



*Н.Н. Самусь*

*Институт астрономии РАН,  
ГАИШ МГУ и Международная общественная организация  
«Астрономическое Общество»*

## **ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ**

100 часов астрономии, 2014 г.

**ОБЩИЙ КАТАЛОГ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД: В СССР  
(РОССИИ) С 1947 г. ПО ПОРУЧЕНИЮ  
МЕЖДУНАРОДНОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА**



**П.П. Паренаго  
(1906 – 1960)**



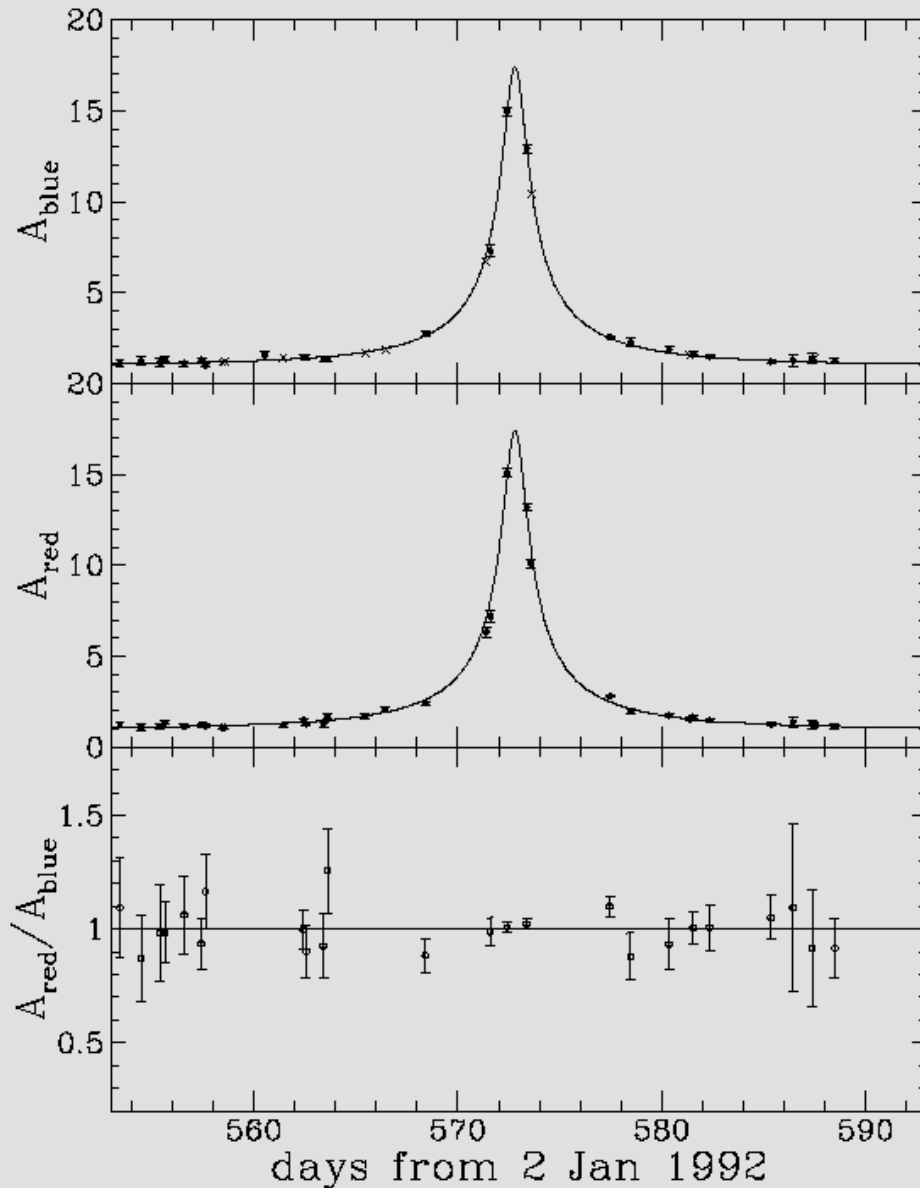
**Б.В. Кукаркин  
(1909 – 1977)**



**П.Н. Холопов  
(1922 – 1988)**



Event 1



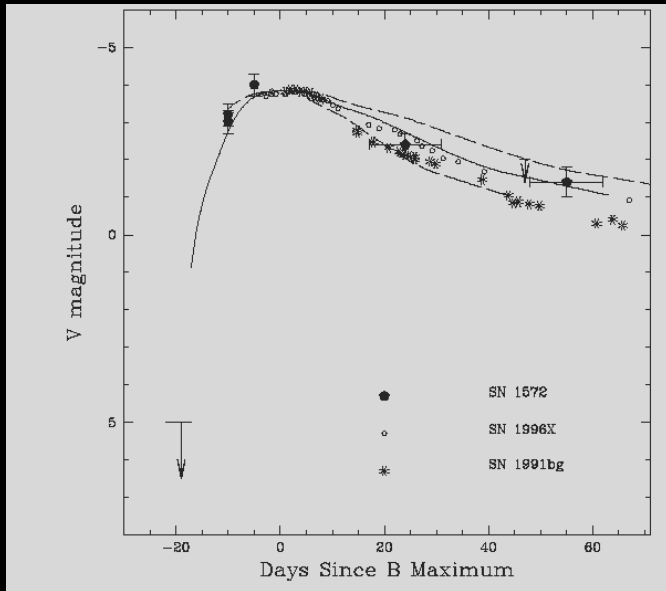
Проявления звездной переменности очень сходны с эффектами гравитационного микролинзирования (поярчания звезды при прохождении ее света на пути к наблюдателю мимо массивного небесного тела, предсказанного А. Эйнштейном и открытого сравнительно недавно). Несомненно, среди плохо изученных «переменных звезд» есть результаты такого эффекта. (По Х. Просперу, 1998)

表

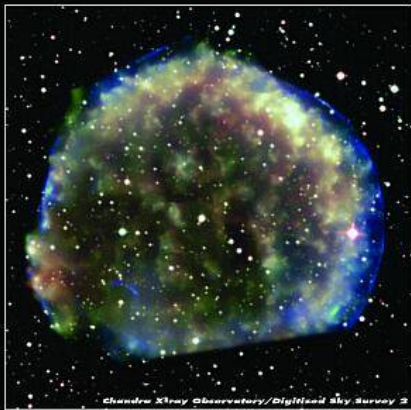
號數	原 文	書 名	時 間	星 座	$\alpha$	$\delta$	$l$	$b$	附 註
1	七日己巳夕 彗出新大星并火。	殷墟甲骨文	約公元前十四世紀						
2	辛未醜新星。	殷墟甲骨文	約公元前十四世紀						
3	周景王十三年春有星出婺女。	竹書紀年	532 B.C.	寶瓶座	20 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	-10°	5°	-31°	左傳和史記內均有記載。
4	秦始皇卅三年明星出西方。								
5	漢高帝三年七月有星孛於大角，旬餘乃入。	漢書和文獻通考	204 B.C.	牧夫座 $\alpha$ 星附近	14 20	+20	346	+66	可能是再發新星。
6	漢元光元年六月客星見於房。	漢書	134 B.C.	天蠍座	15 40	-25	313	+20	這是中西史上皆有記載的第一顆新星。
7	漢元鳳四年九月客星在紫宮中斗樞極間。	漢書	77 B.C.	大熊座	11 36	+60	103	+55	Williams 和 Biot 有考證，在 NGC 3587 附近。
8	漢元鳳五年四月燭星見奎婁間。	漢書和文獻通考	76 B.C.	雙魚座	1 20	+25	101	-36	Williams, Biot, Lundmark 有考證。
9	漢地節元年正月，有星孛於西方，去太白二丈所。	漢書	69 B.C.						
10	漢初元元年四月客星大如瓜，色青白，在南斗第二星東可四尺。	漢書	48 B.C.	人馬座 $\mu$ 星之東	18	-25	335	-4	Williams, Biot, Lundmark 有考證，在 NGC 6578 附近。
11	漢哀帝建平二年二月，彗星出牽牛，七十餘日。	漢書	5 B.C.	天鷹座 $\alpha$ 星附近	19 40	+10	16	-8	可能是射電源。
12	後漢建武五年客星犯帝座。	後漢書嚴光傳	29 A.D.	武仙座 $\alpha$ 星附近	17 20	+15	5	+24	可能是再發新星。
13	後漢永平十三年冬十一月客星出於軒轅四十八日。	後漢書古今注	70 A.D.	獅子座	10	+20	184	+54	Biot 和 Lundmark 有考證。
14	後漢永元十三年冬十一月乙丑軒轅第四星間有小客星，色青黃。	東漢會要、後漢書和文獻通考	101年12月30日	天貓座 40 星附近	9 20	+35	158	+47	Williams 和 Lundmark 有考證，但他們所確定的位置不對。
15	後漢永初元年秋八月戊申客星在東井弧星西南。	通志災祥略、東漢會要	107年9月13日	大大座 $\delta$ 星附近	7	-25	205	-8	Biot 和 Lundmark 有考證，在 NGC 2452 附近。
16	後漢延光四年冬十一月客星見天市。	通志、文獻通考和後漢書	125年12月	蛇夫座	17 20	0	350	18	
17	後漢中平二年十月癸亥，客星出南門中，大如半筵，五色喜怒，稍小，至後年六月消。	後漢書和文獻通考	185年12月7日至186年7月	半人馬座 $\alpha, \beta$ 間	14 20	-60	282	0	Шкловский 認為是超新星，並且是射電源。近伏爾夫-拉葉星 -61°4431。

“Звезды-гости” по китайским летописям (Хи Тсесун, 1955). В этом каталоге 90 событий, знаменитая сверхновая 1054 г., породившая Крабовидную Туманность — под номером 60

# «Звезды-гости» – европейская история



Комета Хейла–Боппа  
(1997)



