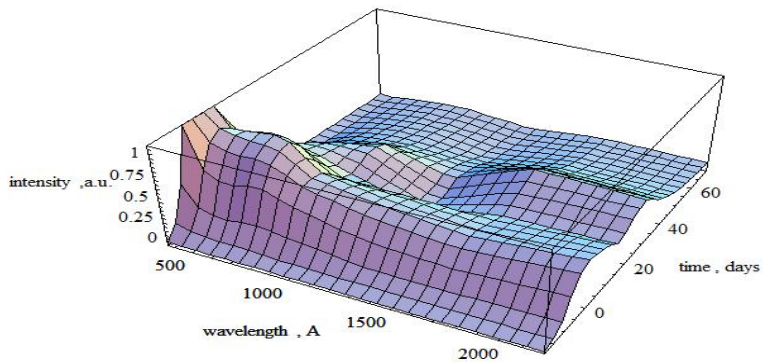
# Стандартные кривые блеска



# Стандартные кривые блеска



## Итоговый шаблон



## Функция фита

Оказывается, что практически все кривые блеска в данном фильтре можно привести к стандартной кривой простым сжатием или растяжением по оси времени.

Параметр сжатия (width factor) для кривой блеска произвольной сверхновой можно определить, фитировав её экспериментальные точки с помощью растянутой или сжатой стандартной кривой. Функция фита имеет вид:

$$I = I_0 \left[ f \left( \frac{t - t_0}{w} \right) + b \right] \quad (1)$$

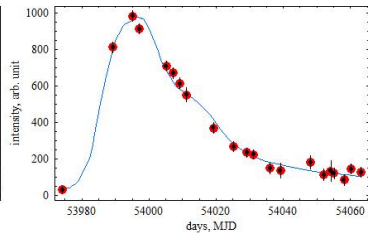
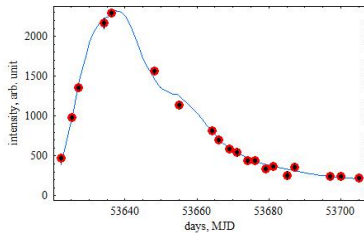
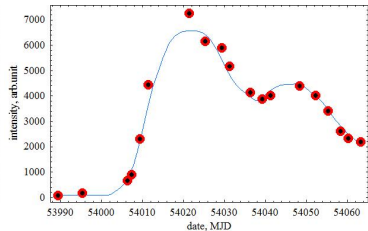
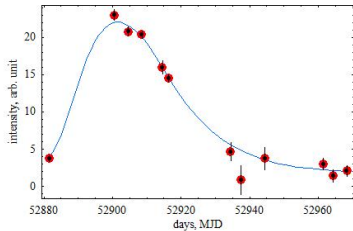
## Замедление времени

Временные интервалы в системе сверхновой и в системе приёмника отличаются в  $1 + z$  раз. До нас доходит уже растянутая кривая блеска.

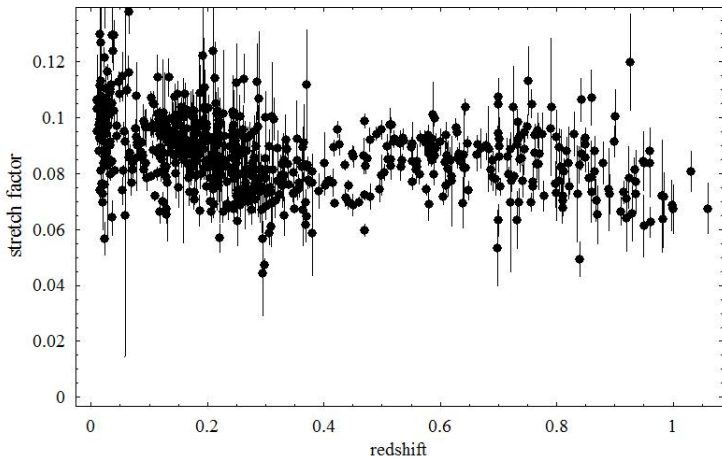
Тогда width factor  $w = s(1 + z)$ , где  $s$  – stretch-factor: величина, распределённая около единицы.



## Фитирование



# График зависимости stretch-factor от красного смещения



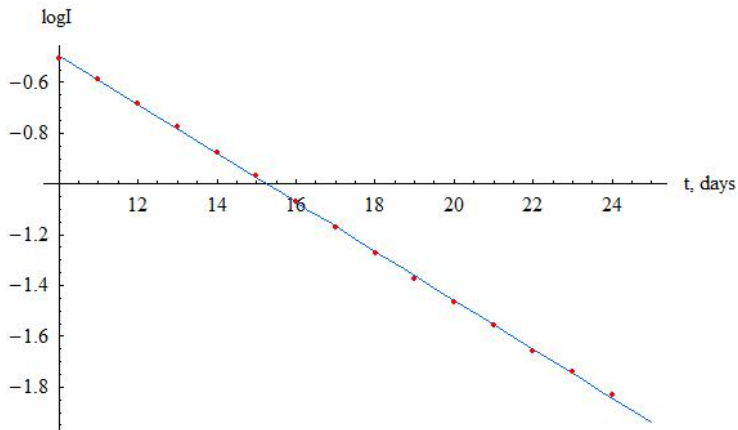
## Связь stretch-factor с постоянной распада

Спад кривой блеска обеспечивается распадами сначала  $^{56}\text{Ni}$ , а затем  $^{56}\text{Co}$  – две экспоненты.

