

**Европейски Социален Фонд 2007 – 2013 г.**  
**Република България**  
**Министерство на образованието и науката**  
**Оперативна програма**  
**«Развитие н човешките ресурси»**

*Схема за предоставяне на безвъзмездна финансова помощ  
«Разработване на механизми за училищни и студентски практики»*

**Проект BG 051PO001/07/3.3-01/0088:**  
**«Студентска практика по астрономия»**

**Водеща организация:**  
**Шуменски университет „Еп. К. Преславски”**  
**Партньор: Институт по астрономия при БАН**

***Модул:***

**Работа с любителски телескоп  
и обработка на данните**

**Пенчо Маркишки**

**2008 г.**

# **Астрофотография**

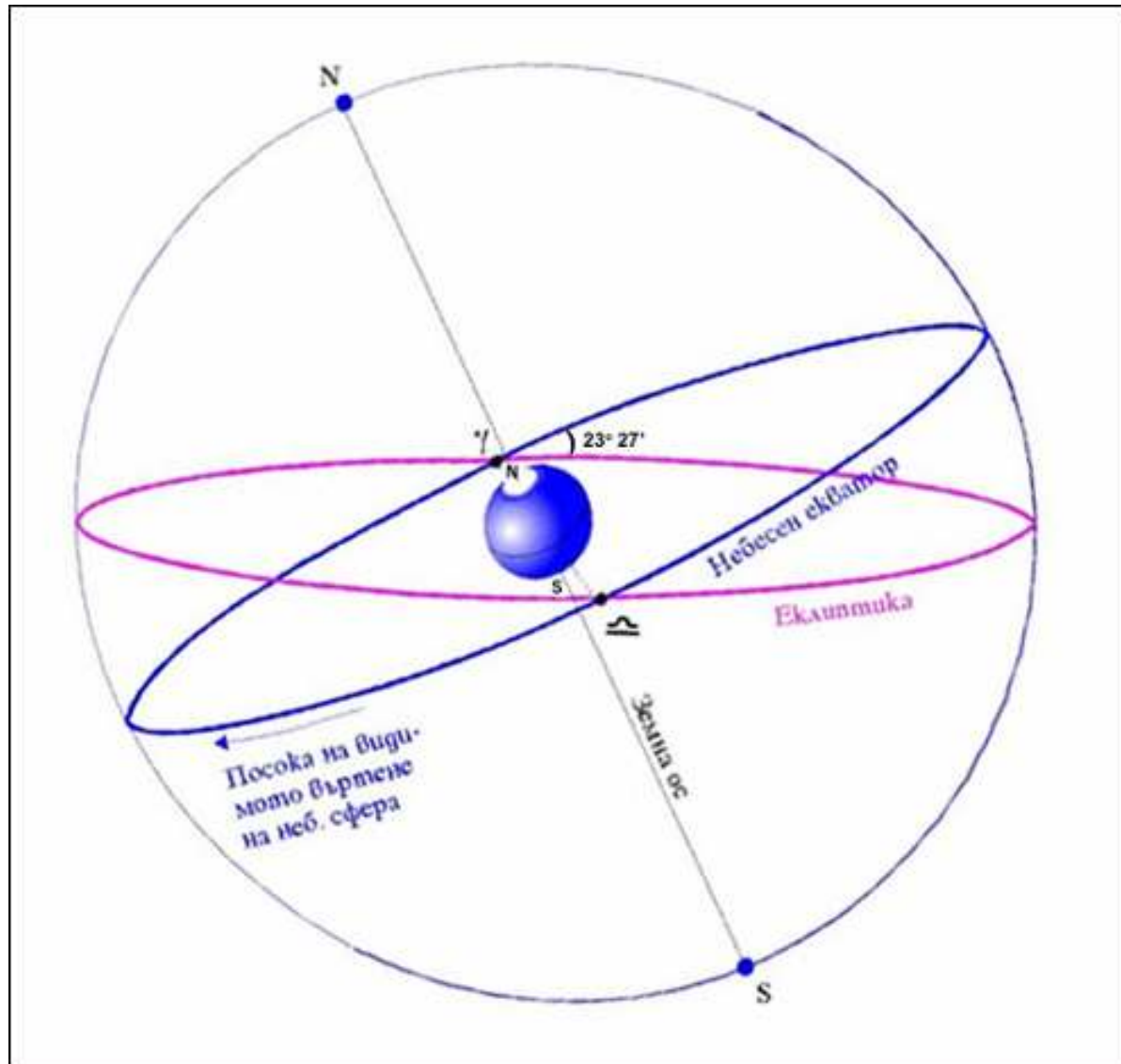
**Основни понятия в  
сферичната астрономия**