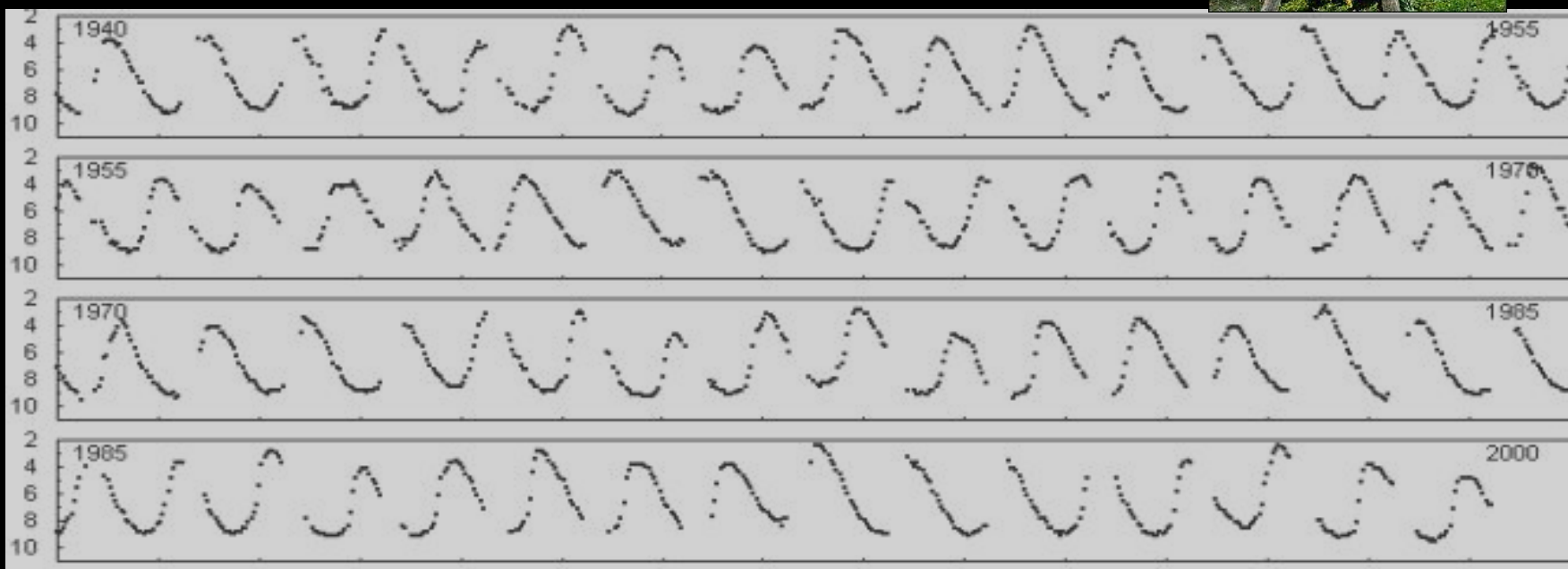
Кривая блеска (по Р. Лапуэнте)  
и рентгеновский остаток  
сверхновой Тихо Браге (1572)



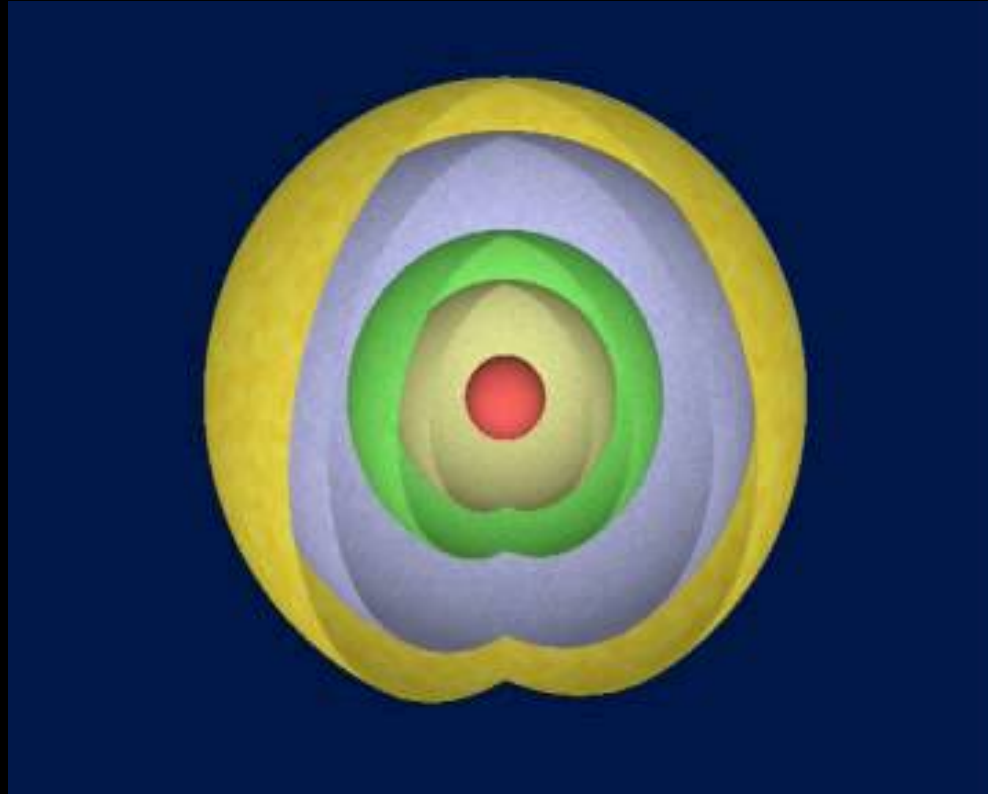
Тихо Браге  
(1546–1601)

# НАЧАЛО НАУКИ О ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗДАХ (1595 – 1609)

Справа памятник отцу и сыну – Давиду и Иоганну Фабрициусам (Goldschmidt?) в Остеле (Германия)

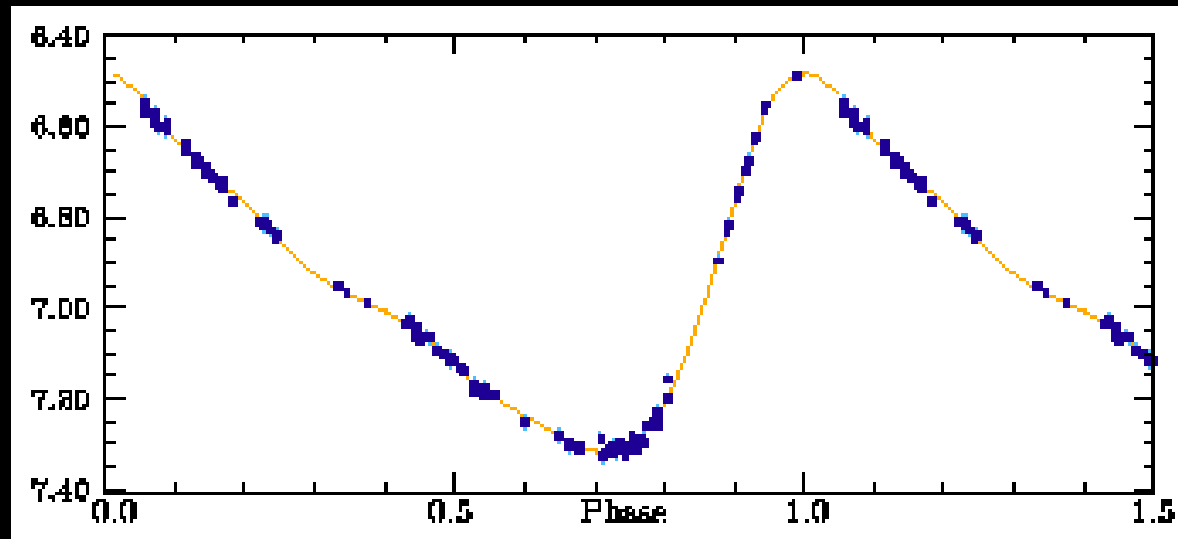


Мира Кита - первая (помимо Новых и Сверхновых) переменная звезда, обнаруженная астрономами. Показана ее кривая блеска за 60 лет по данным AAVSO



Радиальные пульсации звезды





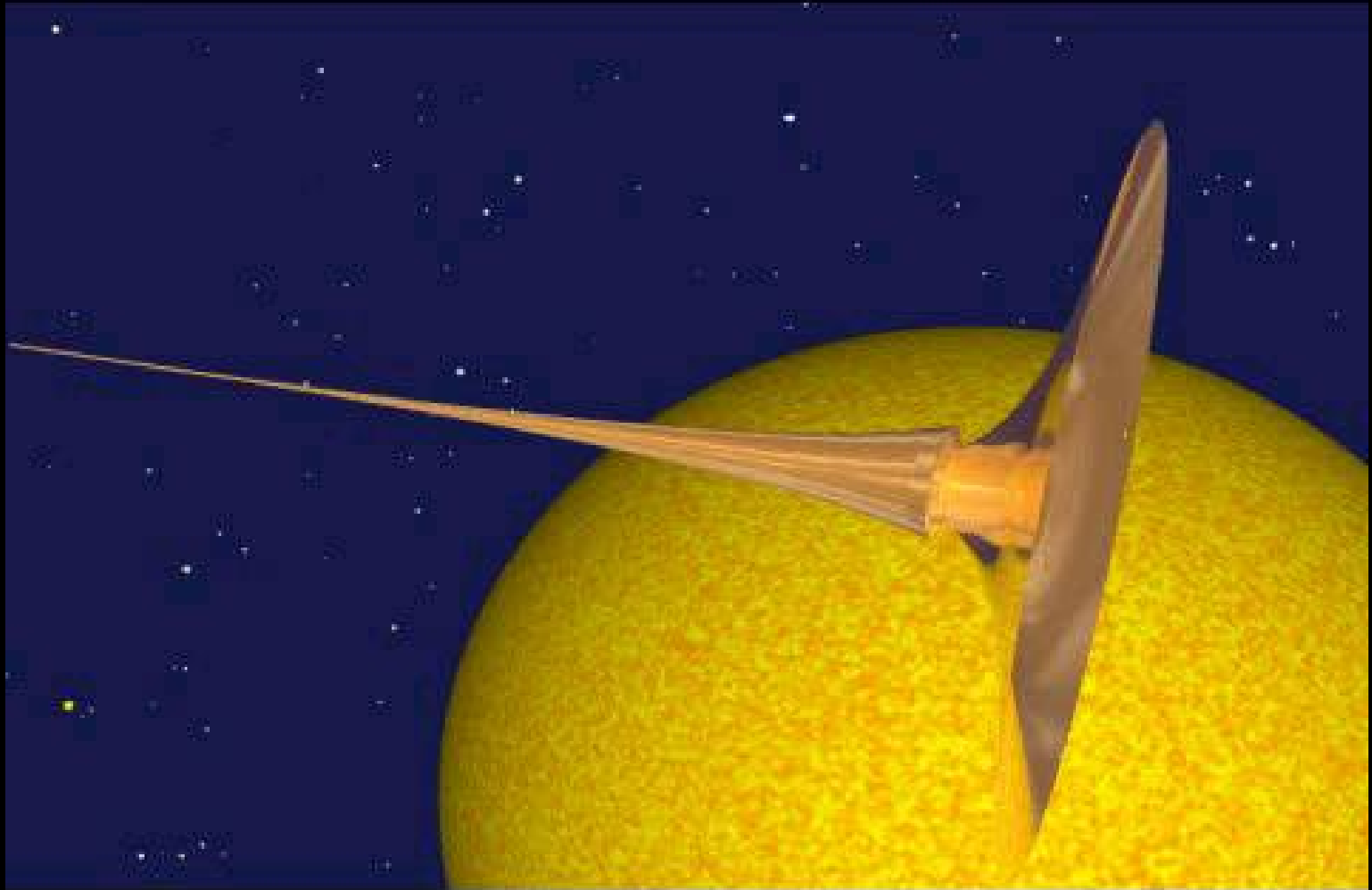
Кривая блеска типичной цефеиды R Южного Креста ( $P=5.8$  d) по наблюдениям космического аппарата Hipparcos (Европейское Космическое Агентство)

