

**Фотометрическая и спектральная
переменность
Сейфертовской галактики
Ark 120**

Дорошенко В. Т. (ГАИШ, КрАО)

Сергеев С. Г. (КрАО)

Проник В. И. (КрАО)

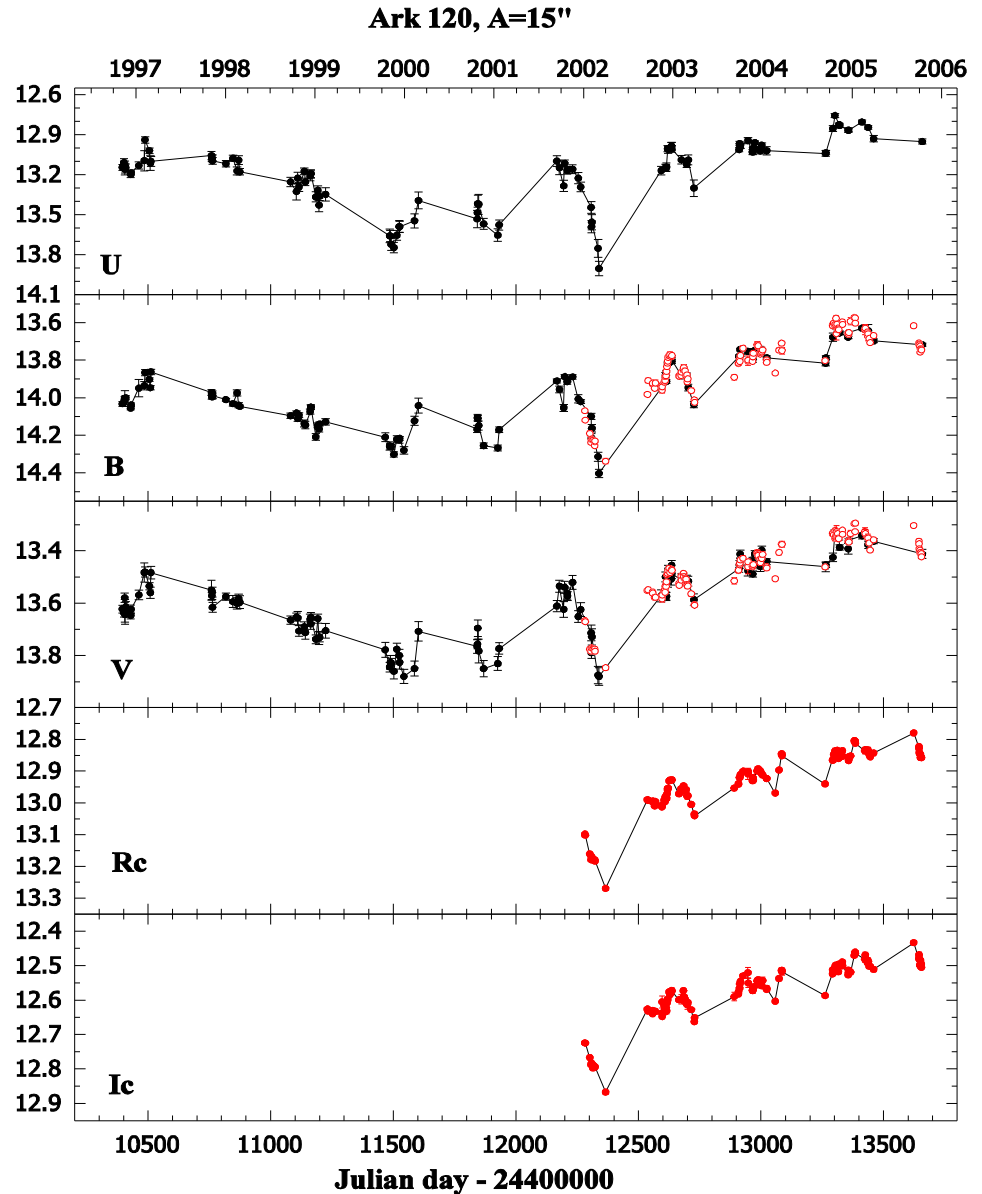
Ark 120. Общие сведения

- Аракелян открыл её как SyG в 1974 на ЮС ГАИШ
- $z=0.03269$, расстояние $D=13$ Мpc
- Светимость $L_x=7.2 \cdot 10^{44}$ эрг/с; $L_{opt}=1.4 \cdot 10^{44}$ эрг/с
- Переменна в континууме и эмиссионных линиях
- Довольно сильны линии FeII
- Переменен контур эмиссионных линий. В водородных линиях присутствуют два максимума
- Разные исследователи оценивают запаздывание H β относительно континуума как $\sim 30 - 70$ суток
- Масса центрального источника $\sim 1.9 \cdot 10^8 M$

Кривые блеска

UBV — черные точки,
Фотоэлектрические
наблюдения на 60 см
телескопе ГАИШ

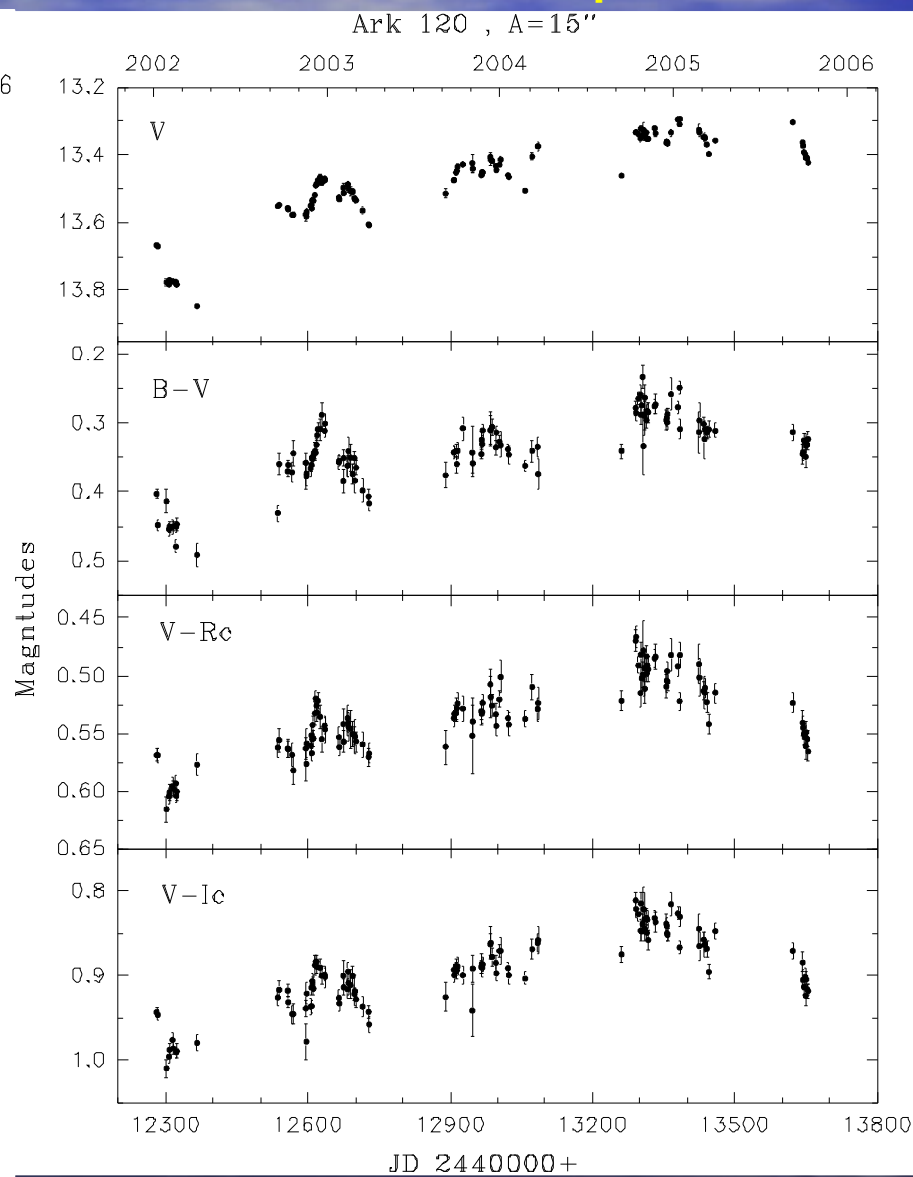
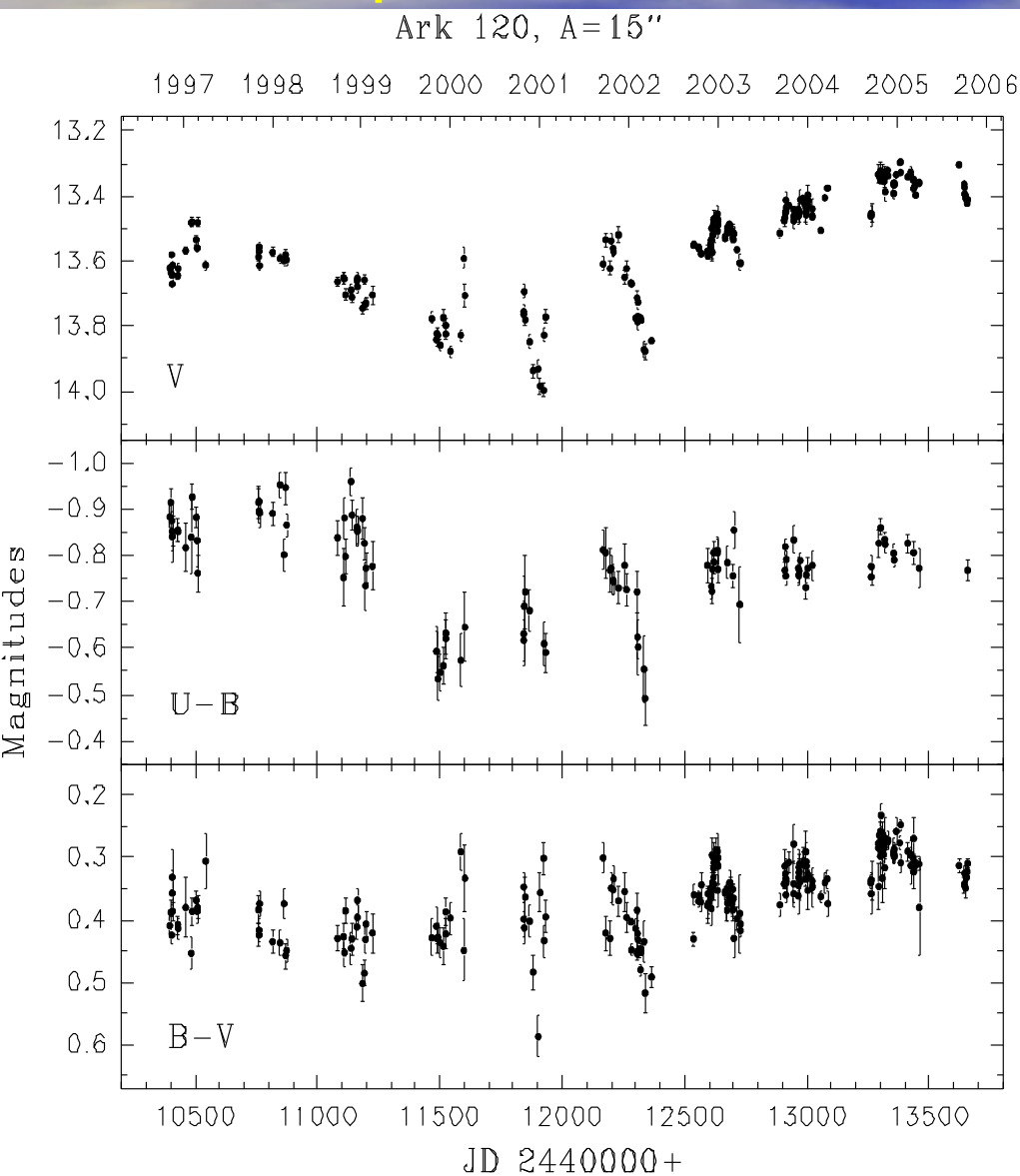
BVRI — красные кружки,
наблюдения с матрицей
на 70 см телескопе КрАО



Изменения показателей цвета от времени

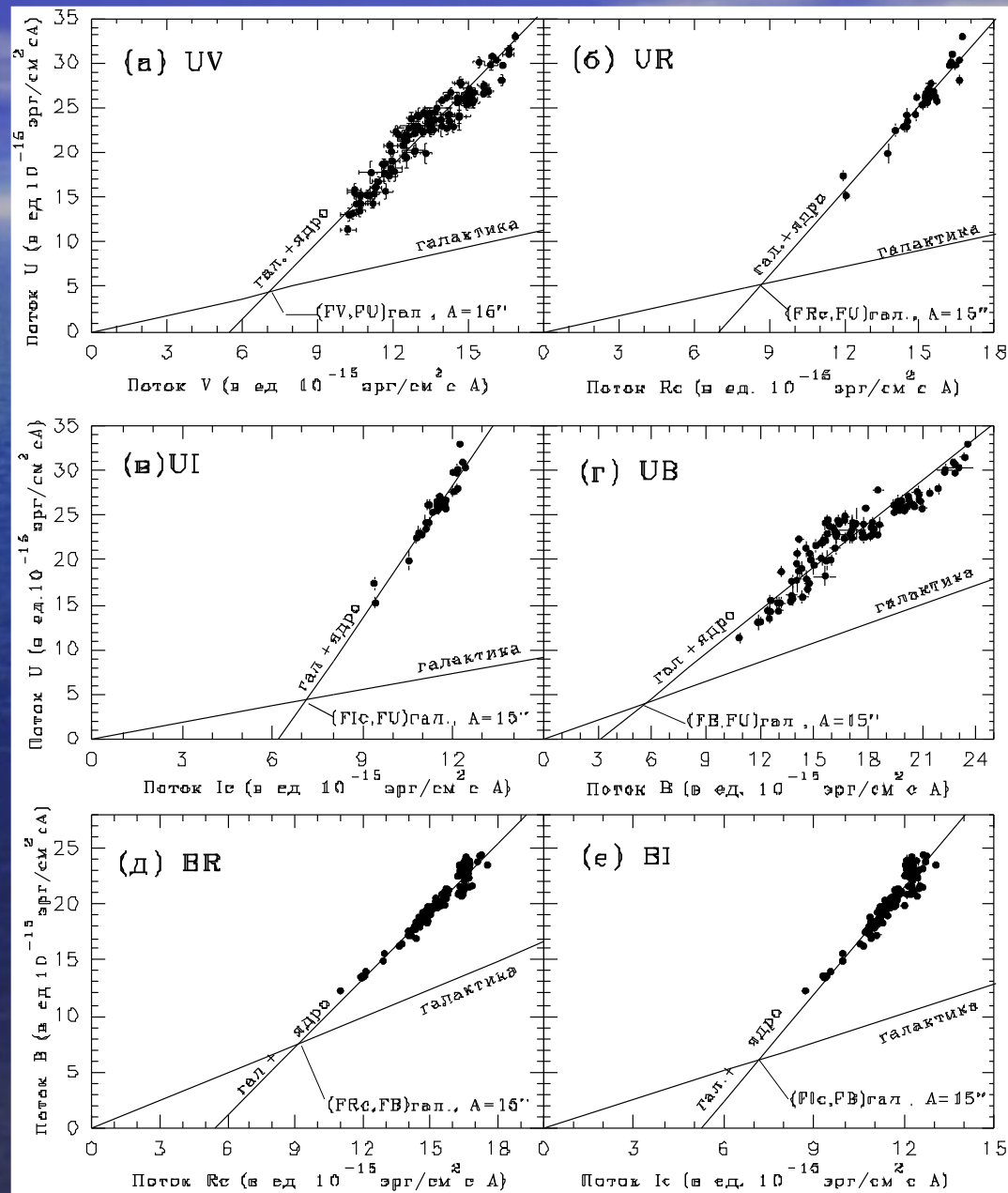
Фотоэлектрические наблюдения

Наблюдения с матрицей



Определение вклада галактики

Диаграммы «поток-поток»



Ядро

Галактика

U-V	-1.015 ± 0.018	-0.10 ± 0.10
B-V	$+0.210 \pm 0.009$	$+0.76 \pm 0.09$
V-Rc	$+0.351 \pm 0.009$	$+0.76 \pm 0.04$