**Методи на фотографиране**

# Астрофотография - исторически сведения:

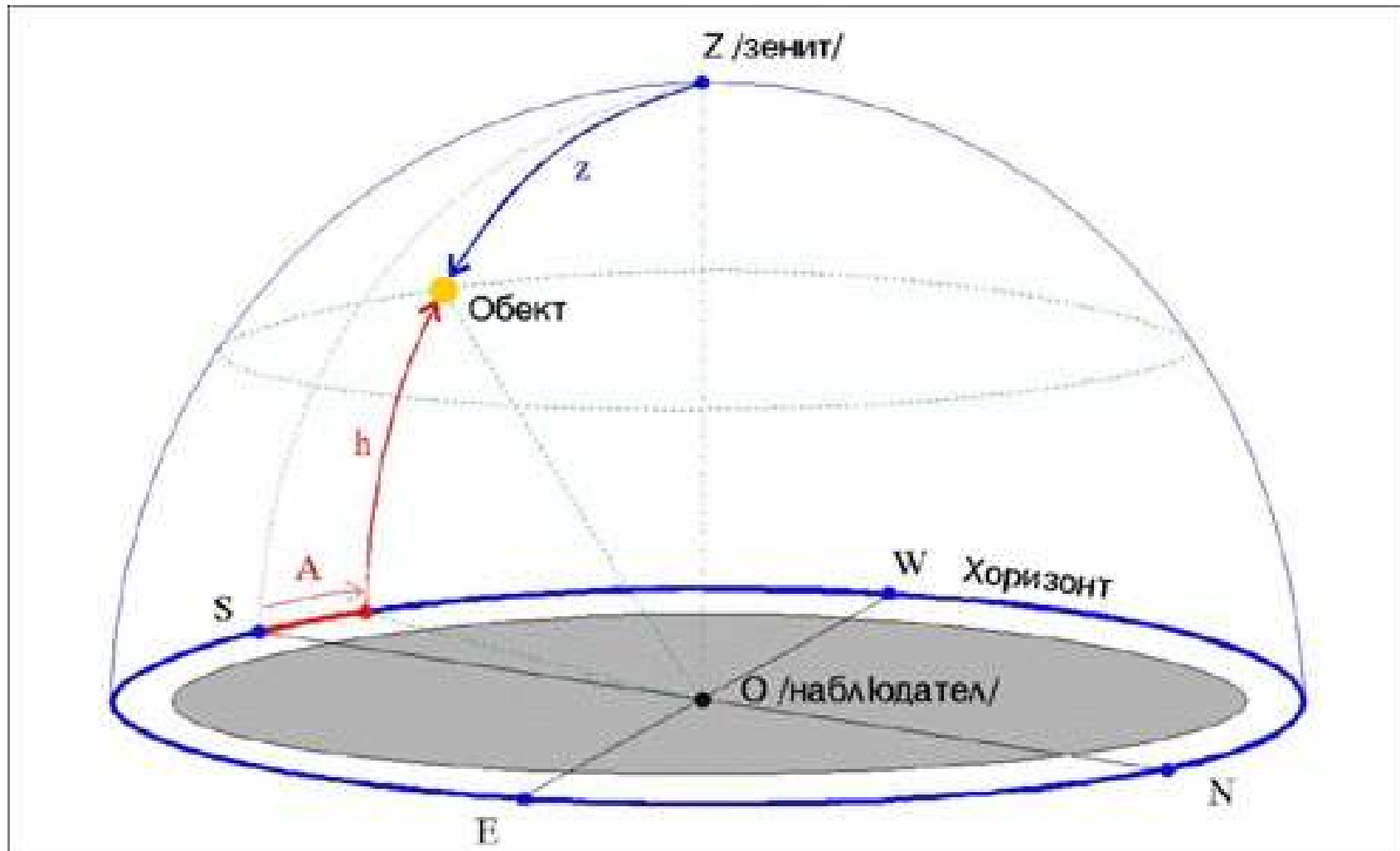
- 18 декември 1849 г – Джордж Филипс Бонд заснема първата снимка на астроном. обект – Луната, в Харвардската обсерватория в Кеймбридж. Малко след него Верлен де ла Ро снима Слънцето.
- През 1860 г. Верлен де ла Ро и Анжело Секи снимат пълно сл. затъмнение в Испания и доказват, че протуберансите не са оптична измама.
- 1863 г – Хигинс заснема спектри на Сириус и Капела, макар и с лоша резолюция;
- 1866 г – Рутенфорд снима Плеядите;
- 1883 г – Бернард заснема Млечния път и открива много мъглявини в снимките си. Ползва светлосилна камера, като работи с многочасови експозиции;
- 1884 г – братята Анри фотографират звезди до 16 звездна величина. Заражда се идеята за фотографски атлас на небето;
- 1886 г – Секи използва обективна призма за снимане на звездни спектри. Той заснема спектрите на Плеядите и по подобие в тях разбира, че звездите в този куп имат общ произход и са на еднаква възраст;
- 1930 г – Клайд Томбо открива Плутон по снимки.