Выдающаяся роль цефеид в астрофизике обусловлена существованием зависимости период–светимость, которую в 1908 г. открыла Генриетта Ливитт (фото справа). Эта зависимость лежит в основе определения расстояний во Вселенной.





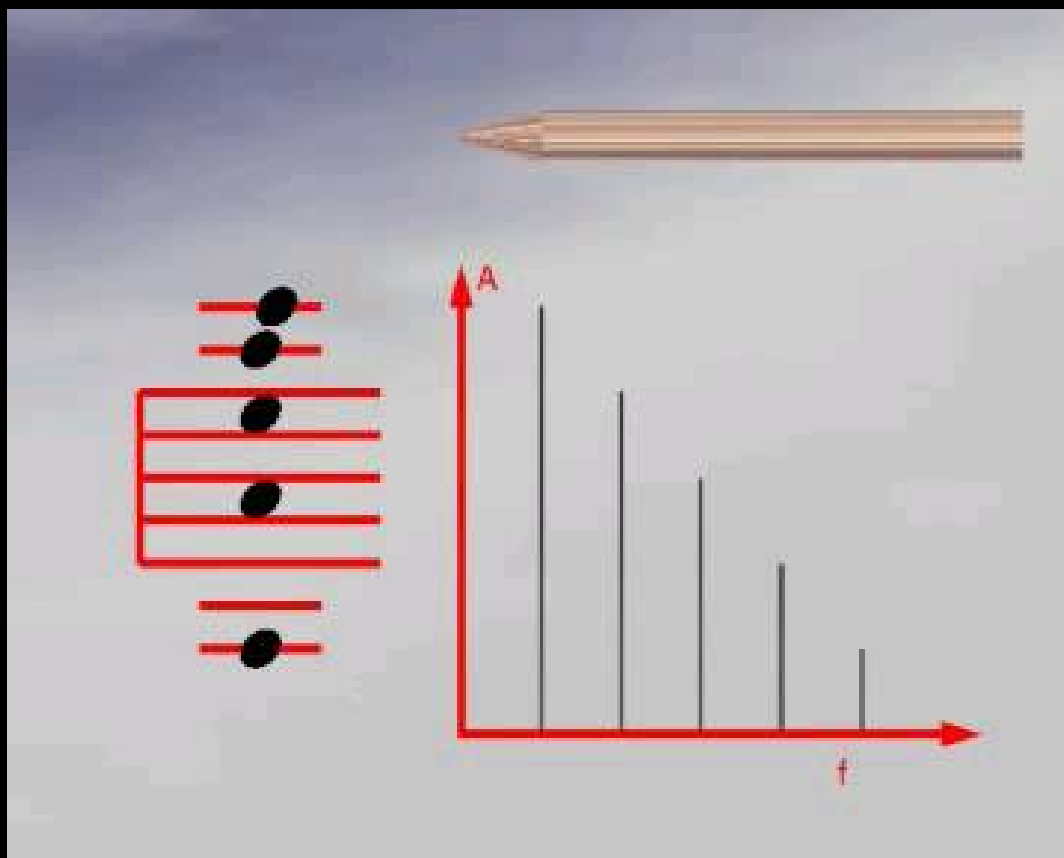
Пульсации звезд типа RR Лир в шаровом скоплении  
M3



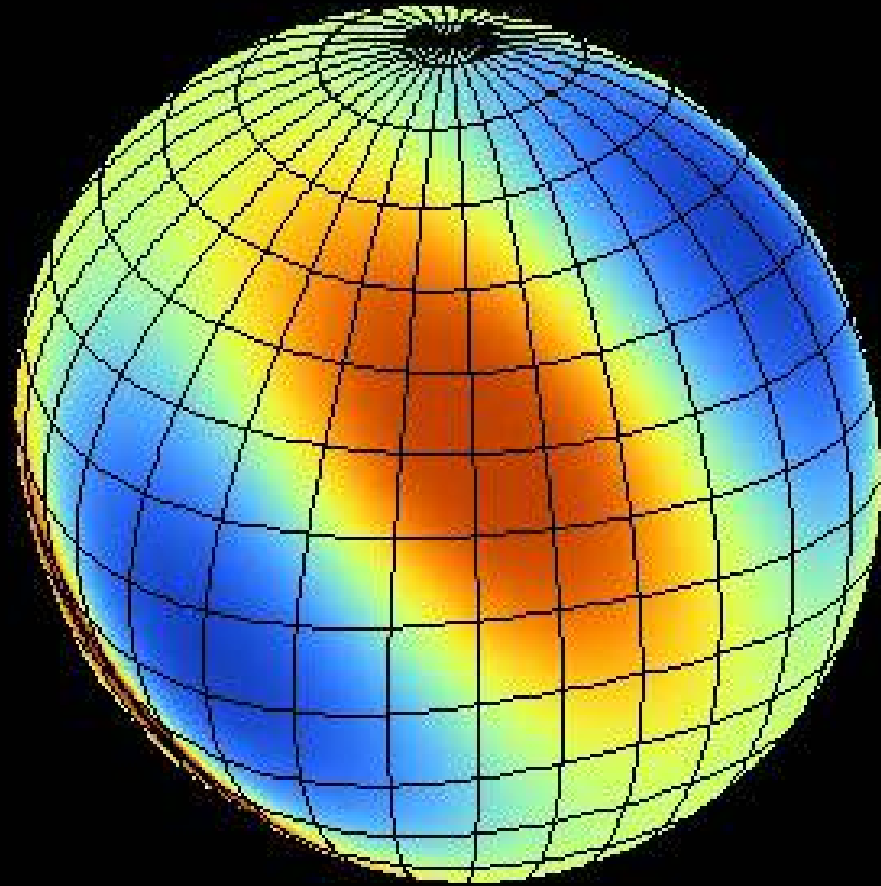
«Труба звездных пульсаций» Золтана Коллата



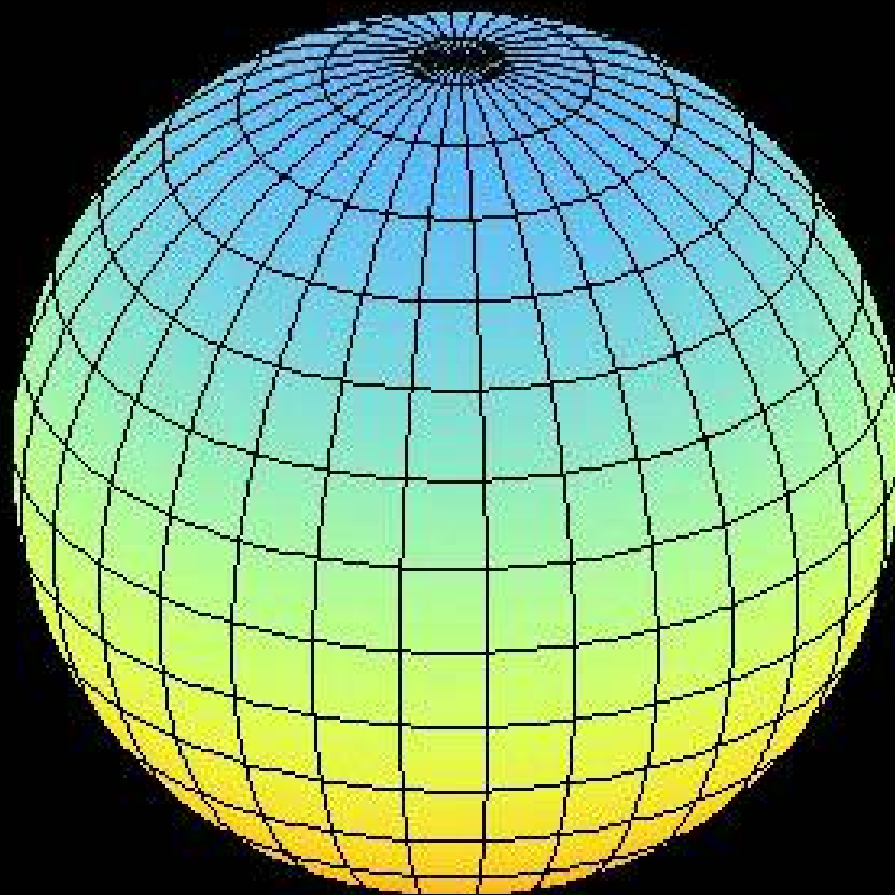
Золтан Коллат



Труба органа и звездная «труба»