Изменение показателей цвета ядра в зависимости от его блеска

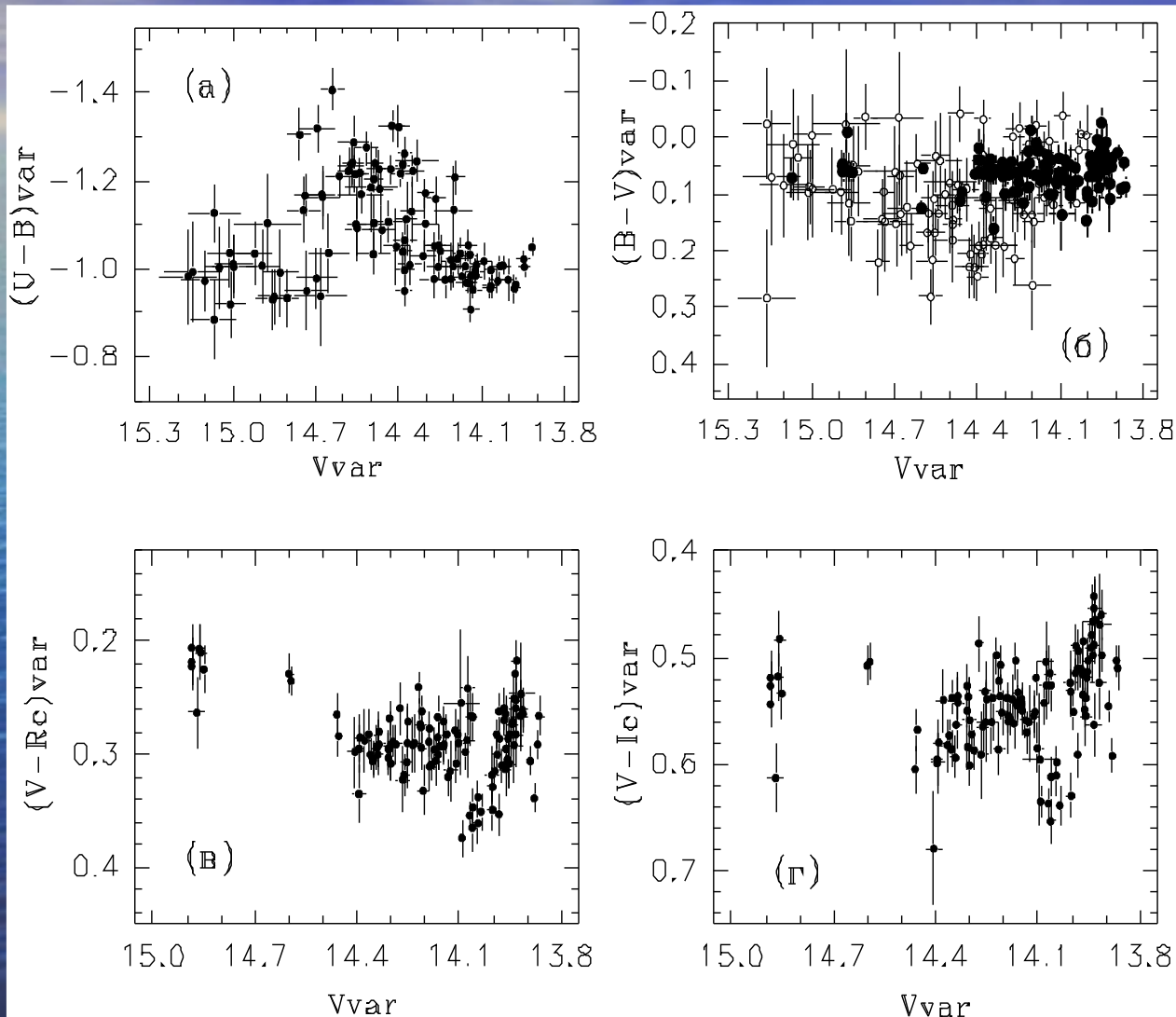
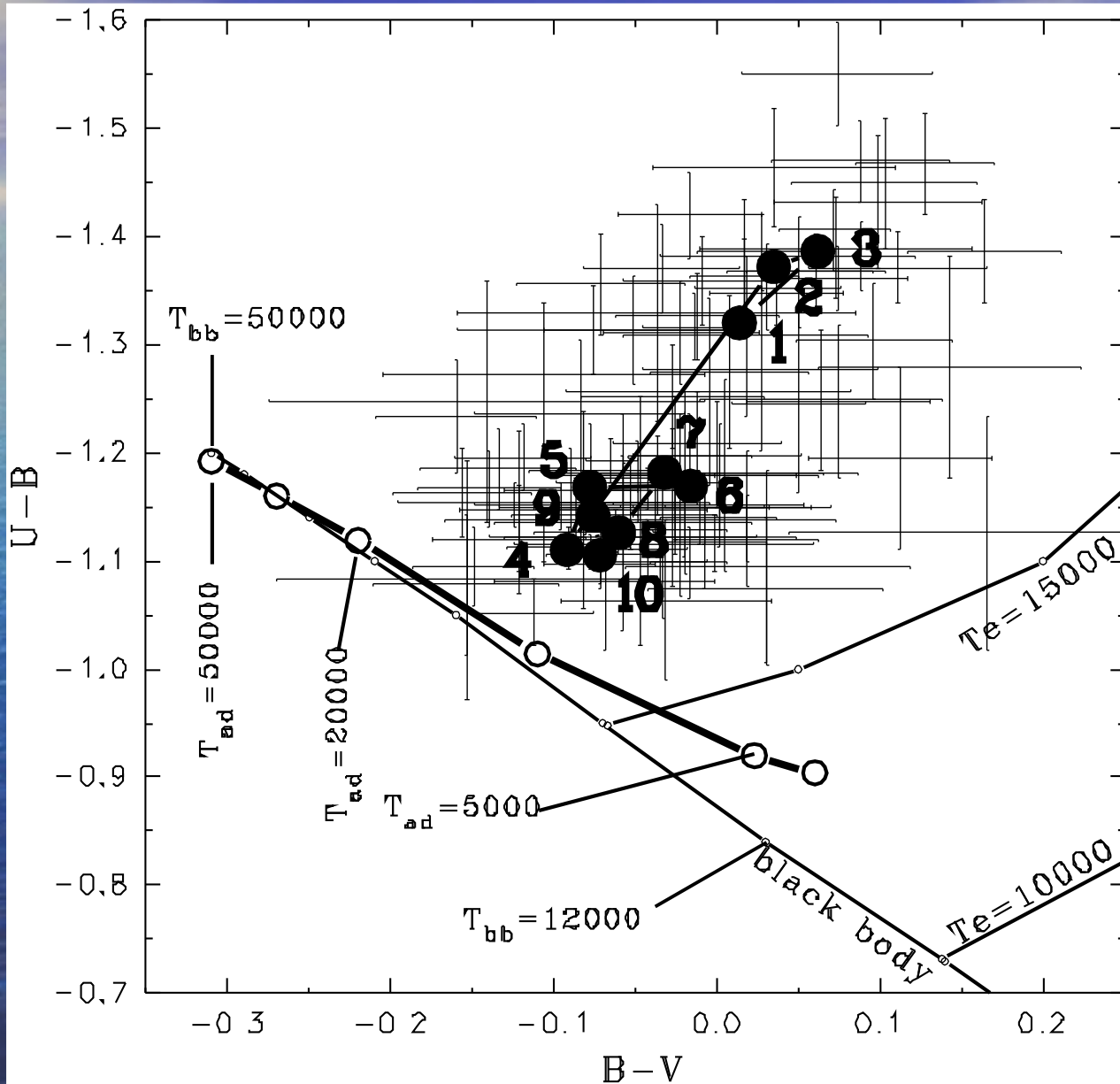
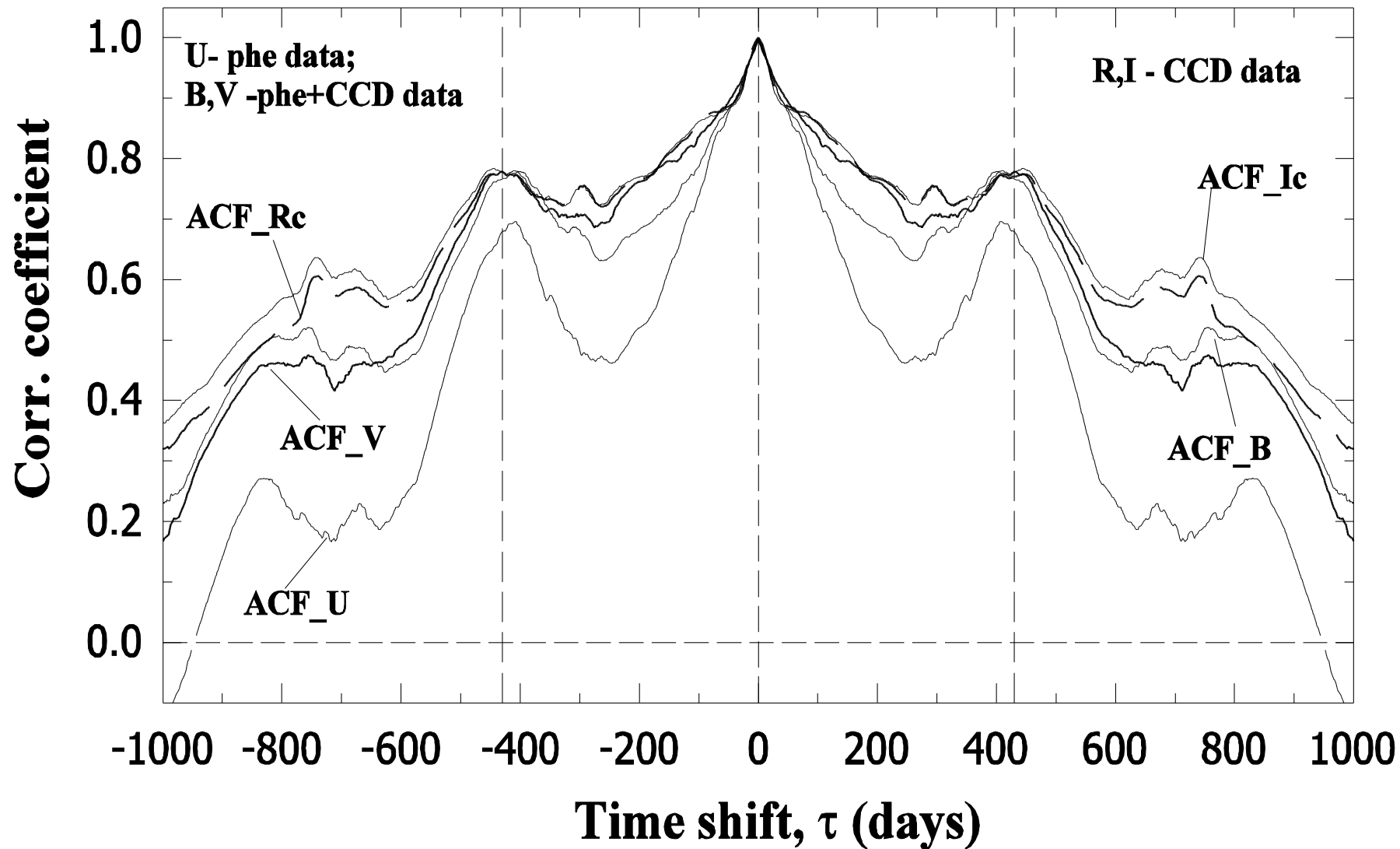


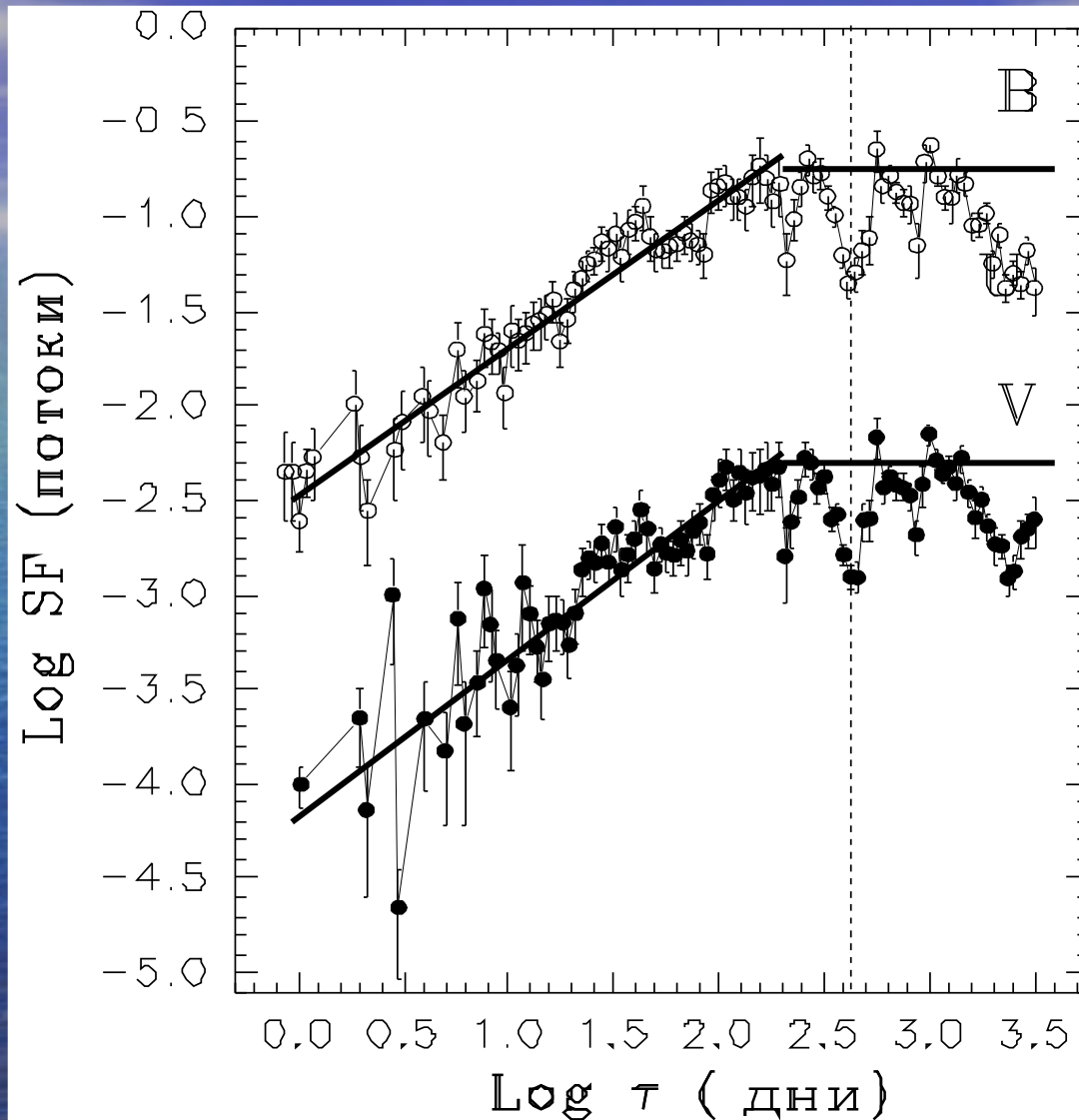
Диаграмма “(U-V) – (B-V)”