Тогда по кривой блеска легко определить постоянную распада:

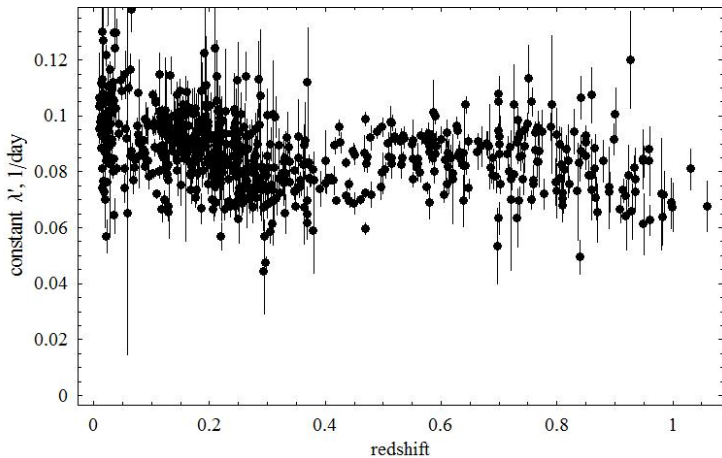
$$\lambda : I \sim \exp(-\lambda t)$$

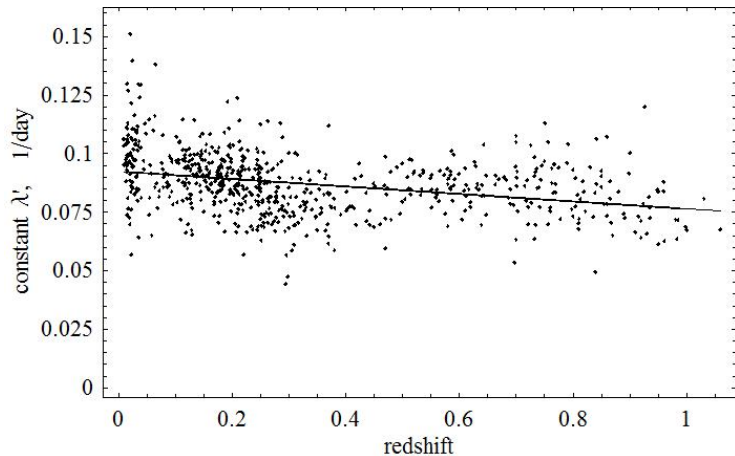
Определим  $\lambda$  для стандартной кривой ( $s = 1$ ). Очевидно,  $\lambda \sim s$  (растяжение по оси времени!)



$$\lambda'_{st} = 0.0964 \pm 0.0005 \quad (2)$$

Меньше земного значения ( $\lambda = 0.11410 \pm 0.00019$ ).

График зависимости константы  $\lambda'$  от красного смещения

Возможный наклон  $\Delta\lambda'$ 

Вариация  $\lambda$  и  $G_F$ 

$$\Delta\lambda' = 0.0168 \pm 0.0019 \quad (3)$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -0.182 \pm 0.021 \quad (4)$$

Так как  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta\Gamma}{\Gamma} = 2\frac{\Delta G_F}{G_F}$ , то:

$$\frac{\Delta G_F}{G_F} = -0.091 \pm 0.010 \quad (5)$$

Ограничения вариации  $\lambda$ ,  $G_F$ ,  $\nu$ 

$$\left| \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \right| < 0.223 \quad (95\% \text{ CL}) \quad (6)$$

$$\left| \frac{\Delta G_F}{G_F} \right| < 0.111 \quad (95\% \text{ CL}) \quad (7)$$

$$\left| \frac{\Delta\nu}{\nu} \right| < 0.056 \quad (95\% \text{ CL}) \quad (8)$$



# Заключение

В работе было получено ограничение на вариацию константы распада  $^{56}\text{Ni}$ , константы Ферми и вакуумного среднего поля Хиггса, исходя из экспериментальных данных по сверхновым типа Ia. Непосредственный результат работы — ограничение вариации константы распада  $^{56}\text{Ni}$  — лучшее ограничение пространственно-временной вариации данной величины. Оно может быть использовано для наложения ограничений на модели физики вне СМ и ОТО.

Спасибо за внимание!