Пример нерадиальных пульсаций звезды

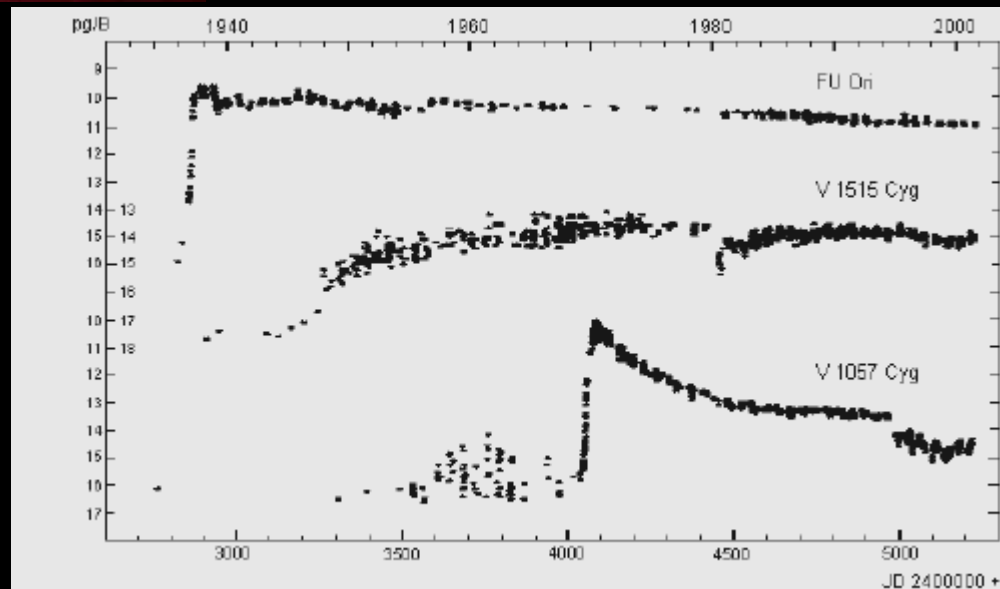


Может ли пульсирующая звезда ходить вверх–вниз в пространстве?



# МОЛОДЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ (ОРИОНОВЫ ПЕРЕМЕННЫЕ) Слева – Большая Туманность Ориона

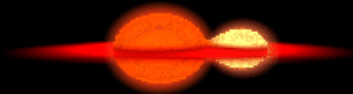
Справа – кривые блеска трех  
звезд типа FU Ориона  
(А.А. Виттоне и Л. Эррико,  
2005)



# ЗАТМЕННЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ



Система  $\beta$  Персея (Алголь)



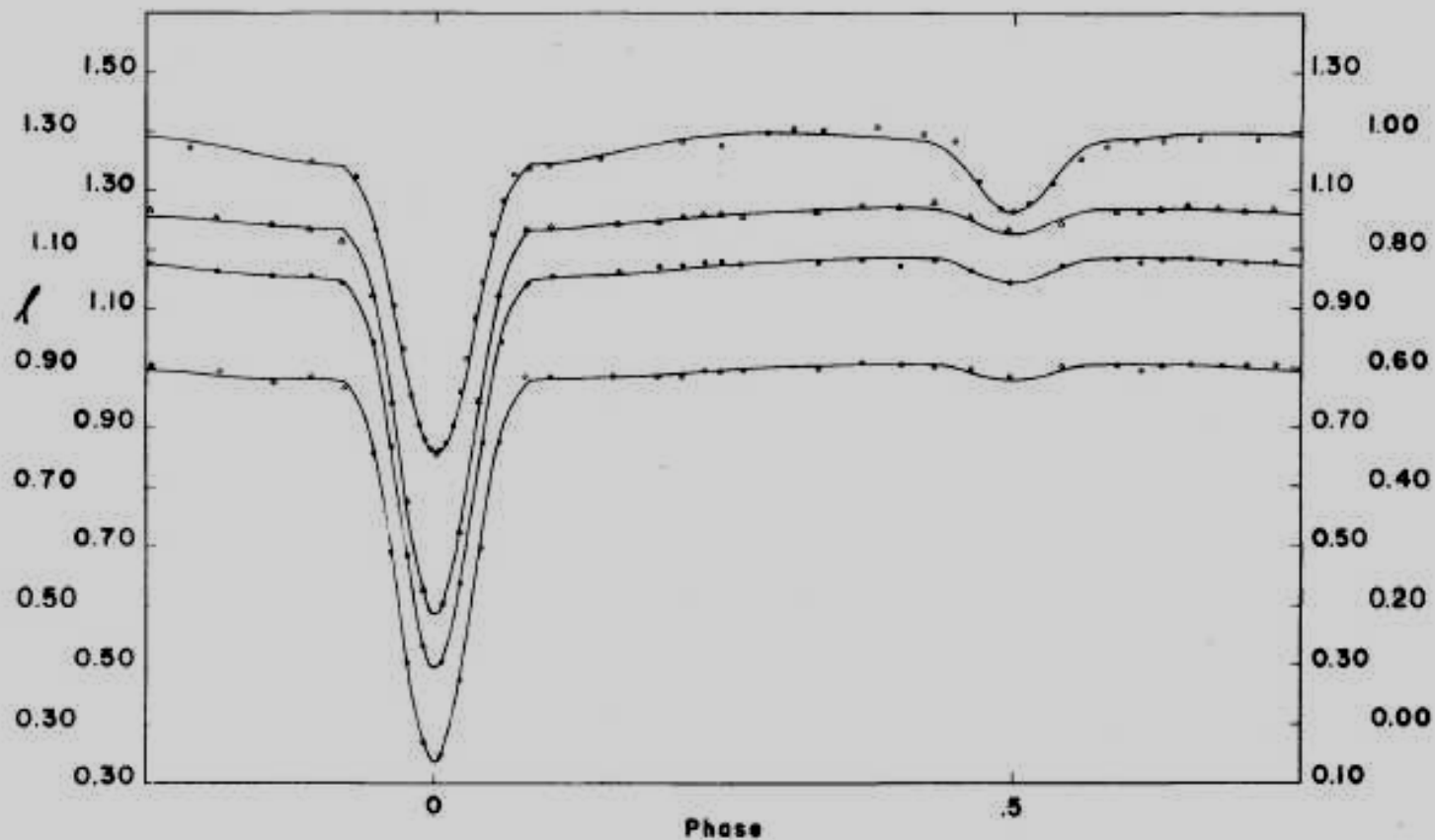
Система  $\beta$  Лиры



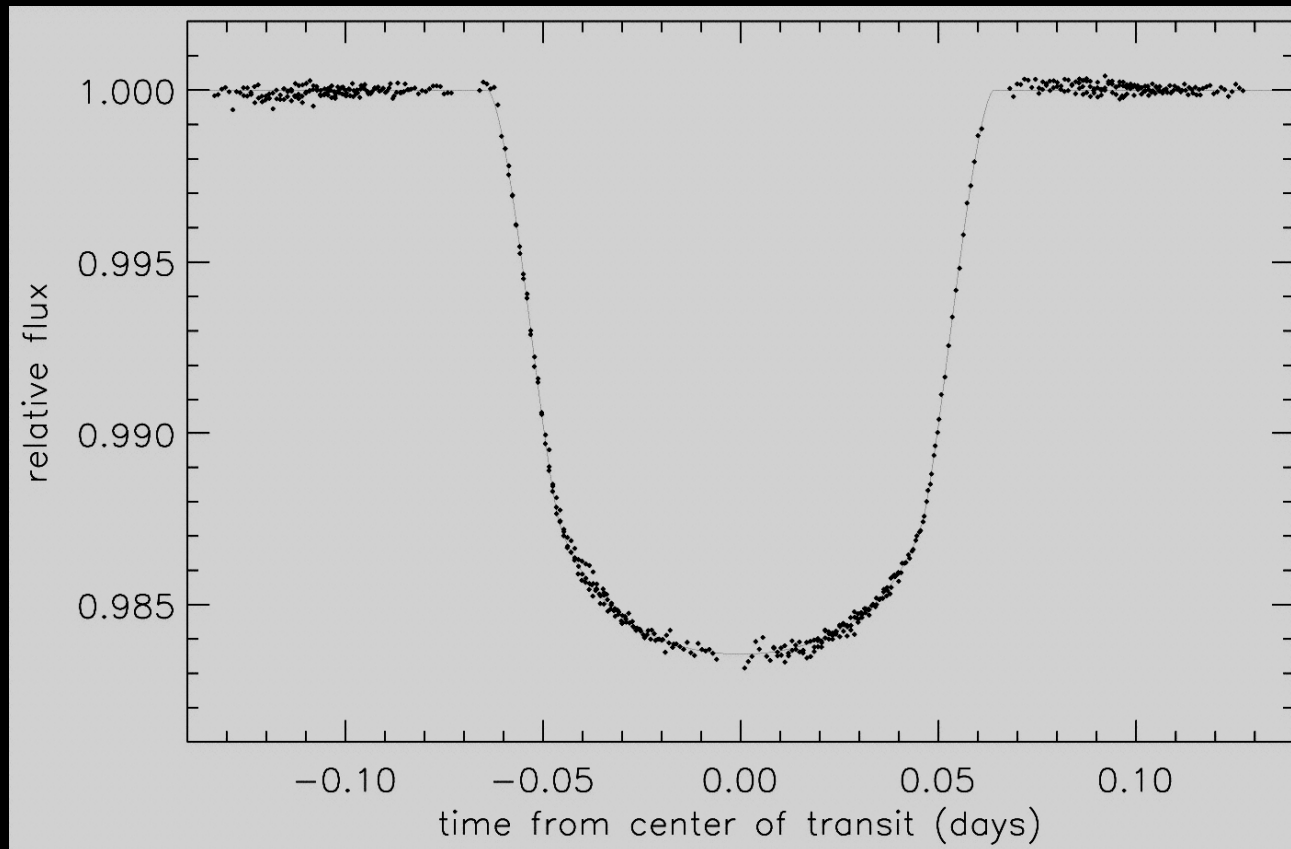
Джон Гудрайк (1764–1786)

Наблюдал глубокий минимум Алголя  
12 ноября 1782 г. и верно  
интерпретировал его





Изменения блеска Алголя и их представление моделью, позволяющее определить параметры звезд (в самом полном виде – при наличии лучевых скоростей).