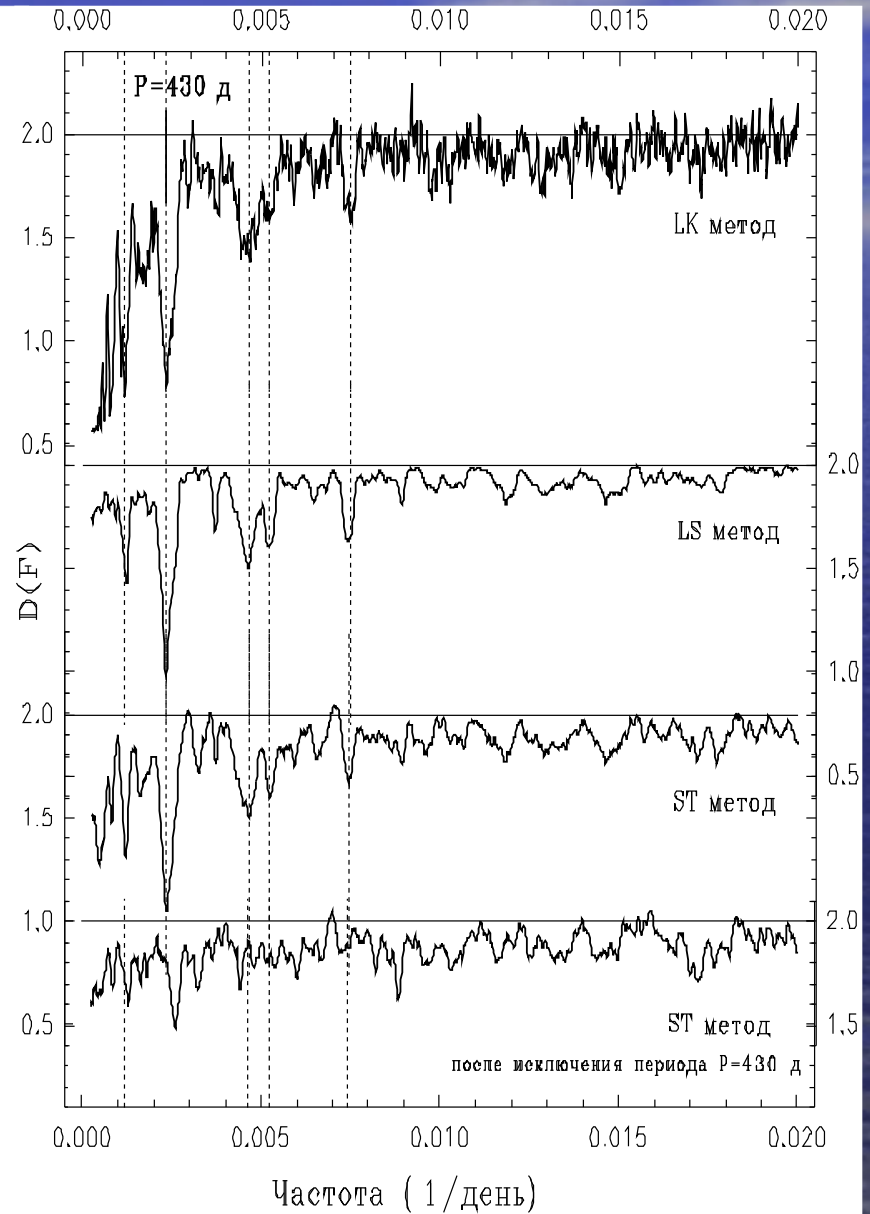
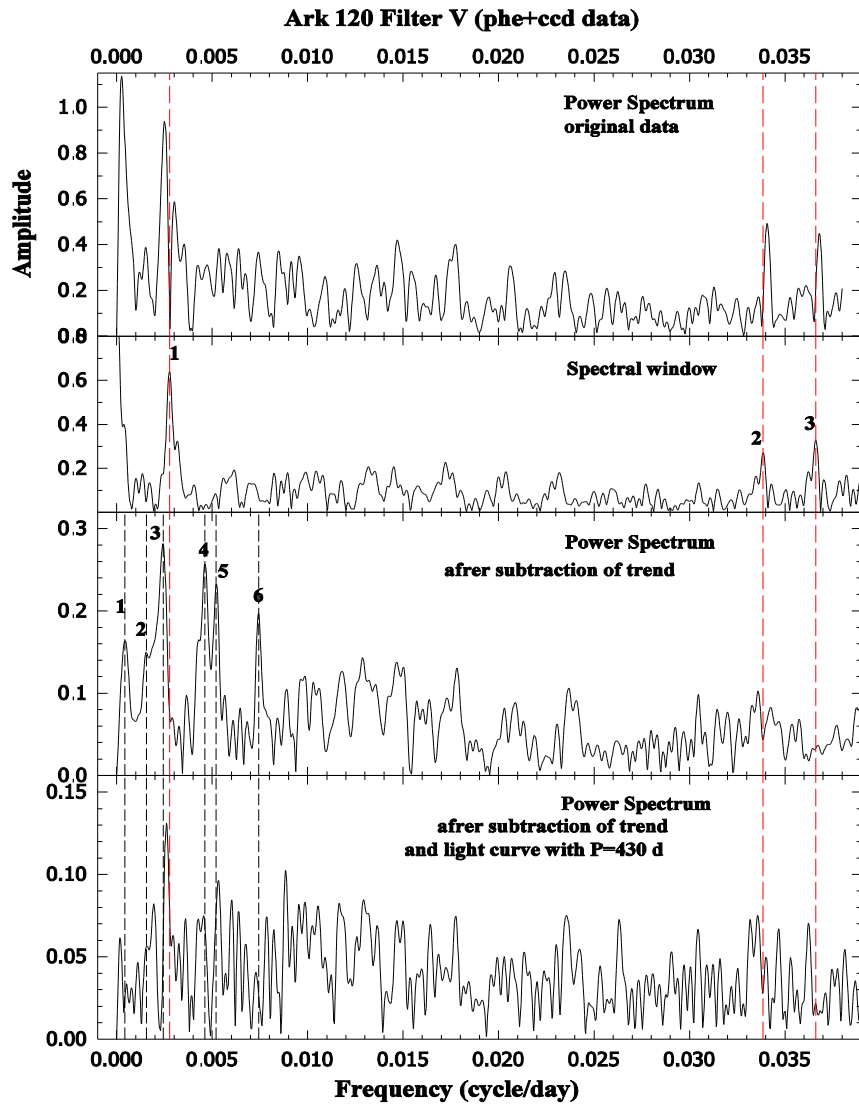
Ark 120, Autocorrelation Function (ACF)



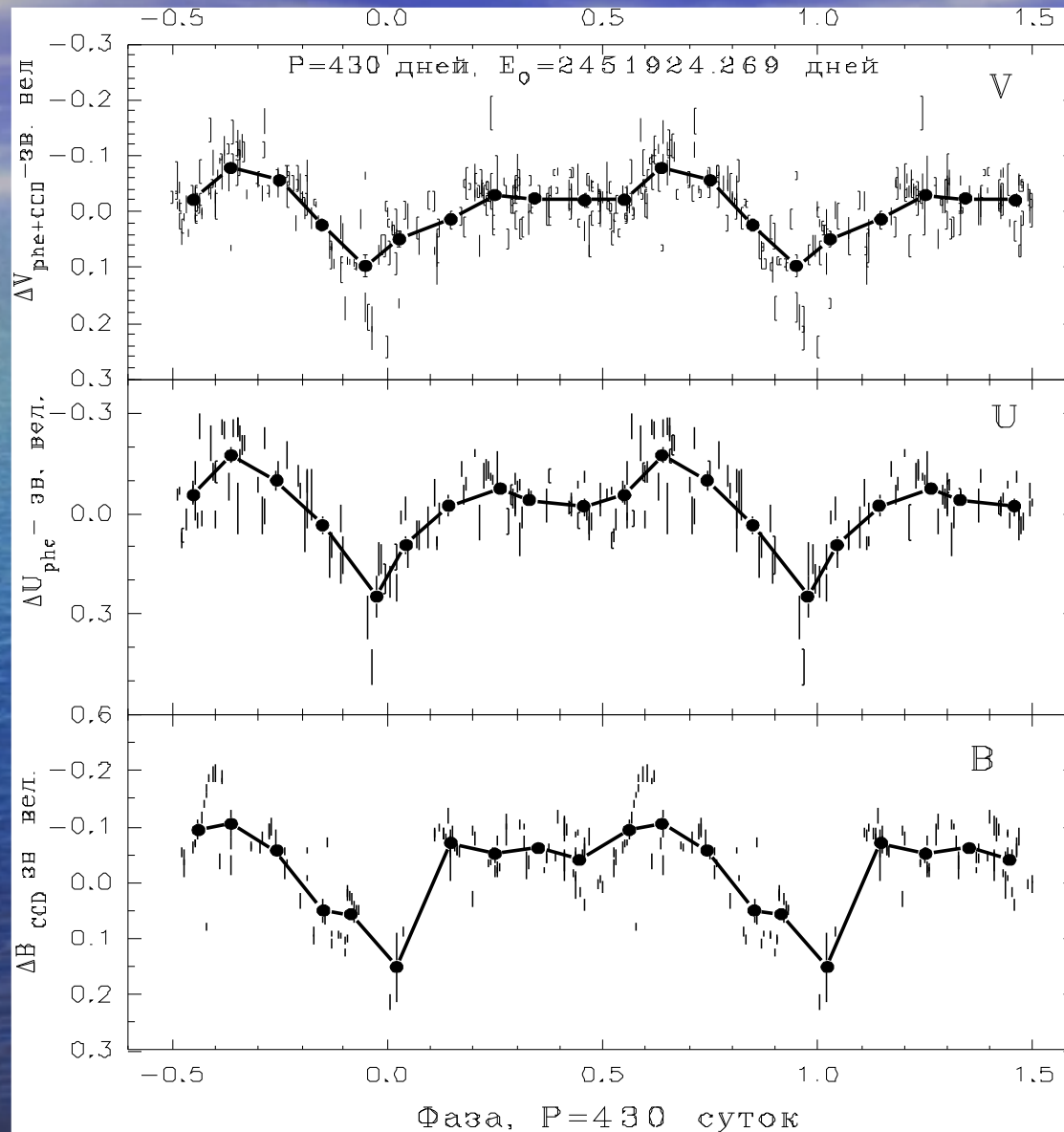
Структурная функция, UVV



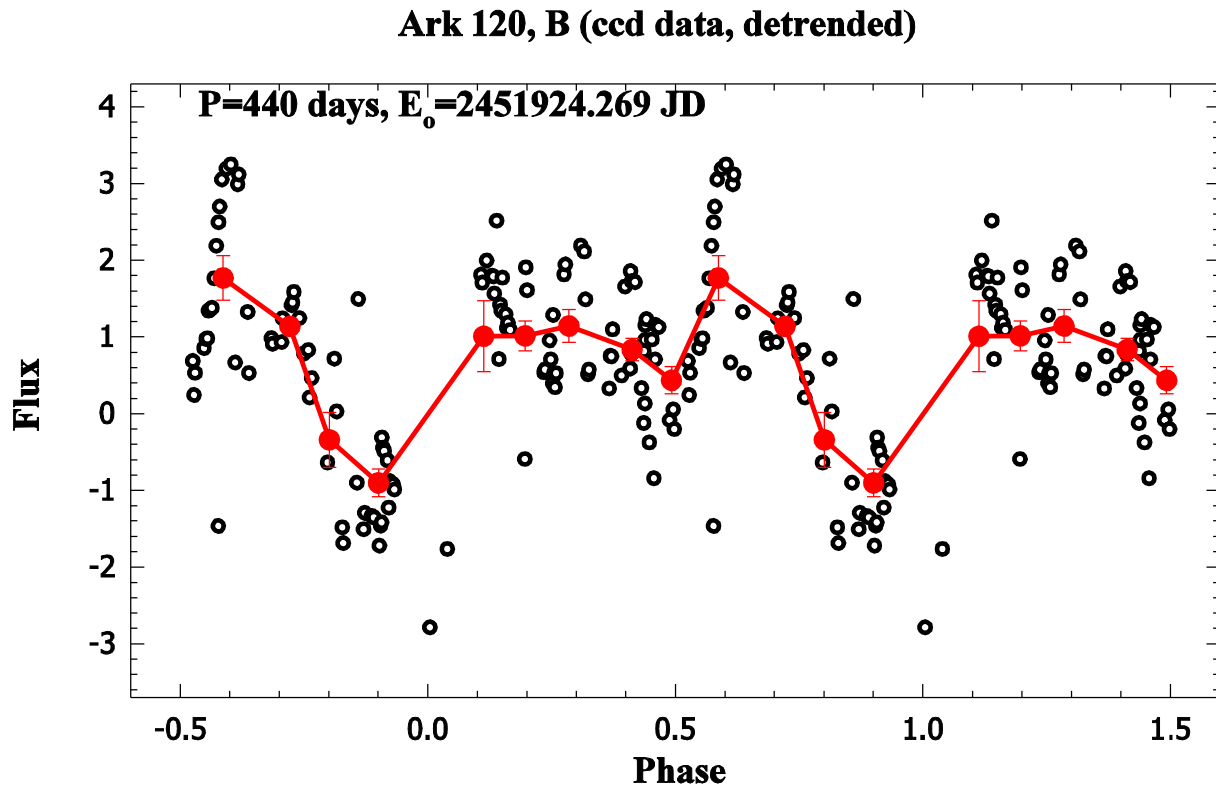
Поиск периода, phe + CCD данные



Фазовые кривые блеска

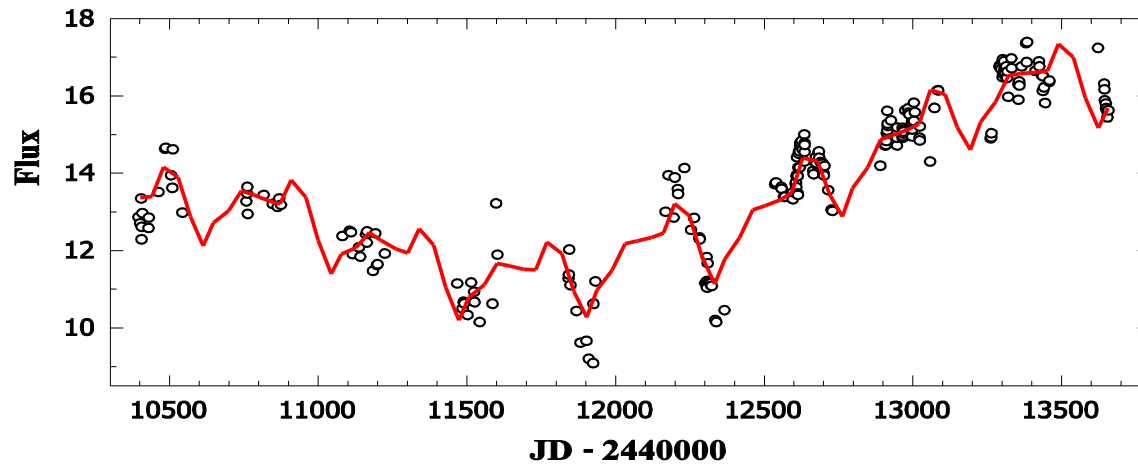
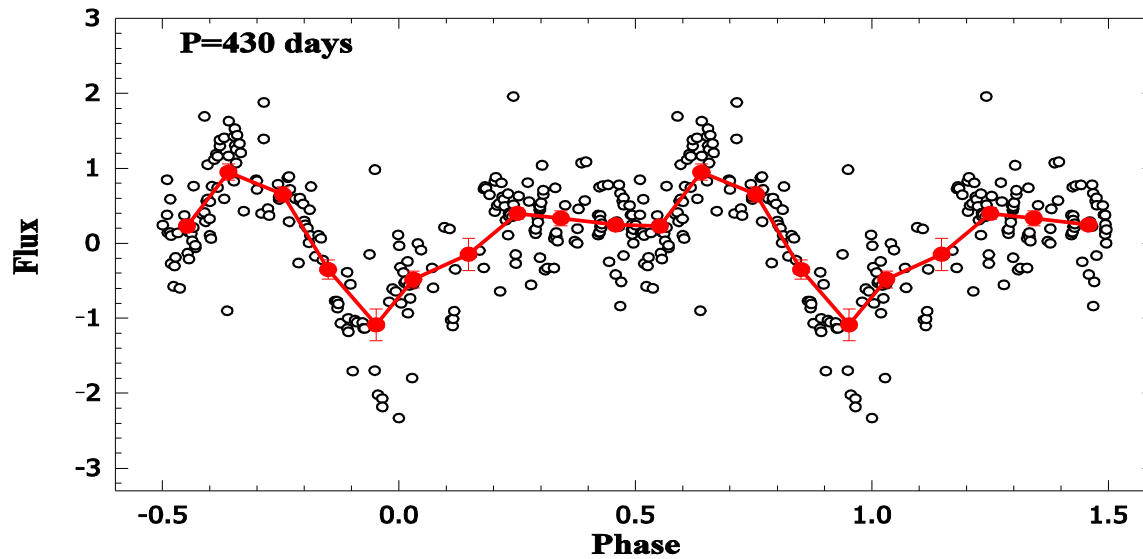