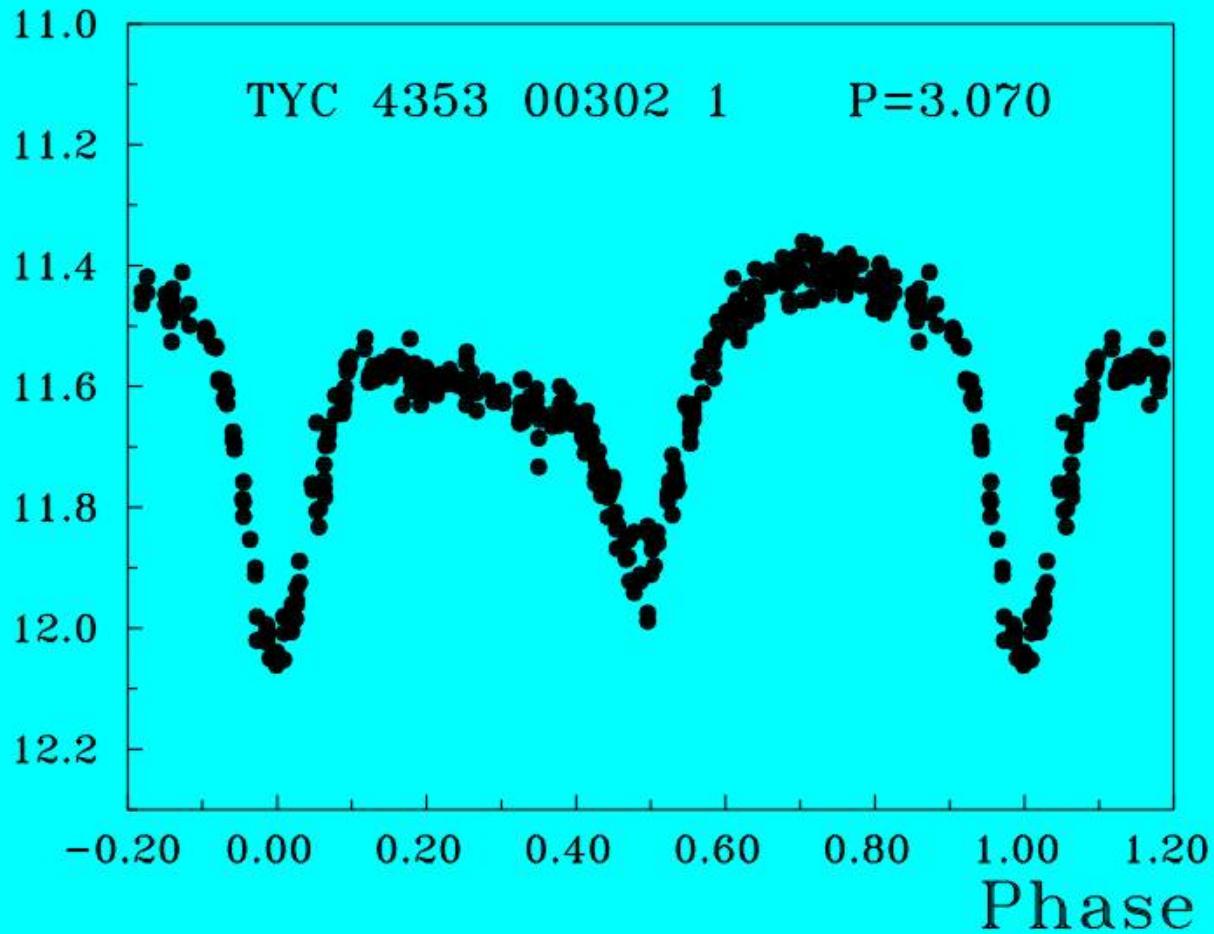


Кривая блеска прохождения планеты по диску звезды V376 Пегаса по наблюдениям Космического телескопа им. Хаббла (Т. Браун и др., 2001)



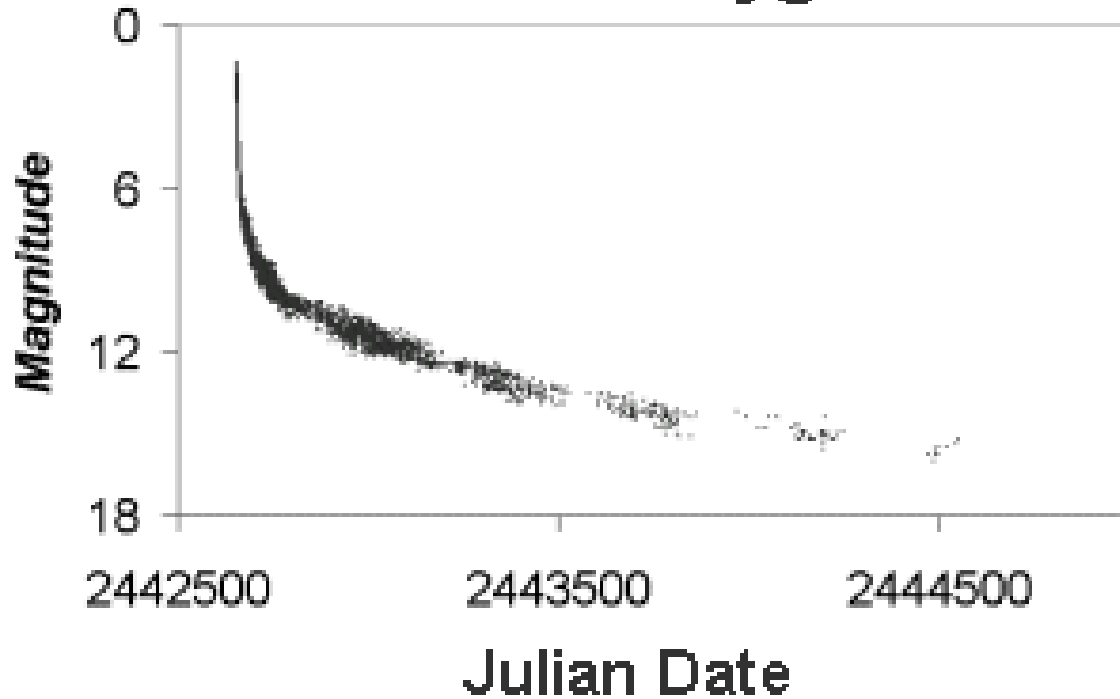
Космический телескоп им. Э. Хаббла (зеркало 2.4 метра,  
запущен в 1990 г. в США, работает до сих пор)

mag

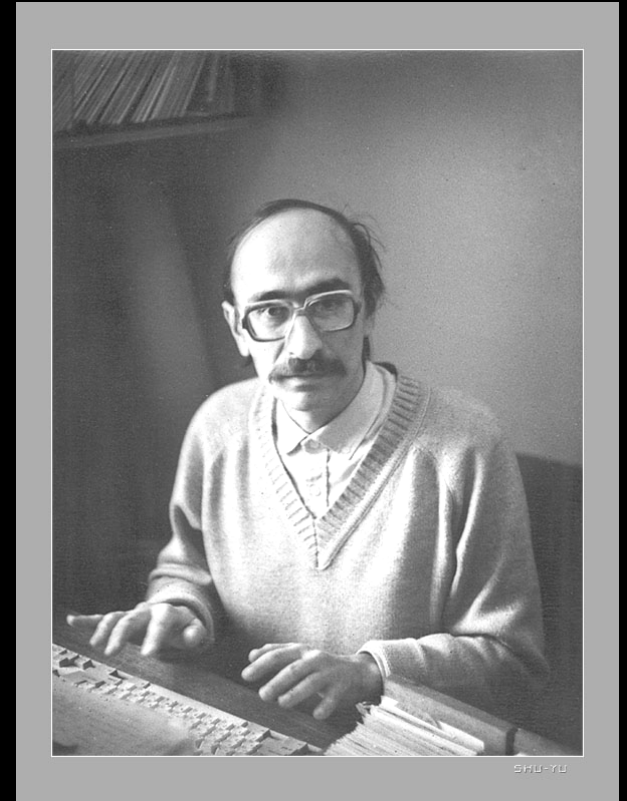


Новая переменная типа Алголя с эффектом RS Гончих Псов, открытая по данным NSVS А. Хрусловым. Блеск звезд типа RS Гончих Псов меняется из-за звездных пятен – у нашего Солнца тоже!

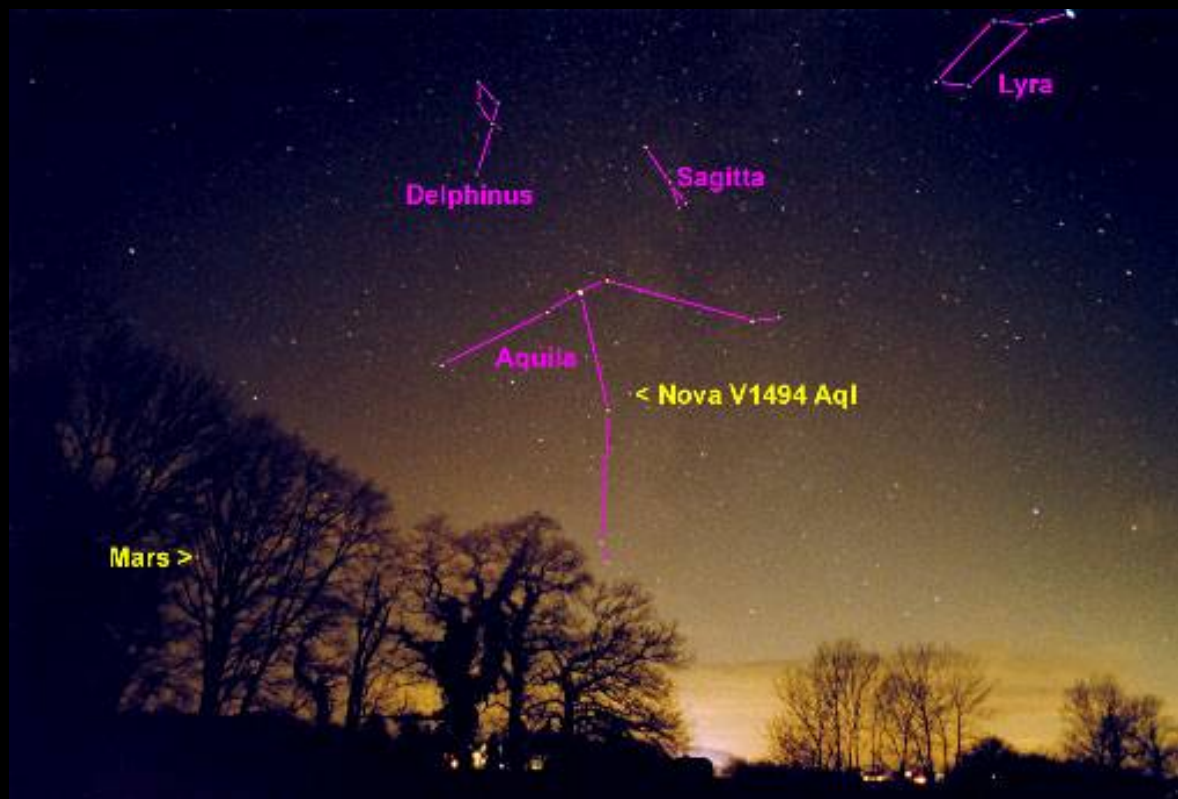
## V1500 Cyg



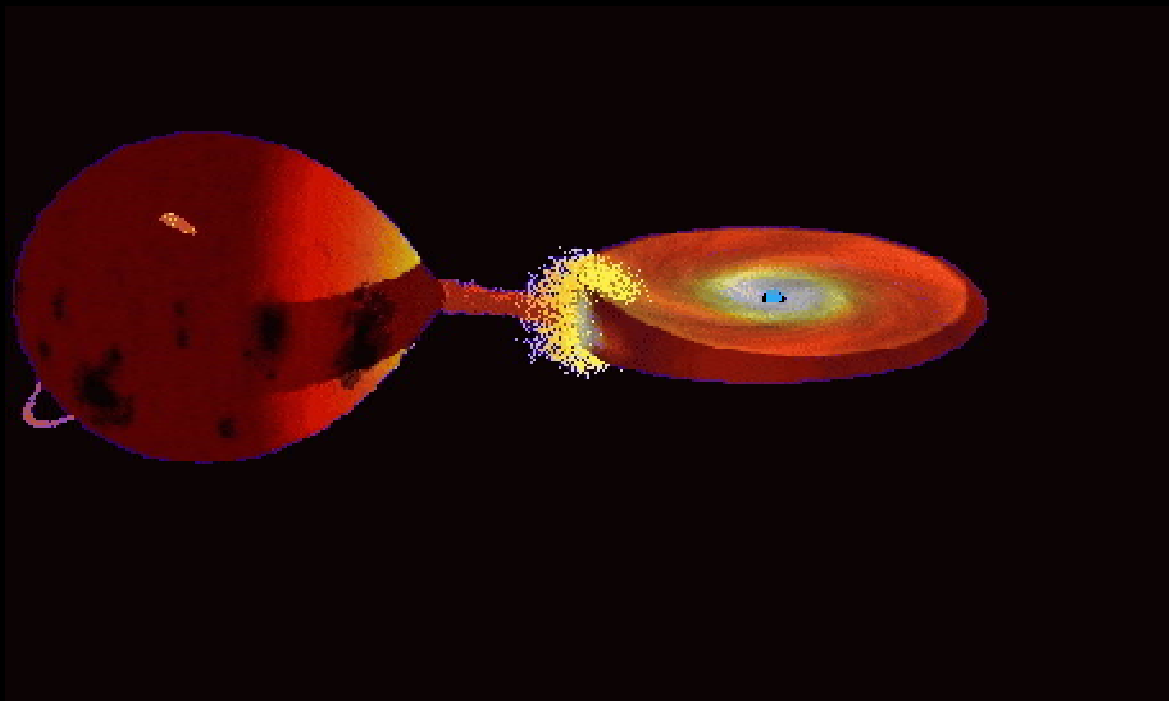
Самая яркая Новая звезда второй половины 20-го столетия и один из ее первооткрывателей Сергей Шугаров, в то время – студент астрономического отделения МГУ



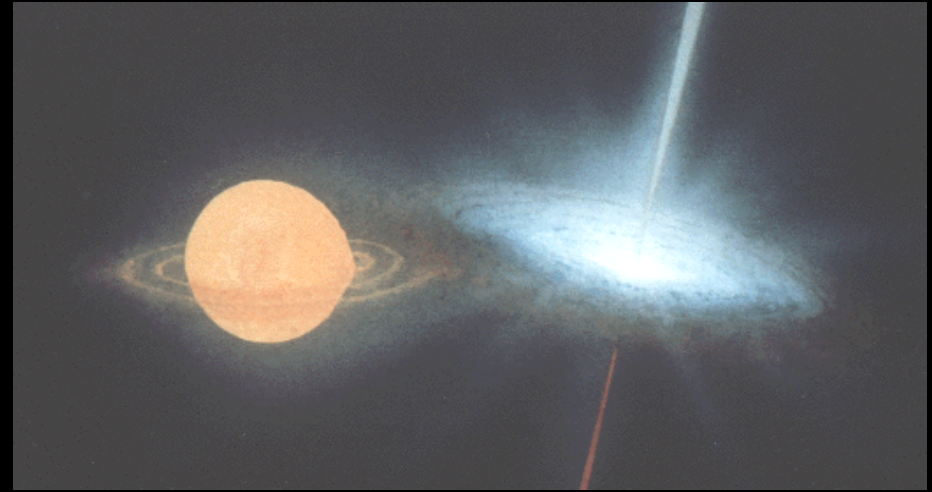
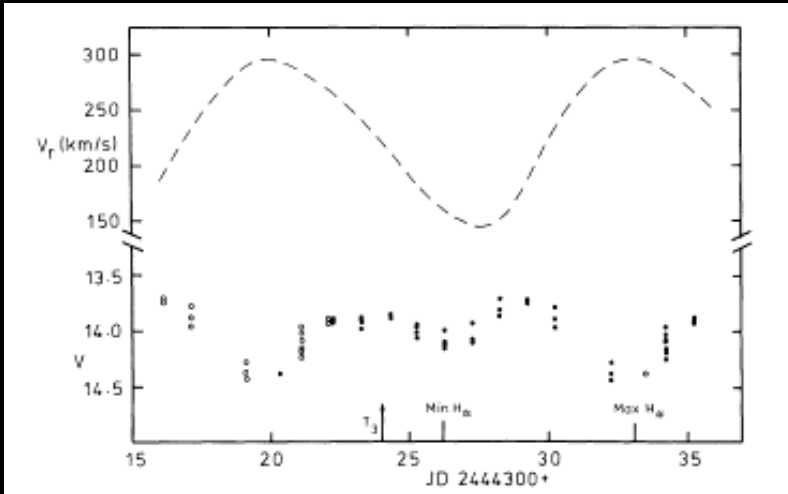
Переменные звезды – одна из немногих областей фундаментальной науки, где возможен реальный вклад любителей.



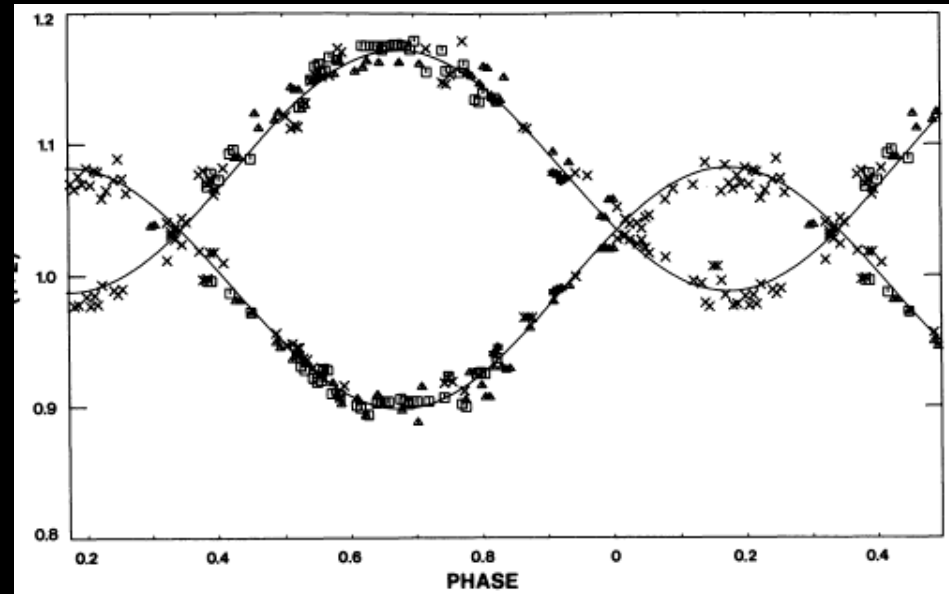
Новая Орла (1999) Альфредо Перейры



Взрывная переменная звезда с диском (слабое магнитное поле). Анимация А. Бердмора