Ark 120 Фазовая кривая по ПЗС данным

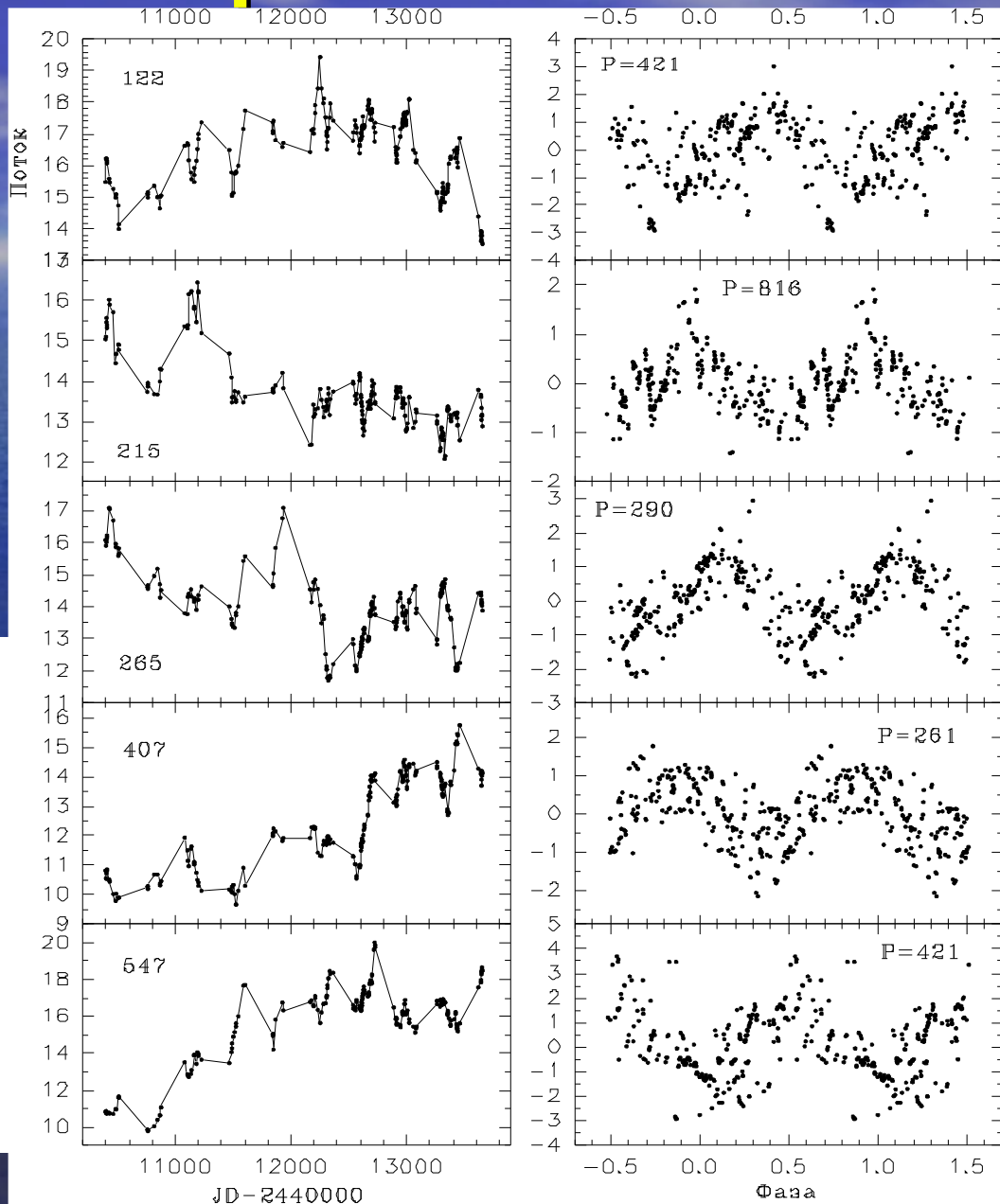


Фазовая кривая блеска

Ark 120, V (phe+ccd data)

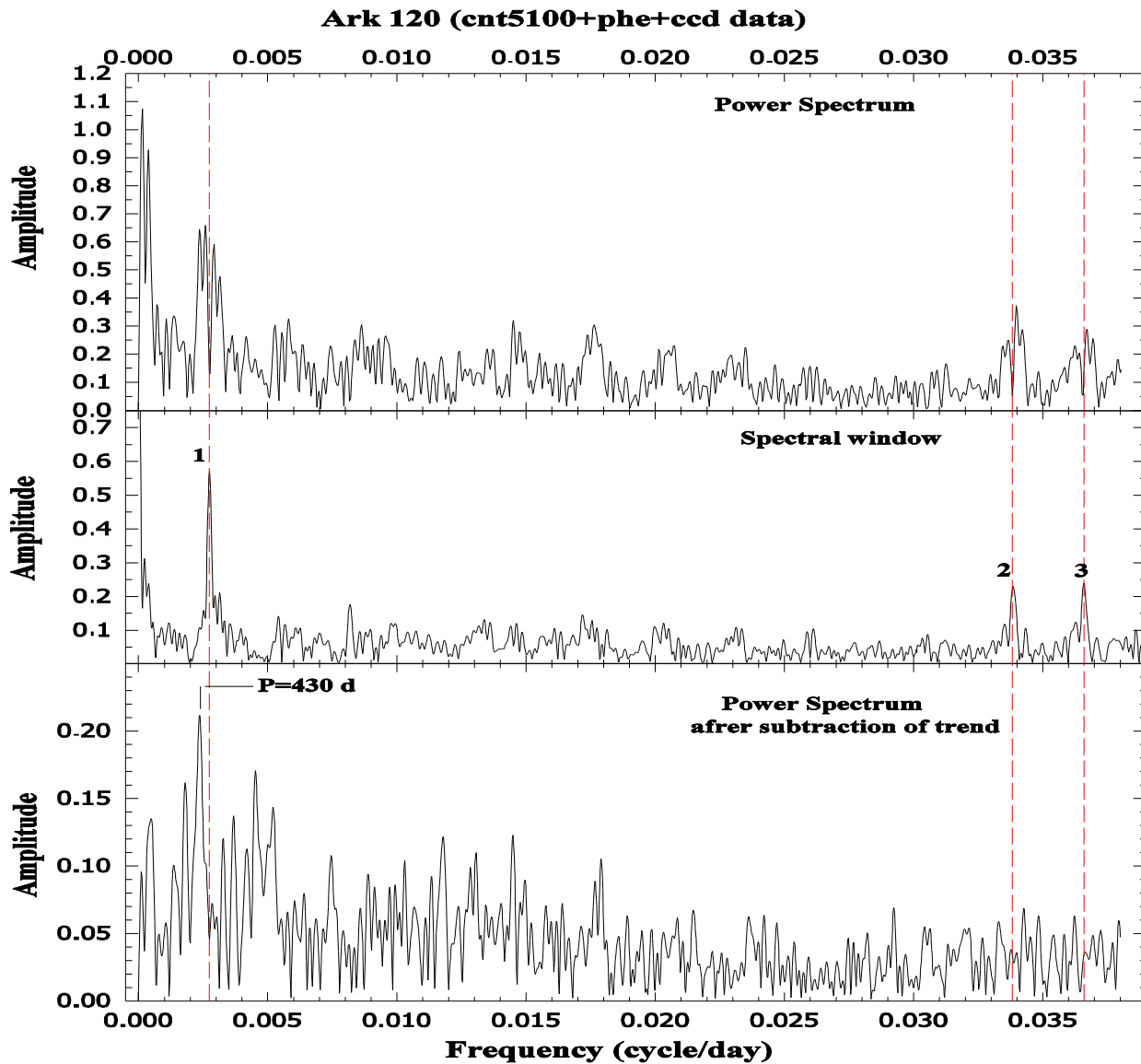


Симулированные кривые блеска

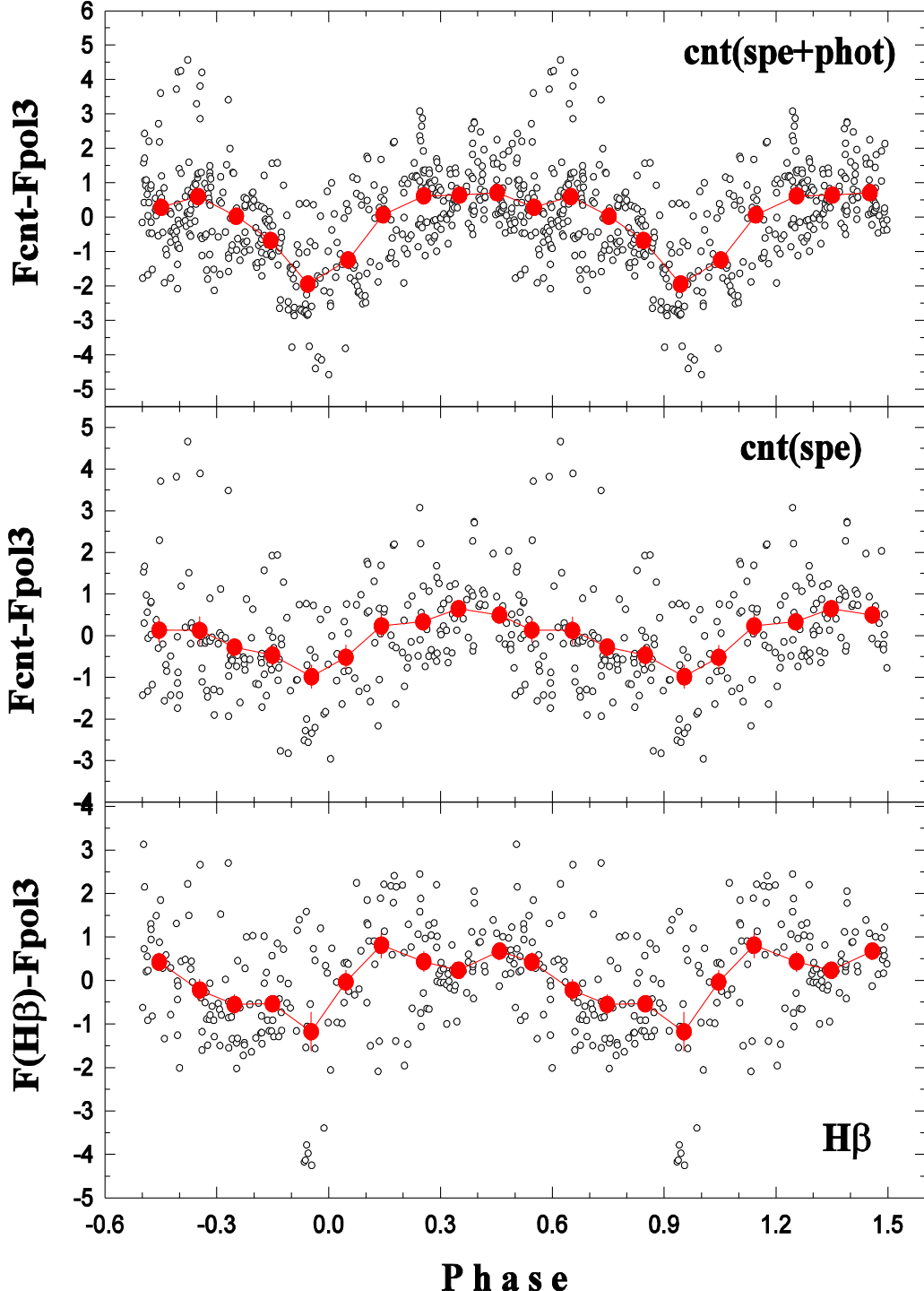
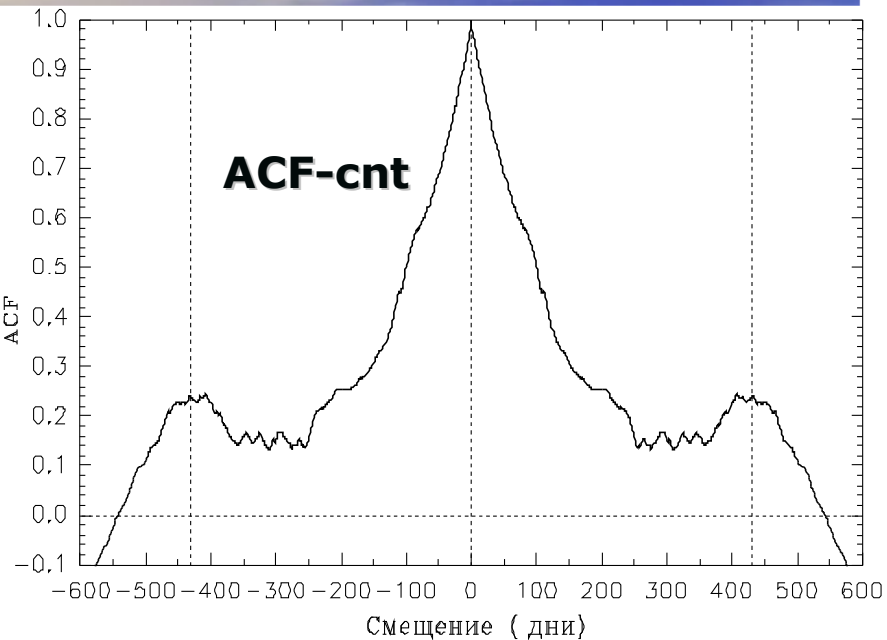


Всего 20 из 1000
симулированных кривых, показали значимые максимумы на периодограмме.
5 из них – на рисунке. Фазовые кривые получены после удаления линейного тренда из симулированных кривых

Поиск периода, spe + phe + CCD



Ark 120. Период $P=430$ дней



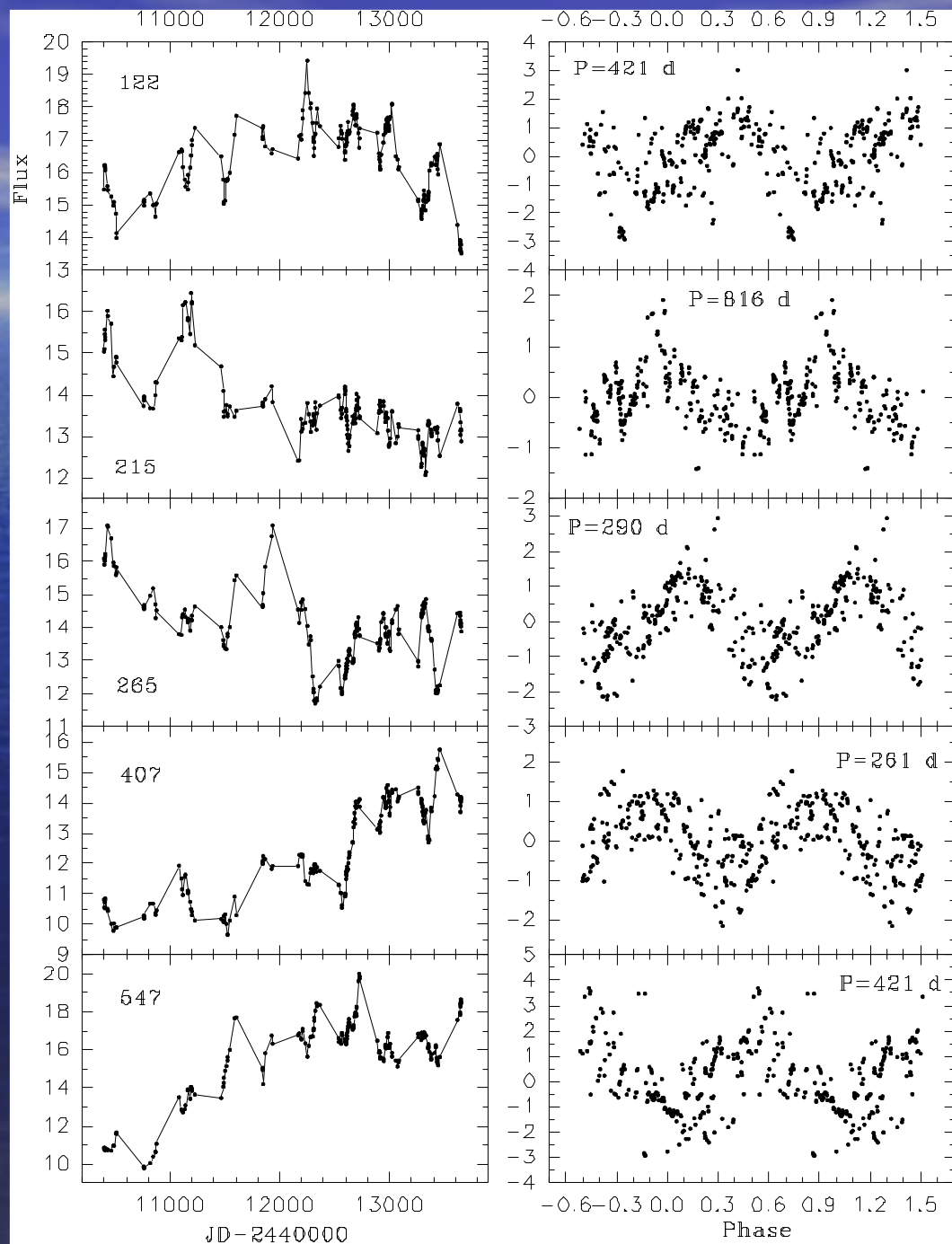
3-й закон Кеплера: $P^2 = 4\pi^2 r^3 / GM$