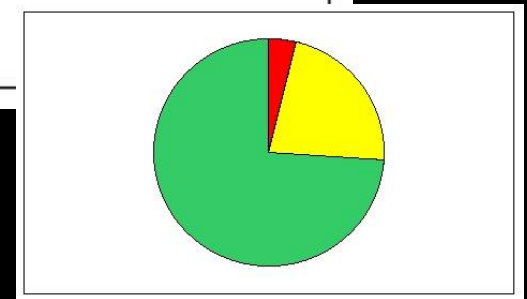
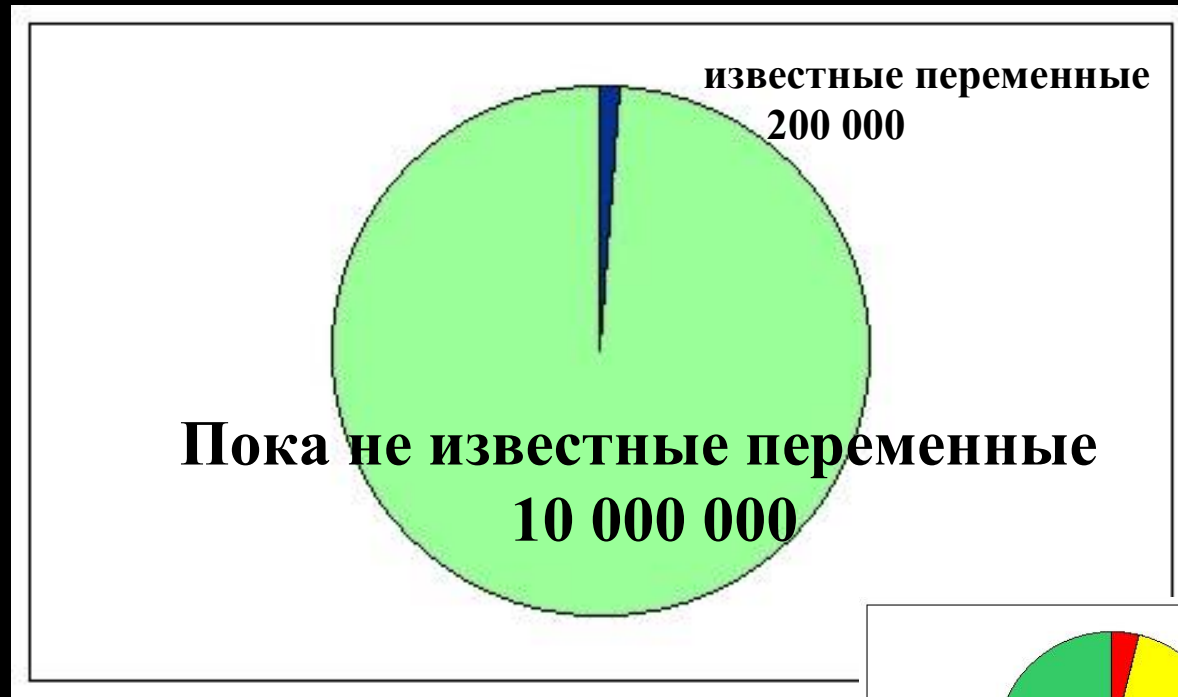
V1343 Aql (SS 433),  
 уникальный объект со  
 сверхкритической  
 аккрецией. Скорости струй  
 вещества достигают  
 четверти скорости света.



Принадлежность объекта к затменным переменным  
 установил в 1981 г. А.М. Черпащук, ныне академик,  
 директор ГАИШ МГУ



# Перспективы открытия переменных звезд



А это что?

Новые ИСЗ смогут открыть миллионы новых переменных.

Примеры:

Corot (ЕКА): запущен в декабре 2006 г. Прекрасные кривые блеска, множество открытий переменных (не основная задача, кроме транзитов экзопланет).

Kepler (НАСА): запущен в марте 2009 г. Постоянно следит более чем за 150000 звезд.

Другие миссии на орбите или готовятся (GAIA, Лира...)



ИСЗ Corot

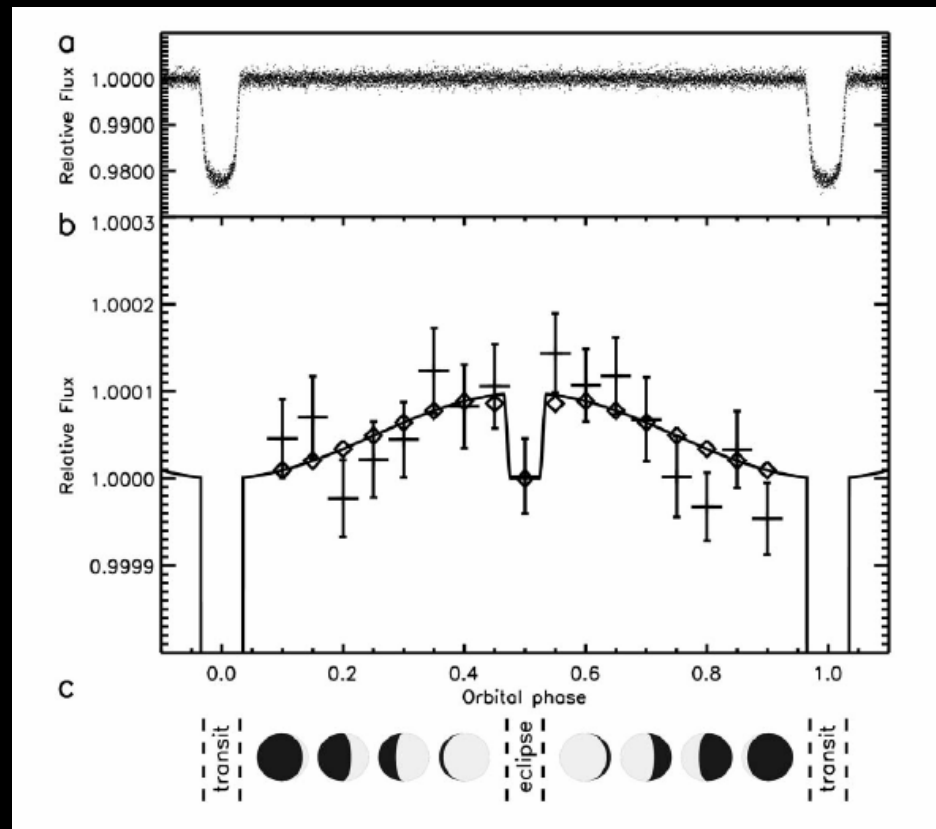


ИСЗ Kepler

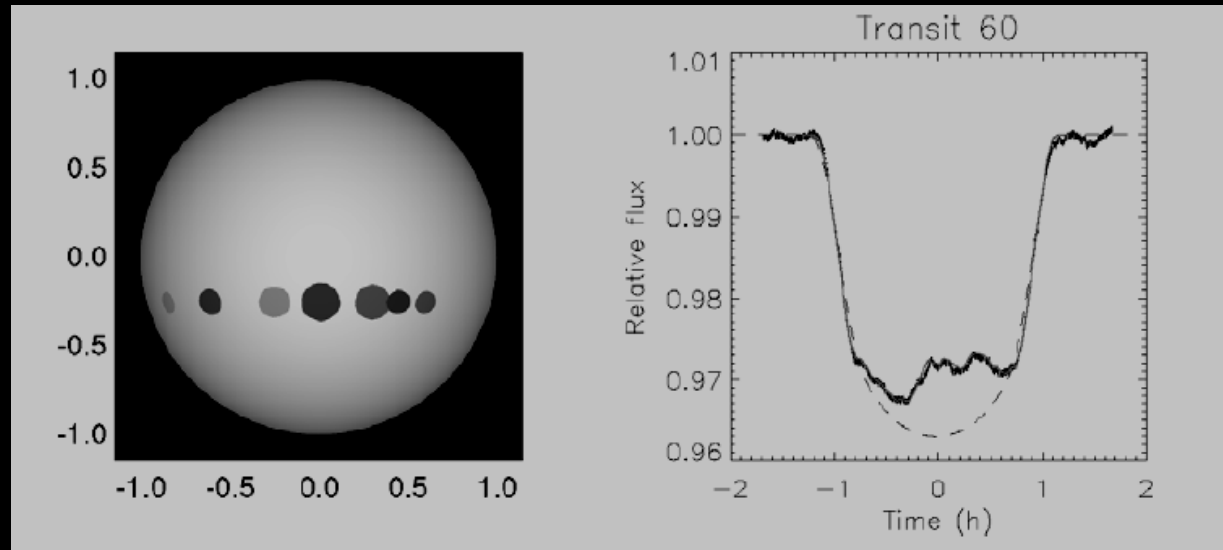


Запуск ИСЗ Corot  
российской ракетой

Телескоп – всего 27 см!  
Основные задачи Corot:  
– Астросейсмология  
– Поиск экзопланет



Первое наблюдение фаз и затмения  
экзопланеты (И. Снеллен и др., 2009)



Данные CoRoT позволяют заметить и картировать группы звездных пятен при прохождении по ним экзопланеты (А. Валио, 2011).



Телескоп миссии Кеплер имеет диаметр 95 см. Он постоянно следит за полем на границе созвездий Лебедя, Лирь и Цфея.

На январь 2013 г. список на сайте проекта содержит 2740 кандидатов в экзопланеты (заявлено о десятке тысяч открытий), подтверждено 105, самая маломассивная из них больше Земли по массе менее чем вдвое, а то и вовсе меньше Земли.

# Миссия KEPLER

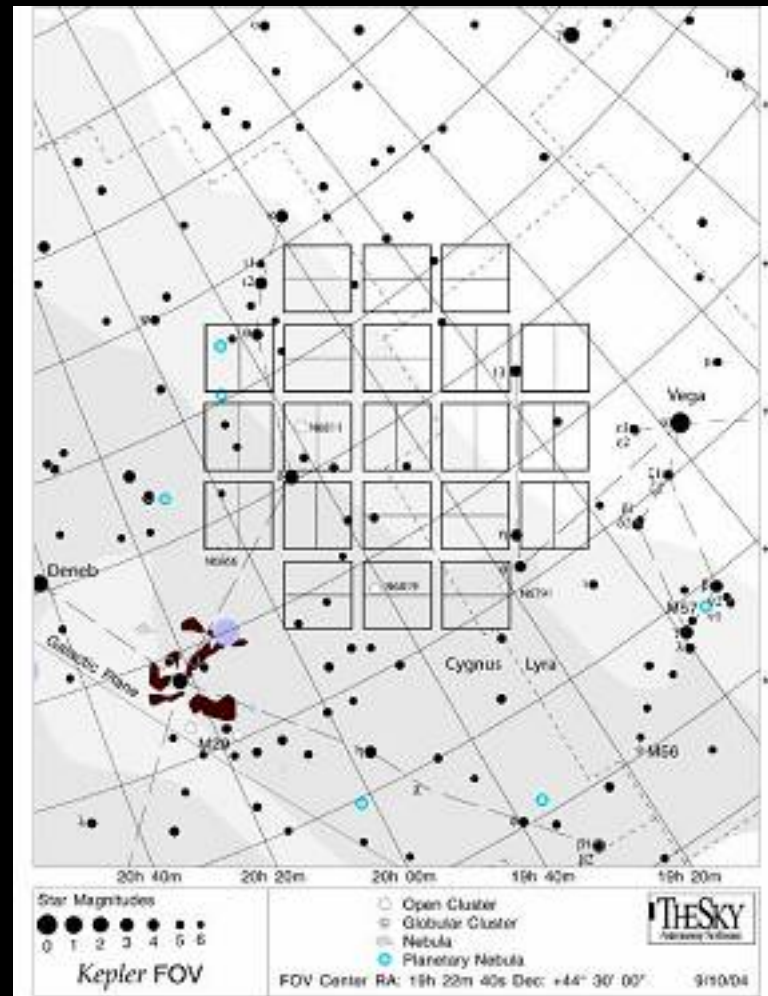
42 ПЗС, 2200×1024

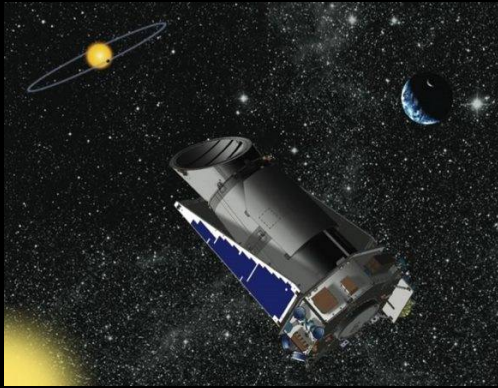
более 150 000 звезд

Ожидаемое время работы: 3.5  
года

Способен зарегистрировать  
транзит планеты земного  
типа у звезды, подобной  
Солнцу, на уровне  $4\sigma$

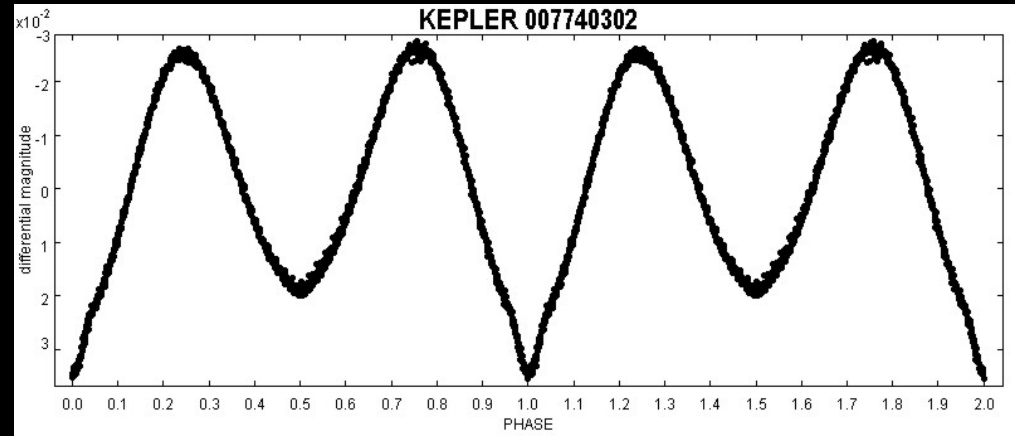
К 2012 г. было открыто 2165  
затменных переменных звезд.



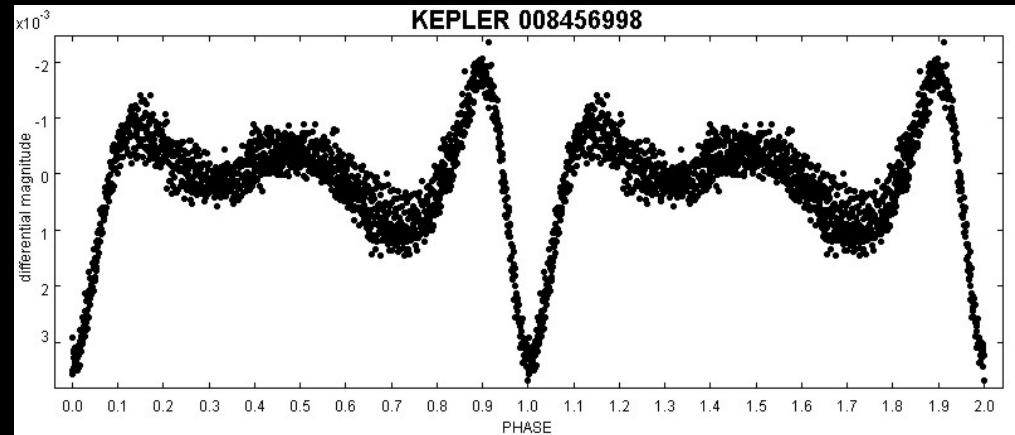


# Две новых переменных Kepler

Ампл. =  $0^m.06$



Ампл. =  $0^m.006$



(Дж. Гривс, 2010)

# Обсерватория KEPLER

Предварительные результаты:

Из ~ 150 000 звезд программы

~ 60 000 – периодические переменные,

~ 34 000 звезд меняются с плохо выраженной периодичностью или неправильным образом

(Г. Басри и др., 2011)

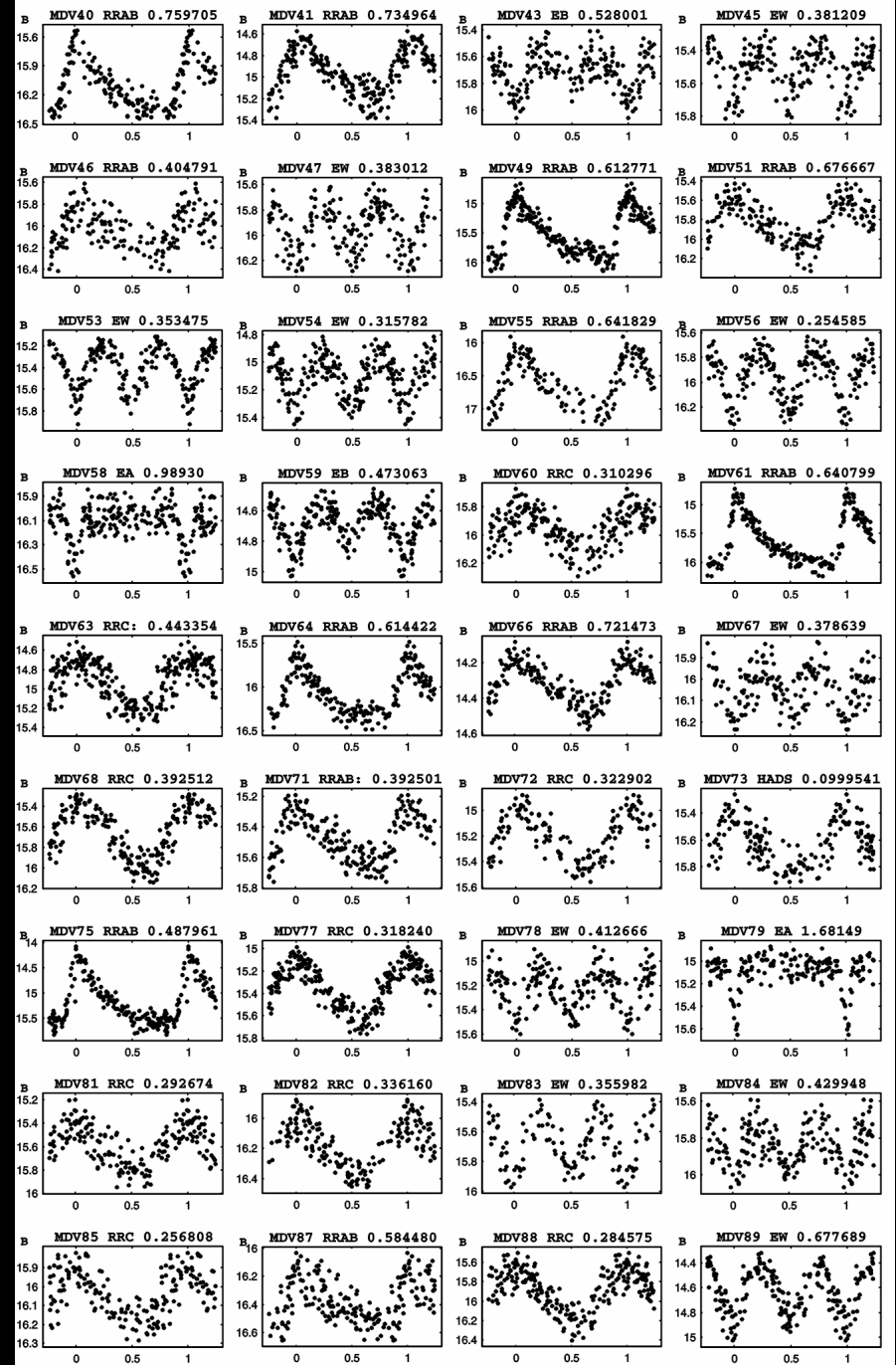
**При точности фотометрии KEPLER переменны две трети всех звезд!**





От традиционных наземных методов к новым – начало перевода фототеки ГАИШ в цифровую форму

Д.М. Колесникова и др. (2008, 2010)  
по сканам поля в 100 кв. градусов,  
казалось бы, неплохо исследованного  
и традиционными методами, и в  
автоматических обзорах, открыли  
около 500 новых переменных звезд.



СПАСИБО!