Если $P=430$ d, $M_{\text{bh}}=19.3 \cdot 10^7 M$

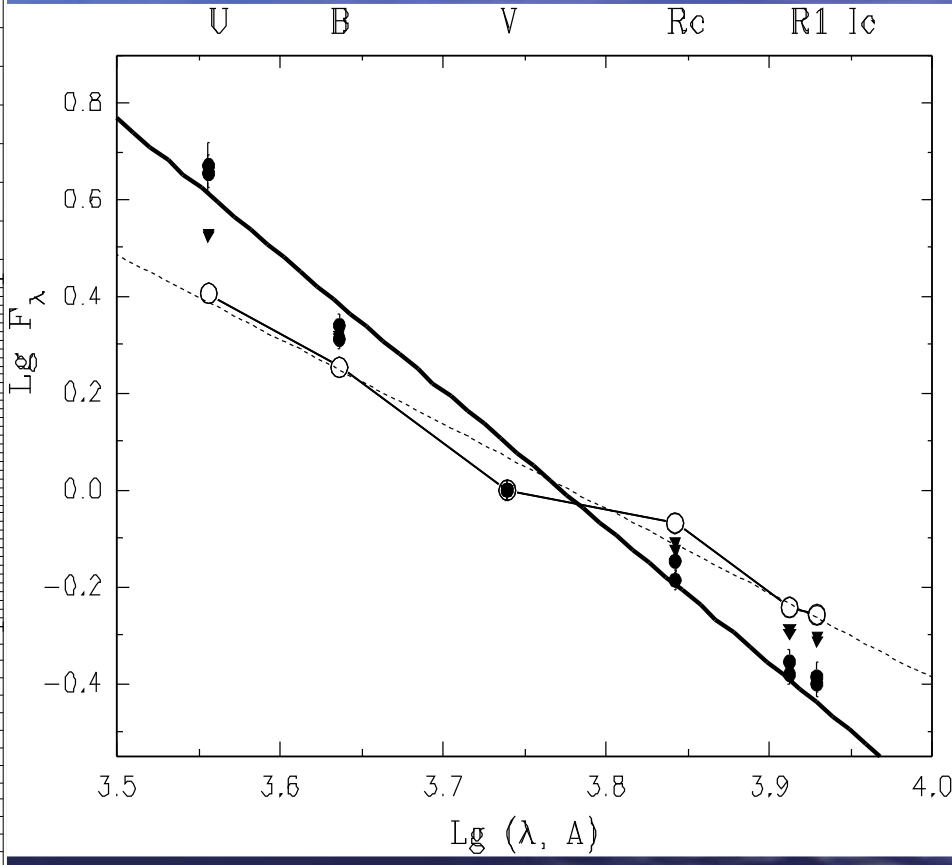
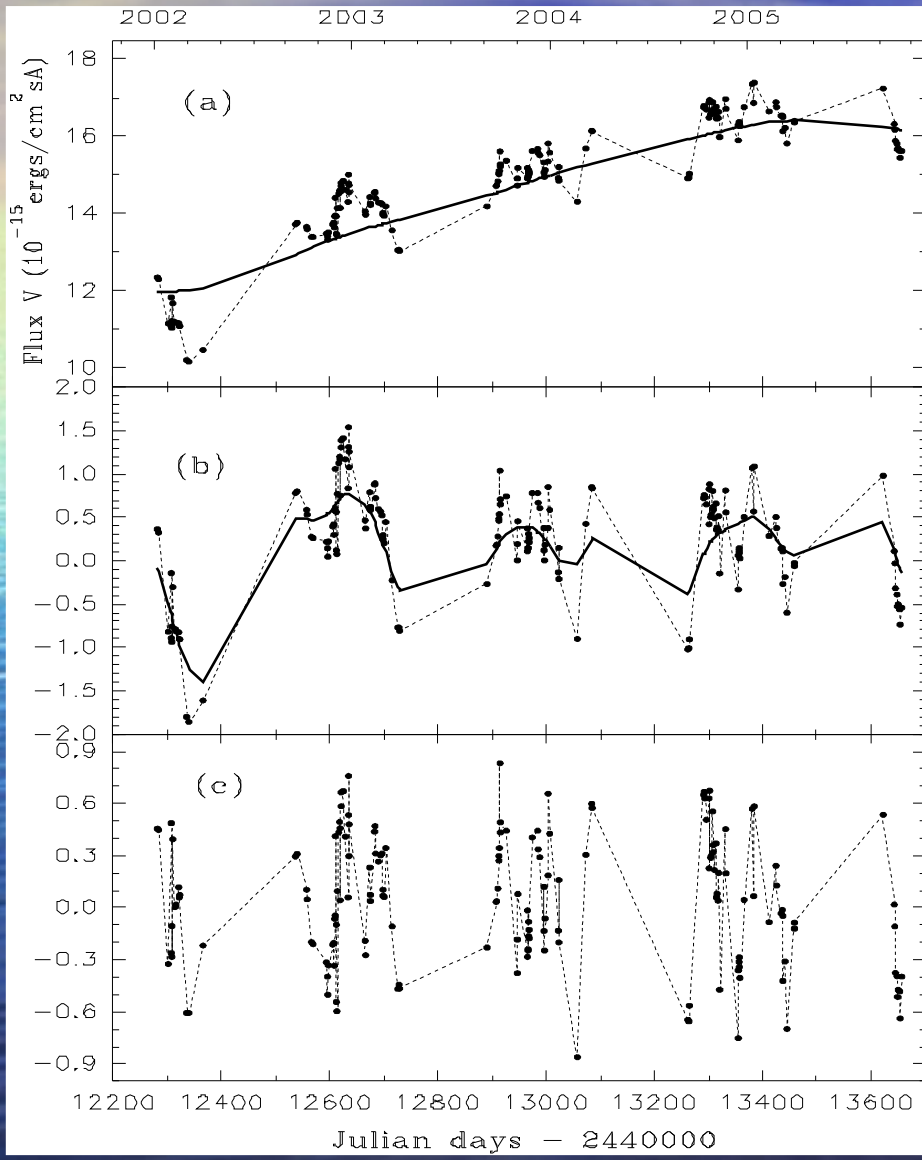
то получим $r=9.7 \cdot 10^{15}$ см

Симуляции кривых блеска

Выборка из 1000 M-K реализаций случайных временных рядов, показывающих максимумы на периодограмме. 20 из 1000 кривых показывают значимый пик на периодограмме. Цифры в левой части - порядковый номер симулированной кривой. Фазовые кривые построены после удаления тренда



Медленные и быстрые изменения блеска



Запаздывание в V,R,R1,I относительно B

По центроиду
CCF

$V = 2.8 \pm 1.7$ d

$R_c = 7.4 \pm 2.1$ d

$R1 = 9.7 \pm 2.3$ d

$I_c = 10.5 \pm 2.5$ d

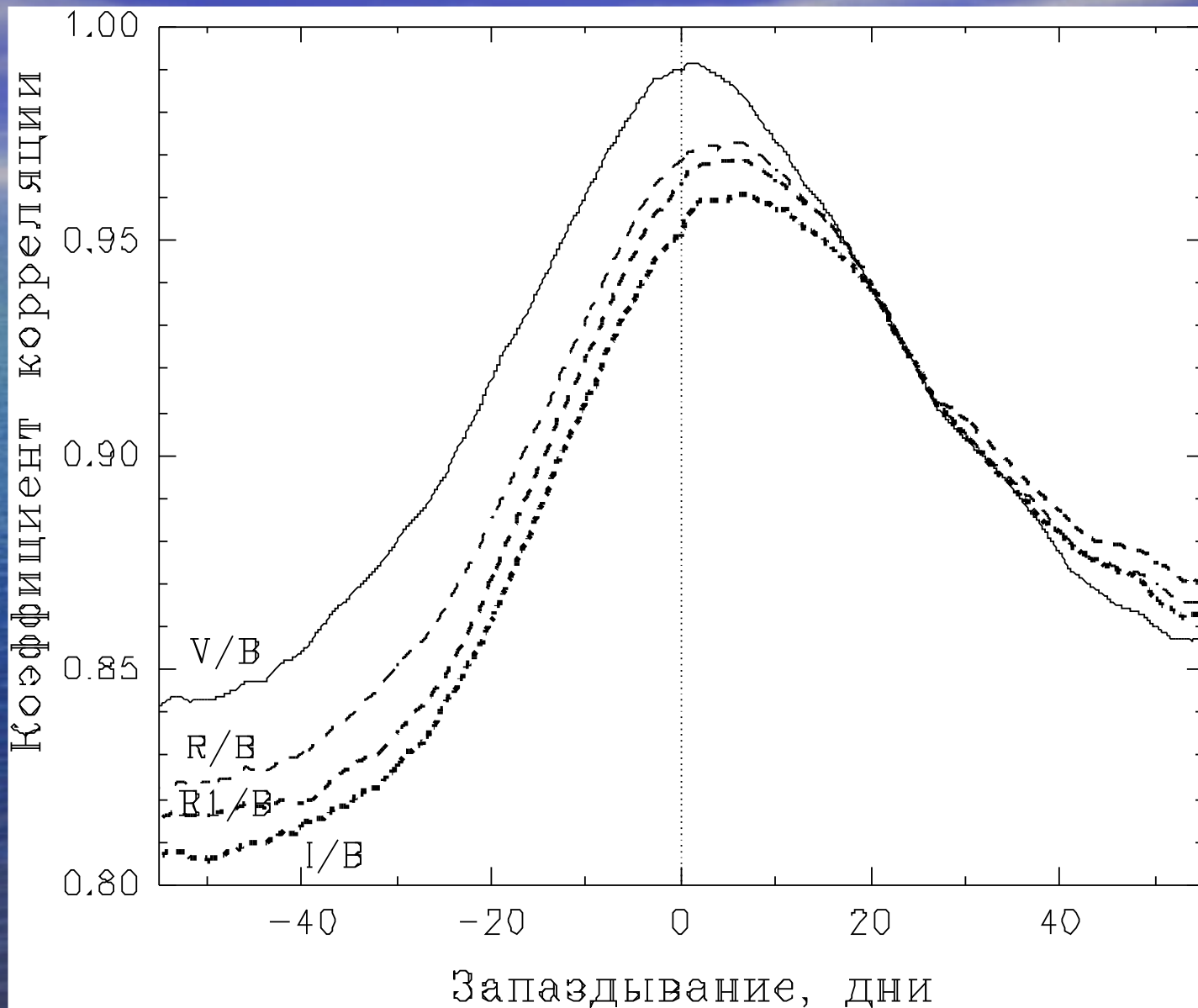
По max CCF

$V = 1.4 \pm 0.9$ d

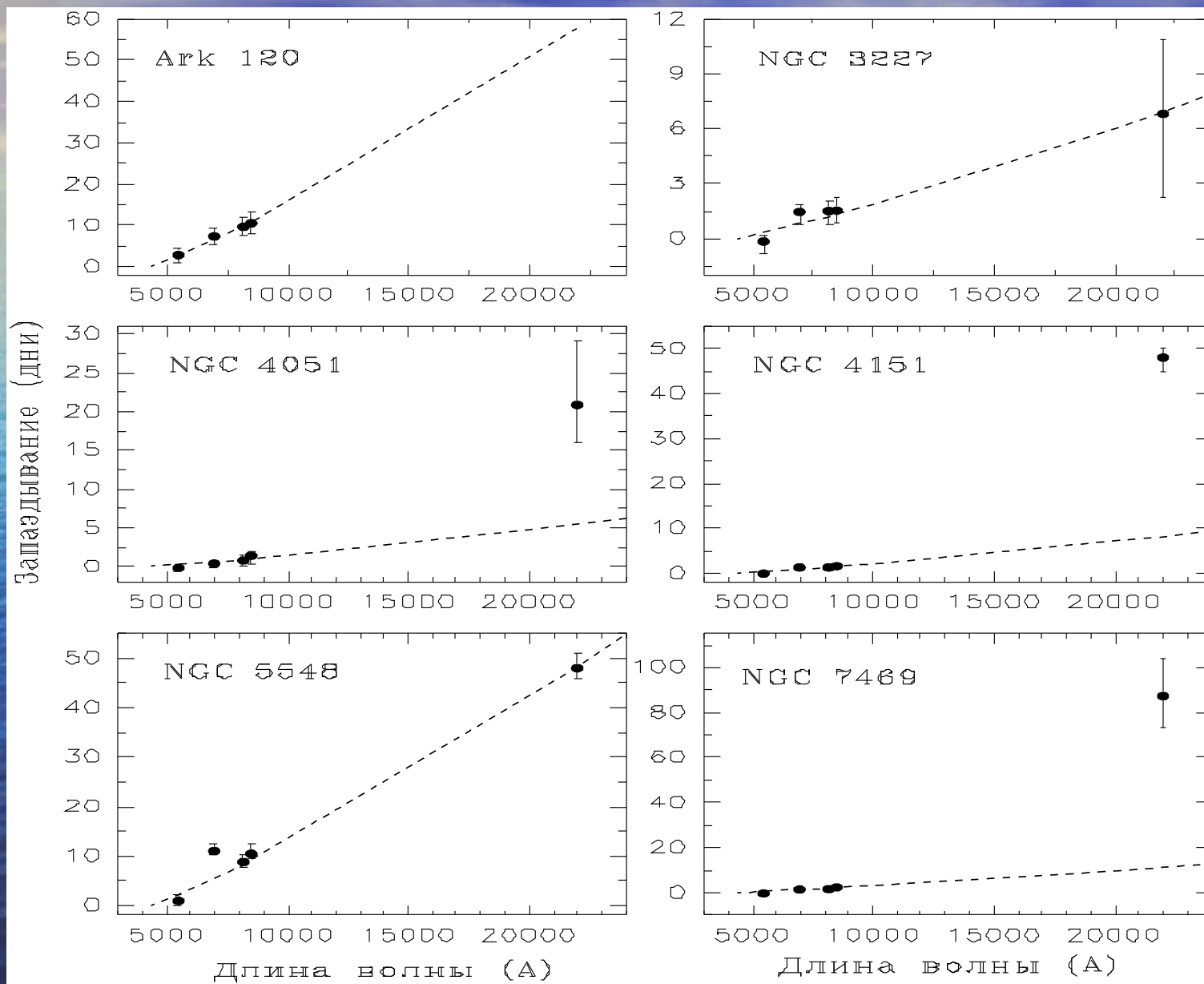
$R_c = 4.1 \pm 2.1$ d

$R1 = 5.0 \pm 2.0$ d

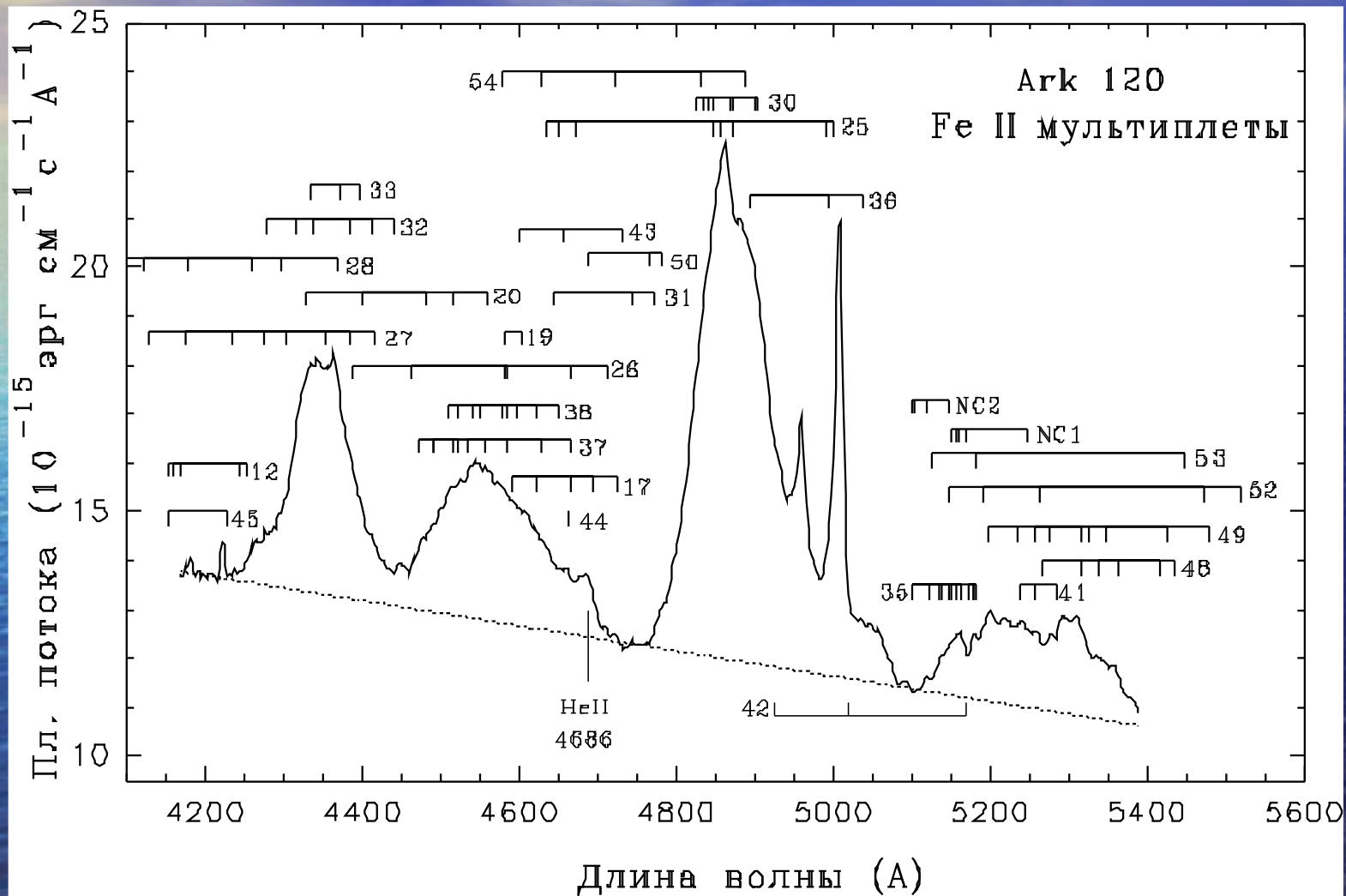
$I_c = 5.6 \pm 2.4$ d



Связь запаздывания с длиной волны

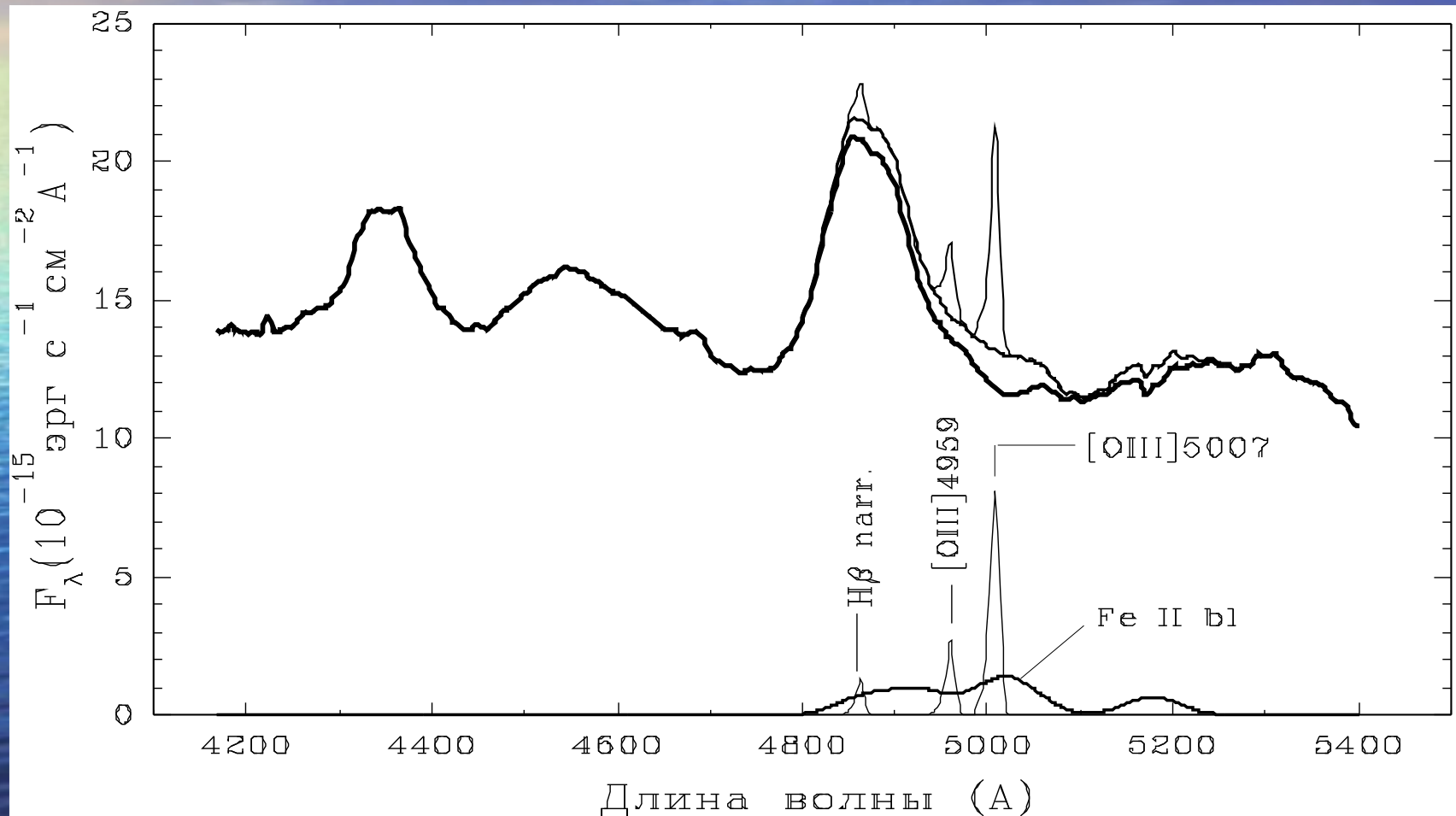


Спектр Ark 120 в области $\lambda 4200-5400 \text{ \AA}$



Спектр Ark 120.

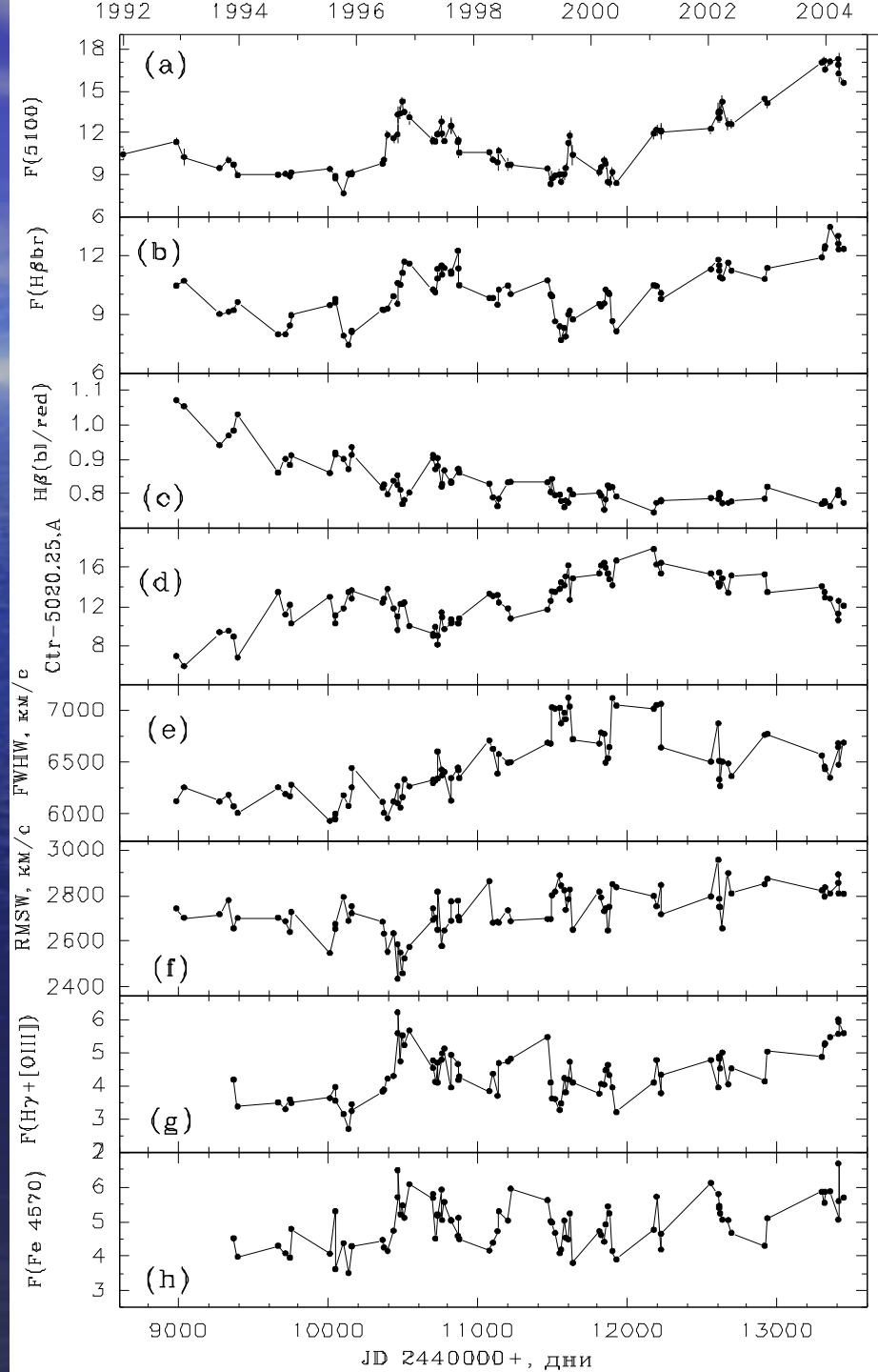
Выделение узких линий и шельфа Fe II



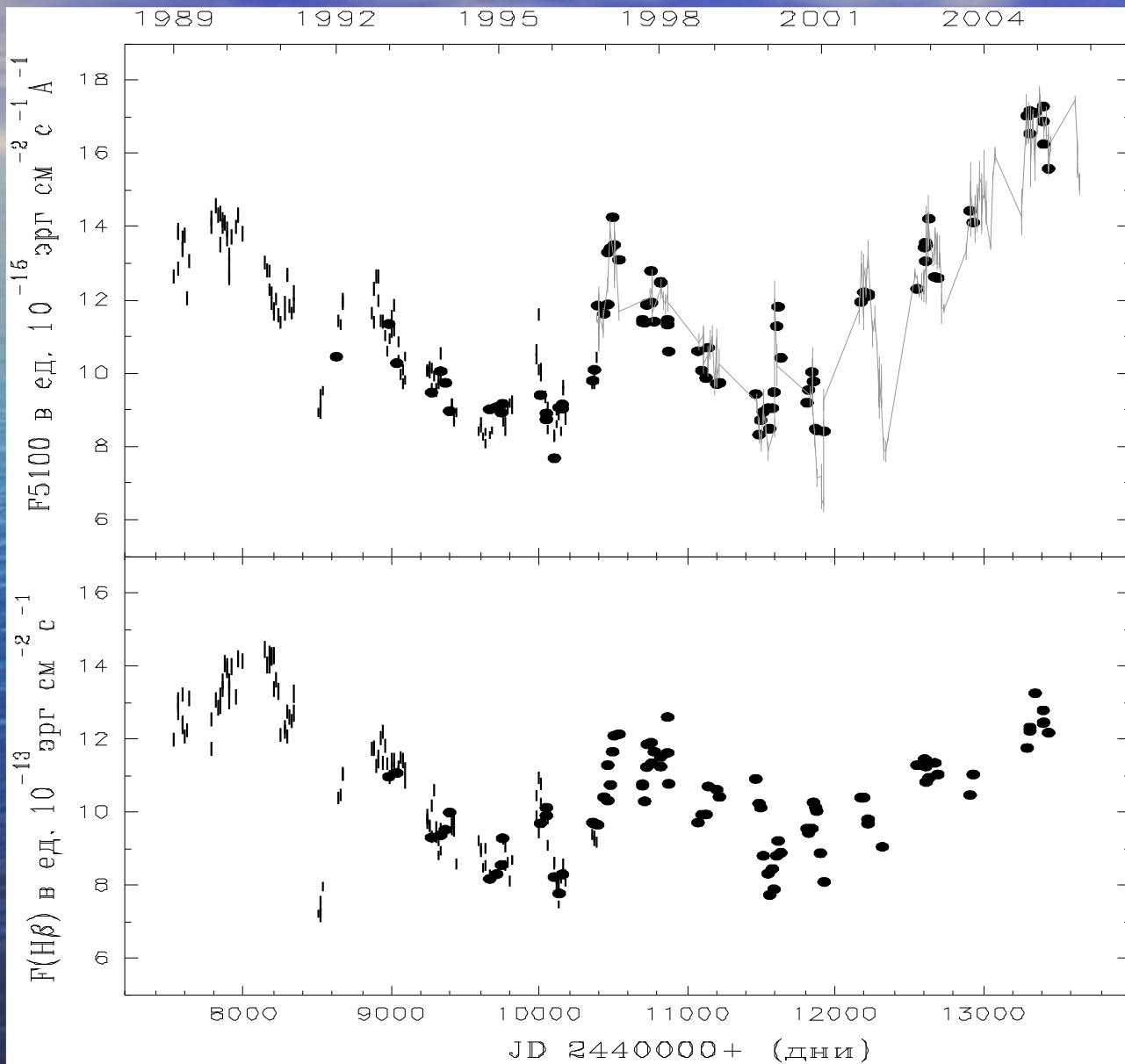
Ark 120.

Кривые блеска в континууме,
в линиях H β , H γ , Fe4570 и др.

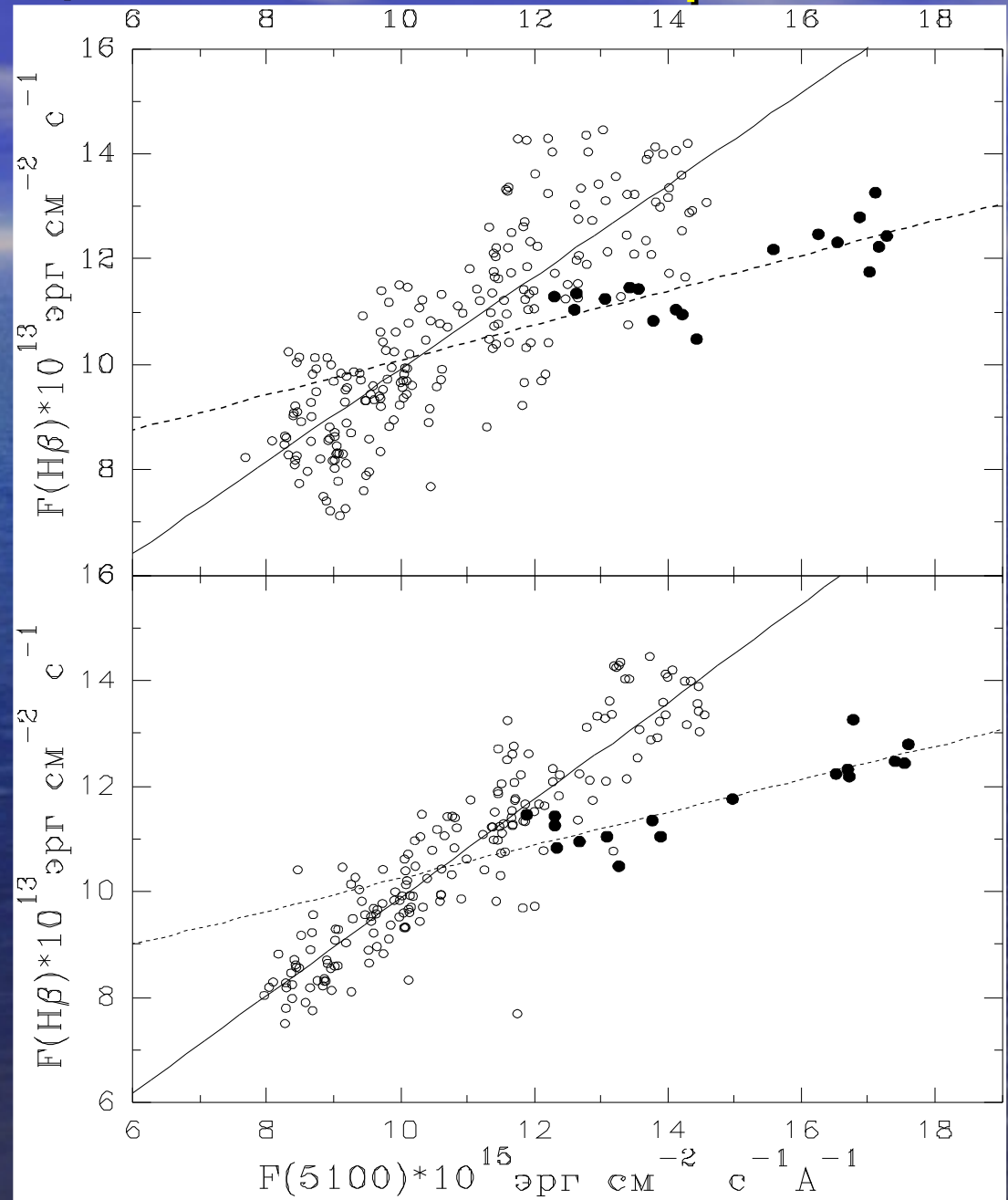
- a) F5100
- b) H β -broad
- c) H β -blue/ H β -red
- d) центроид-5020.25 A
- e) FWHW, км/с
- f) RMSW, км/с
- g) H γ + [OIII]4363
- h) Fe4570



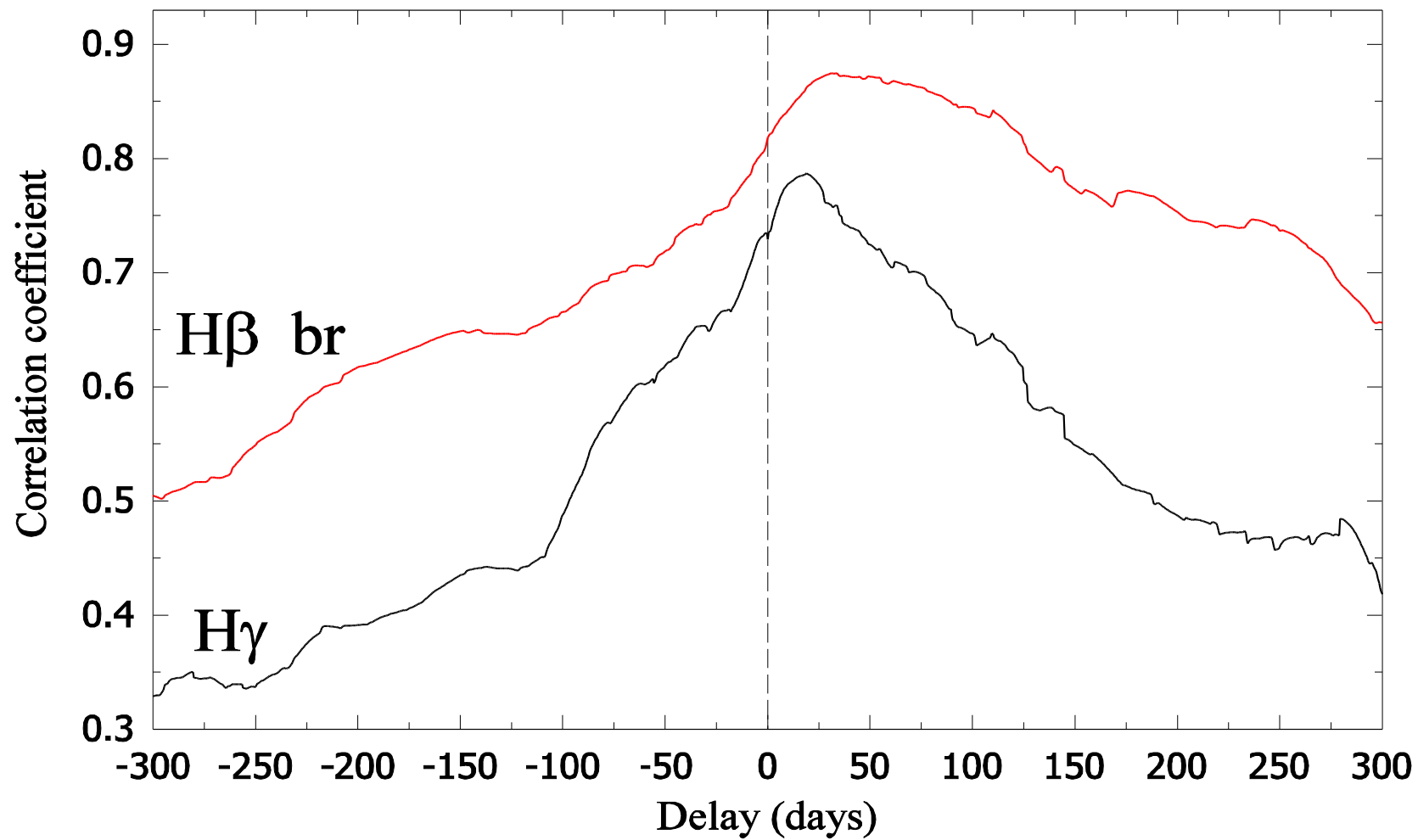
Сводная кривая блеска в континууме и линии H β за 1988-2005 гг.

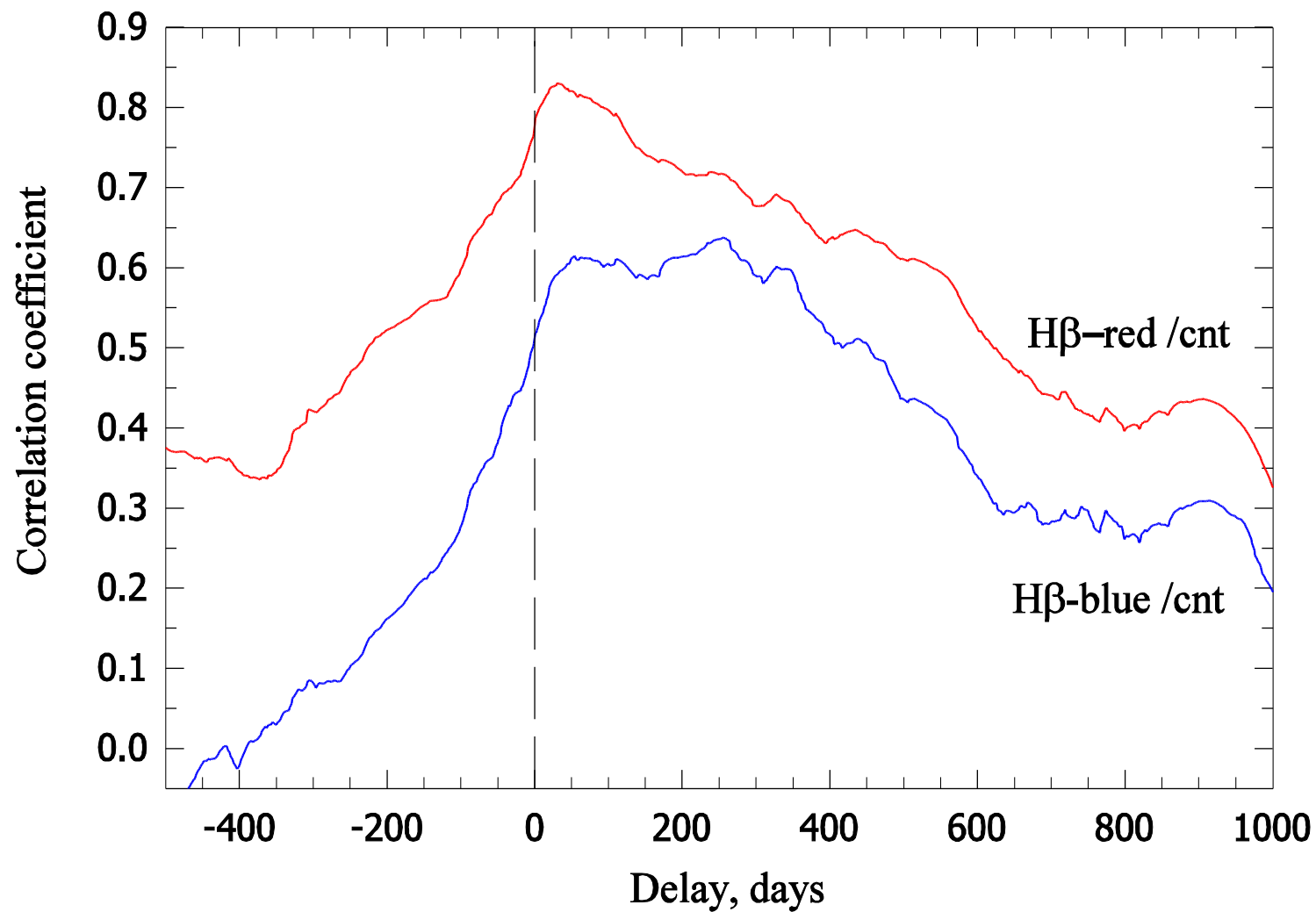


Корреляция "F5100 – H β "



A

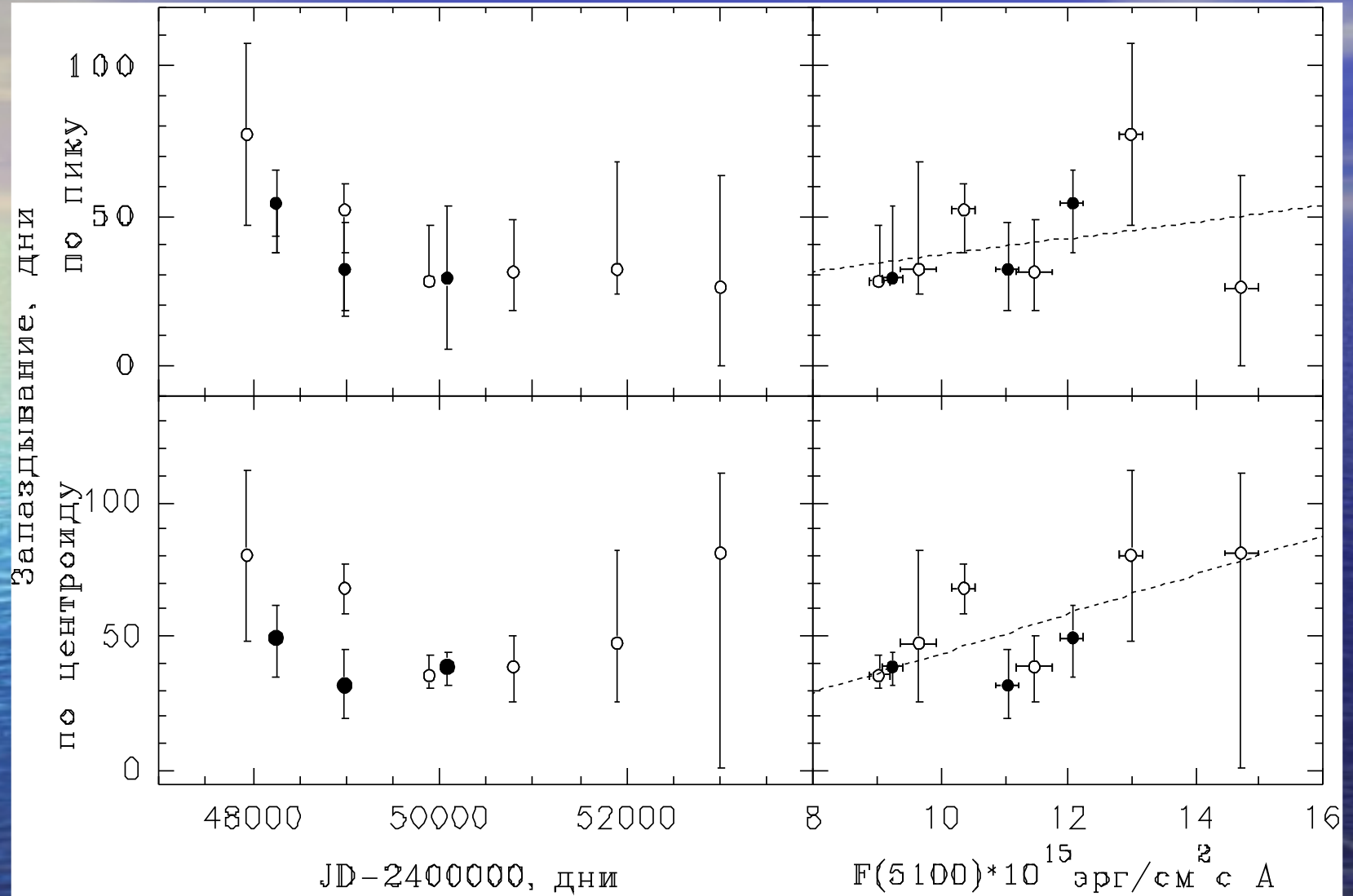




Красная кривая – ССФ $F_{H\beta}$ red относительно F_{5100} , $\tau_{cn}=105$ d

Синяя кривая – ССФ $F_{H\beta}$ blue относительно F_{5100} , $\tau_{cn}=193$ d

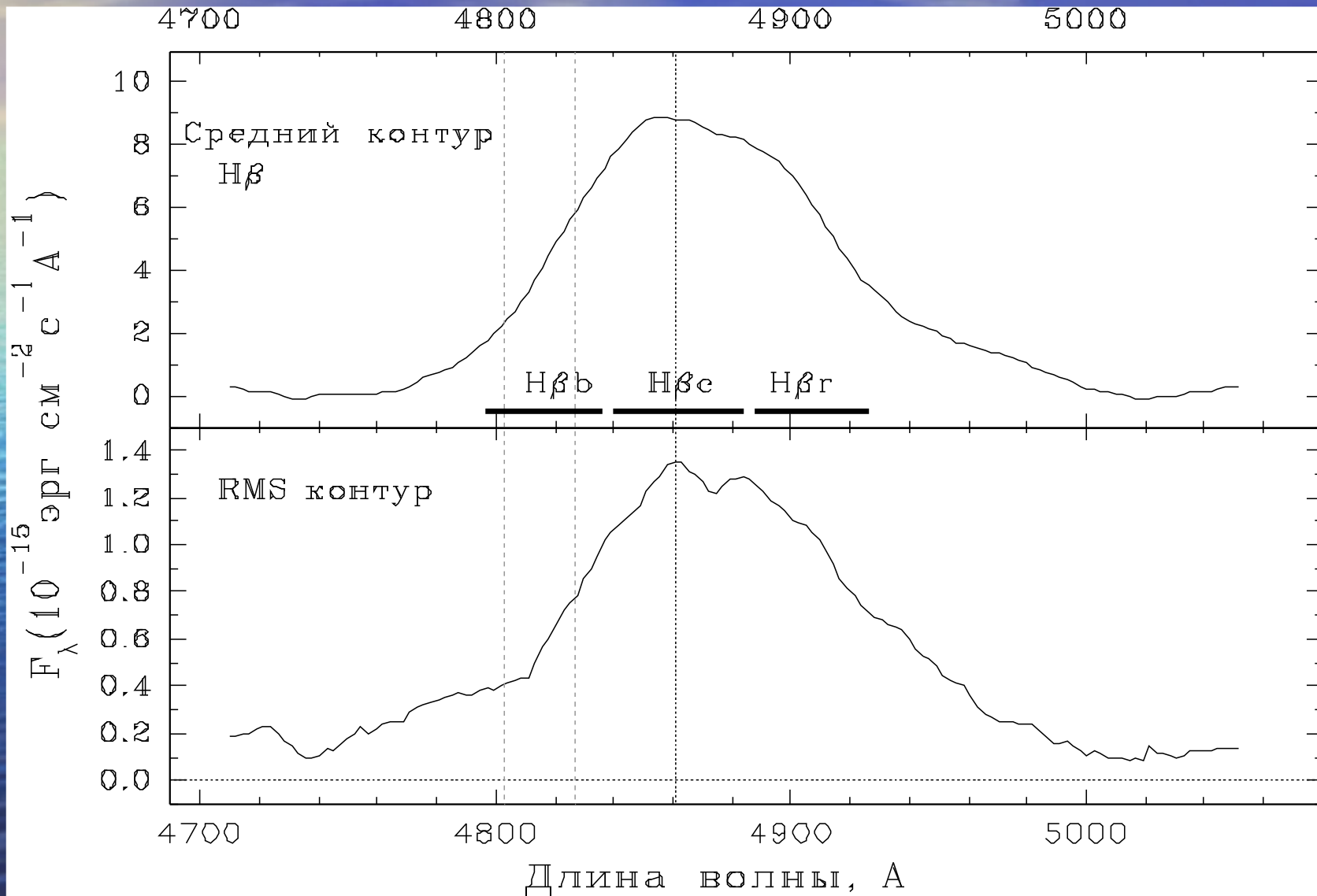
Запаздывание $F(H\beta)$ относительно $F(cnt)$



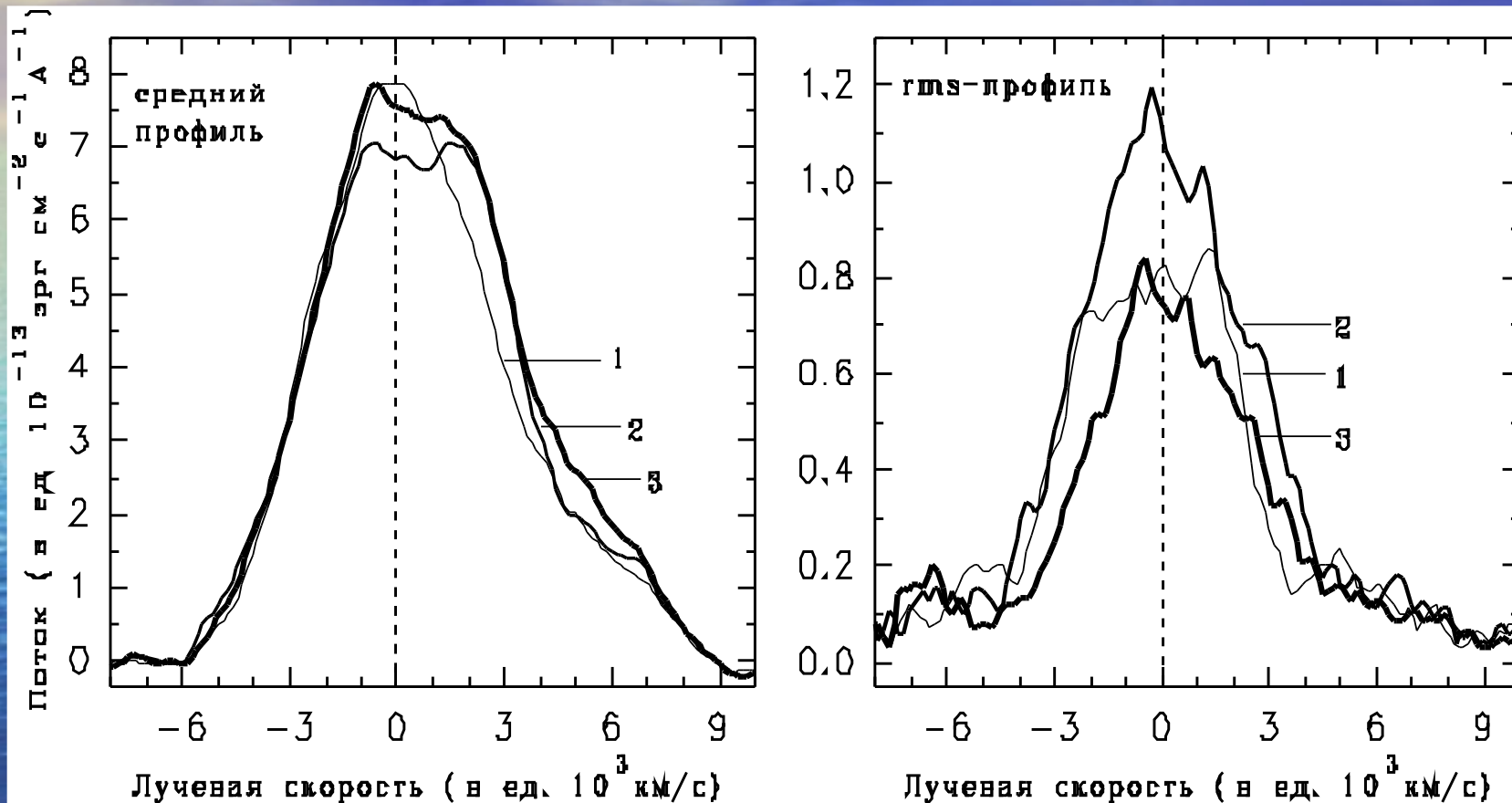
Запаздывание, возможно меняется со временем.

Намечается корреляция запаздывания с потоком в континууме.

Профиль линии $H\beta_{\text{broad}}$



Средний и RMS спектры в минимумах



Интервал

Число спект.

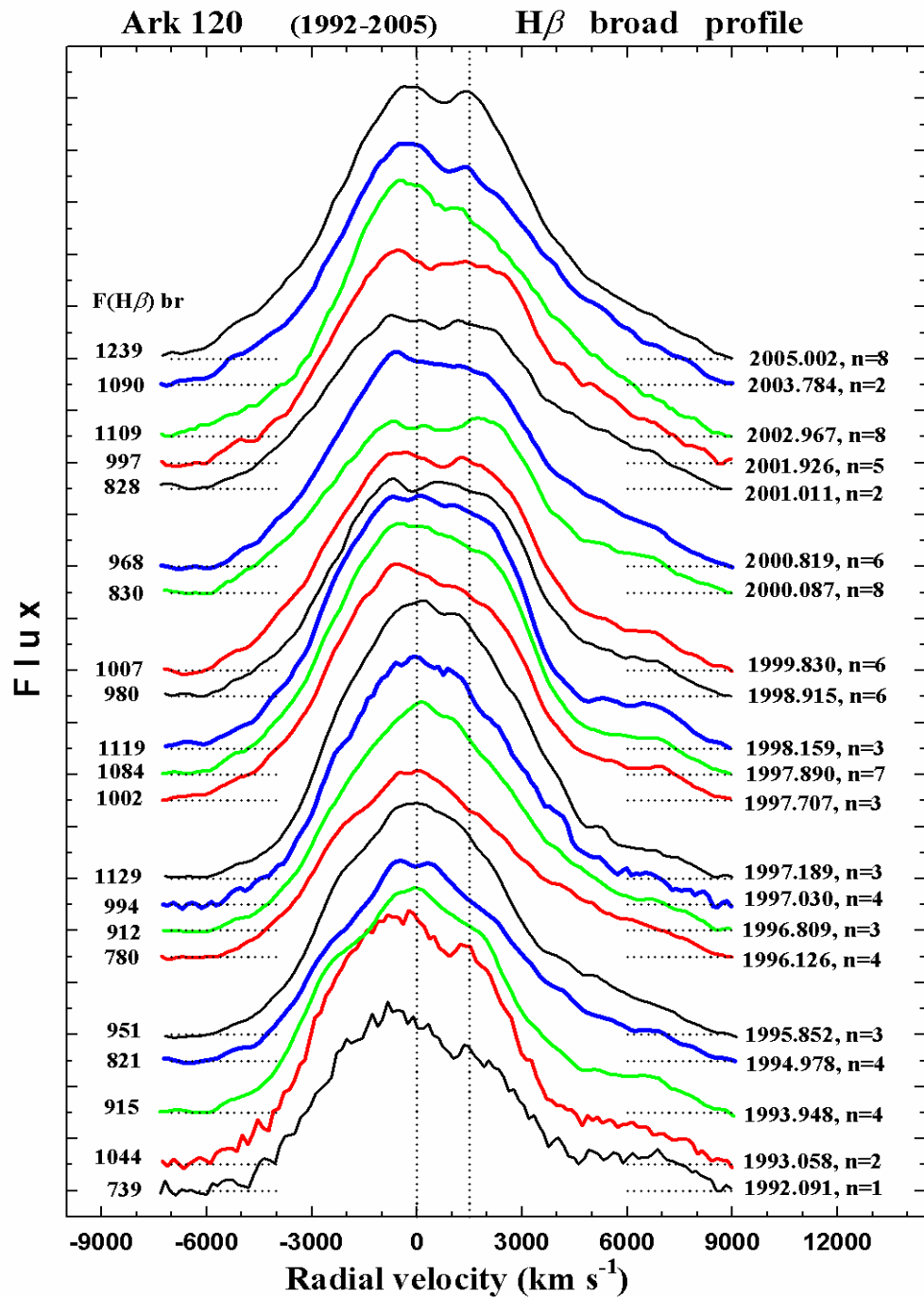
Поток в конт. (10^{-15} эрг/см 2 с Å)

- 1994.02.11 – 1996.03.13
- 1999.10.14 – 2000.02.12
- 2000.09.23 – 2001.01.16

12 спектров
8 спектров
8 спектров

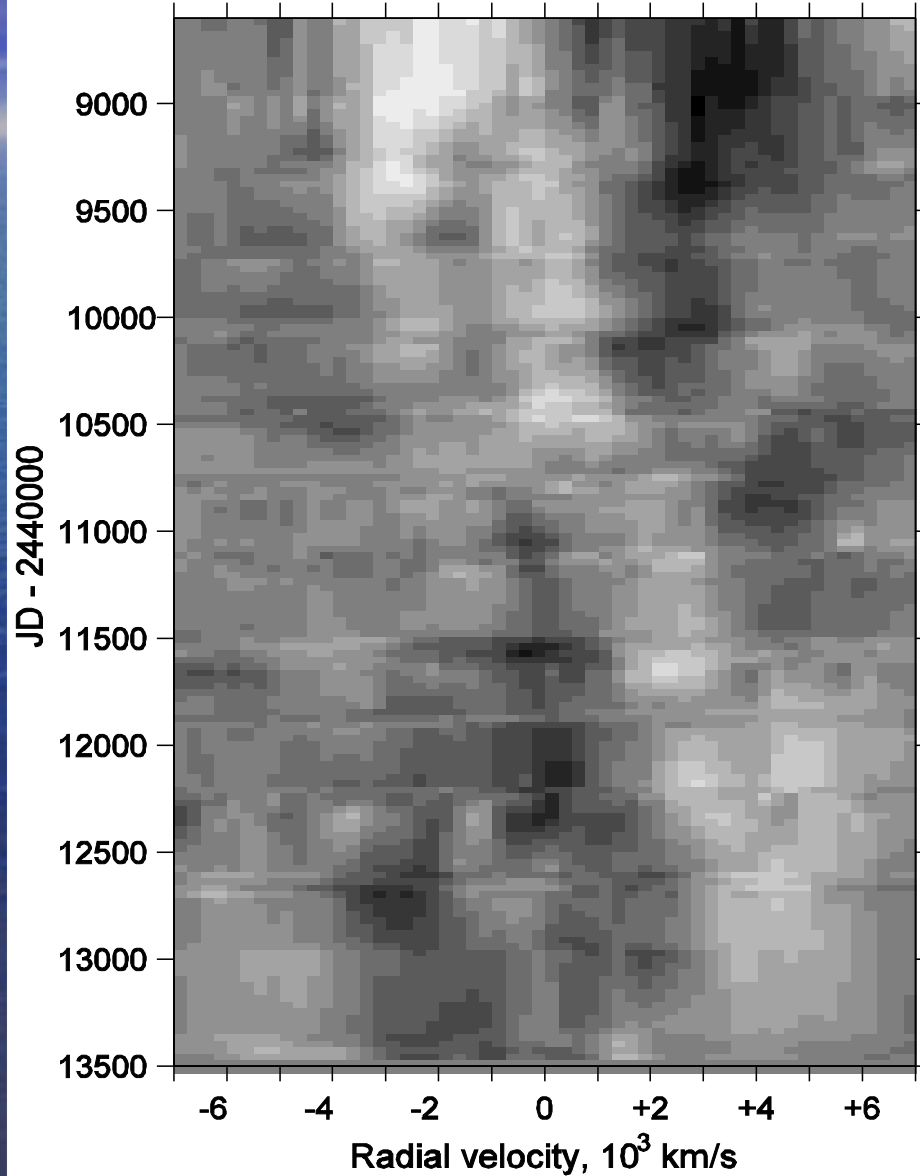
8.93
8.94
9.14

Профиль линии $H\beta_{\text{broad}}$



Эволюция нормированного профиля линии H β

Ark 120. H β broad component evolution



**P > 9000 - 10000 д
или P > 25-27 лет**

**Это соответствует
R > 8 · 10¹⁶ см
или > 31 ld**

Заключение

- Кривые блеска показывают переменность разных временных масштабов.
- Сделаны оценки показателей цвета переменного источника и галактики в диафрагме $A=15''$. Показатели цвета переменного компонента меняются.
- U-B и B-V показатели цвета соответствуют излучению газа с $T > 15000$ K.
- $SF \sim 0.8-0.9$ -- нестабильные процессы в АД.
- Обнаружен период $P=430 \pm 10$ сут. Амплитуда $\Delta V = 0.17^m$. Если $M_{bh} = 19.3 \cdot 10^7 M$, то $r = 170 R_g$ или $3.7 l_d$.
- Запаздывание в полосах VRI, возможно, меняется со временем.
- Запаздывания от длины волны соответствует зависимости $\tau \sim \lambda^{4/3}$.
- Медленный компонент -- это тренд, годы, $\Delta V \sim 0.4^m$, быстрый компонент -- переменность на шкале сутки $\Delta V \sim 0.2^m$, периодический компонент с $P=430$ суток с $\Delta V = 0.28^m$. Этот компонент, возможно, связан с долгоживущими крупномасштабными неоднородностями в АД.
- Переменны потоки в континууме и эмис. линиях, отношение потоков в крыльях H β , полуширина H β , положение центра тяжести H β .
- Поток в H β коррелирует с потоком в континууме, но РЕАКЦИЯ НЕОДНОЗНАЧНА.
- Запаздывание потока H β относительно потока в континууме составляет 55 ± 9 суток по пику и 72 ± 7 суток по центроиду и, возможно, меняется со временем. Намечается корреляция запаздывания с изменением яркости континуума: чем выше яркость, тем больше запаздывание ($U \cdot n_H \sim L_{ion}/r^2$).
- Из анализа CCF крыльев H β трудно сделать строгое заключение о направленности движения излучающего газа в BLR, но, возможно, присутствуют признаки аккреции.
- Переменная часть профиля имеет 2 пика с разделением пиков на 1300 км/с и она сдвинута в красную сторону на 700 км/с.
- Эволюция разностей между индивидуальными нормированными профилями и средним норм. профилем, возможно, показывает присутствие вращения BLR с периодом около 10000 суток или $25-27$ лет. Тогда размер области равен $8 \cdot 10^{16}$ см, а время пересечения светом этой области составит около 31 суток.



КОНЕЦ

СПАСИБО ЗА ТЕРПЕНИЕ!