## Основни понятия в сферичната астрономия

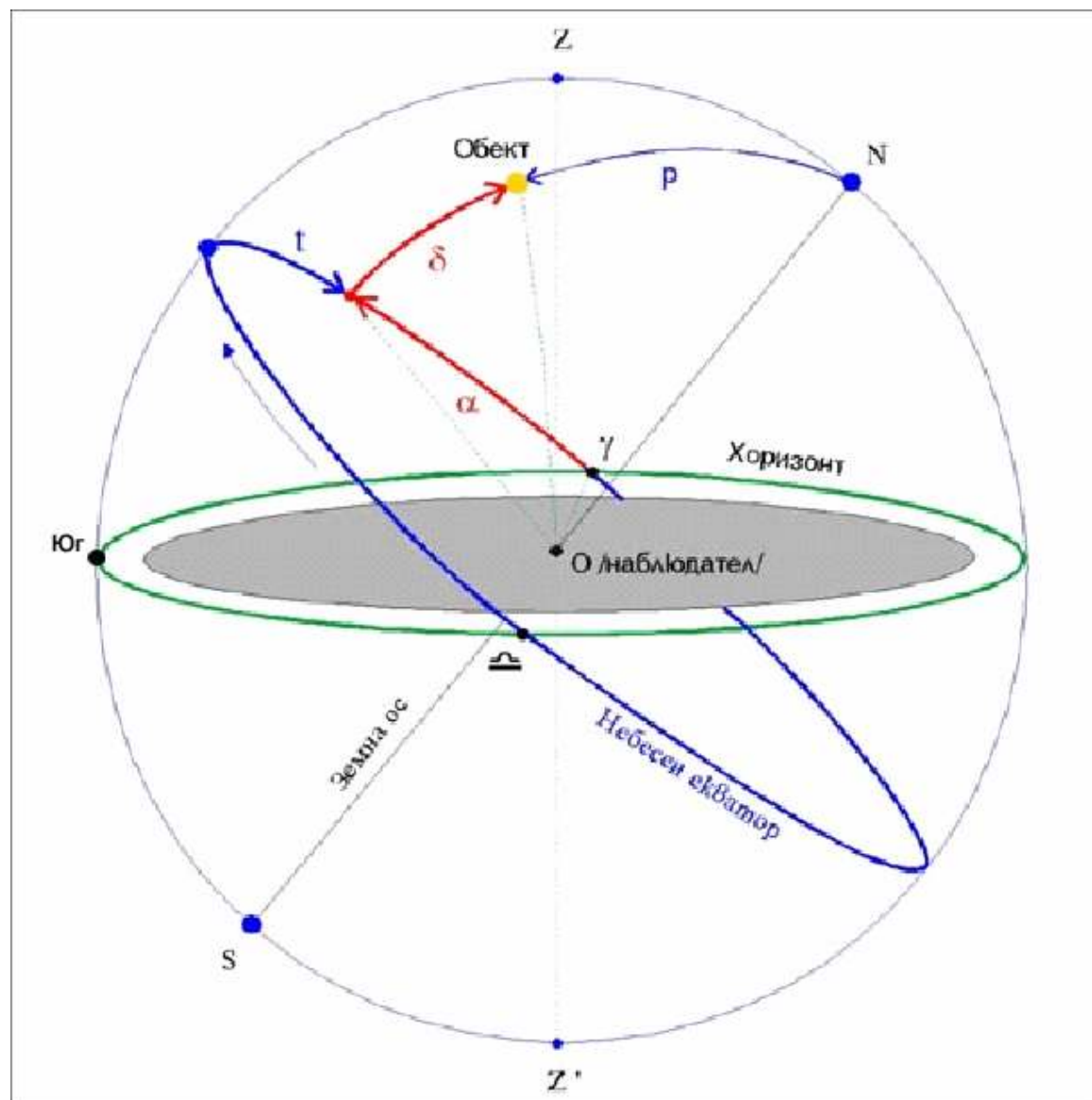


Еклиптика и небесен екватор, пролетна  $\gamma$  и есенна  $\Omega$  равноденствени точки.

## Основни понятия в сферичната астрономия



Хоризонтални координати: S – южна точка от хоризонта, A - азимут, h – алтитуда (височина), Z – зенит, z – зенитно отстояние.



Екваториални координати:  $\gamma$  и  $\Omega$  - пролетна и есенна равноденствени точки,  $\alpha$  - ректасцензия,  $\delta$  - деклинация,  $t$  - часов ъгъл,  $\rho$  - полярно отстояние. Меридианът минава през небесните полюси N и S, точките юг и север на хоризонта, през зенита Z и през надира Z' (в случая меридиана съвпада с окръжността, представляваща небесната сфера).

Стойността  $\alpha$  на ректасцензията на даден обект е ъгловото отстояние по небесния екватор, между пролетната равноденствена точка  $\gamma$  и меридиана на обекта върху небесната сфера. Измерва се в часови единици (от 0 до 24 часа) или в градуси, в посока обратна на видимото денонощно въртене на небесната сфера.

Деклинацията  $\delta$  е ъгловото отстояние на обекта от небесния екватор. Тя се измерва в градуси, от 0 до  $+90^\circ$  към северния небесен полюс и от 0 до  $-90^\circ$  към южния.

Небесният (световният) полюс се вижда над хоризонта на ъглова височина, съответстваща на географската ширина, на която се намира наблюдателят. За България средната географска ширина е  $43^\circ\text{N}$ . Северният небесен полюс се намира на  $0^\circ 44'$  от Полярната звезда (валидно към 2000 г.), приблизително по линията, съединяваща я със звездата Арктур,  $\alpha$ -Воловар.

Централната проекция върху небесната сфера на географския меридиан, на който се намира наблюдателят, се нарича небесен меридиан (на предната схема той съвпада с окръжността, с която е представена небесната сфера). За наблюдателя (точка O), небесният меридиан е неподвижен, т.е. не участва във видимото въртене на небесната сфера.

Часовият ъгъл на даден обект  $t$  е ъгловото отстояние по небесния екватор между небесния меридиан и меридиана на обекта. Той се измерва в часови единици, с начало - небесният меридиан, по посока на въртенето на небесната сфера. Ако обекта кулминира, часовият му ъгъл е  $t=0\text{h}$ . Ако е в долна кулминация -  $t=12\text{h}$ . Западната точка на хоризонта има  $t=6\text{h}$ , а източната -  $t=18\text{h}$ .

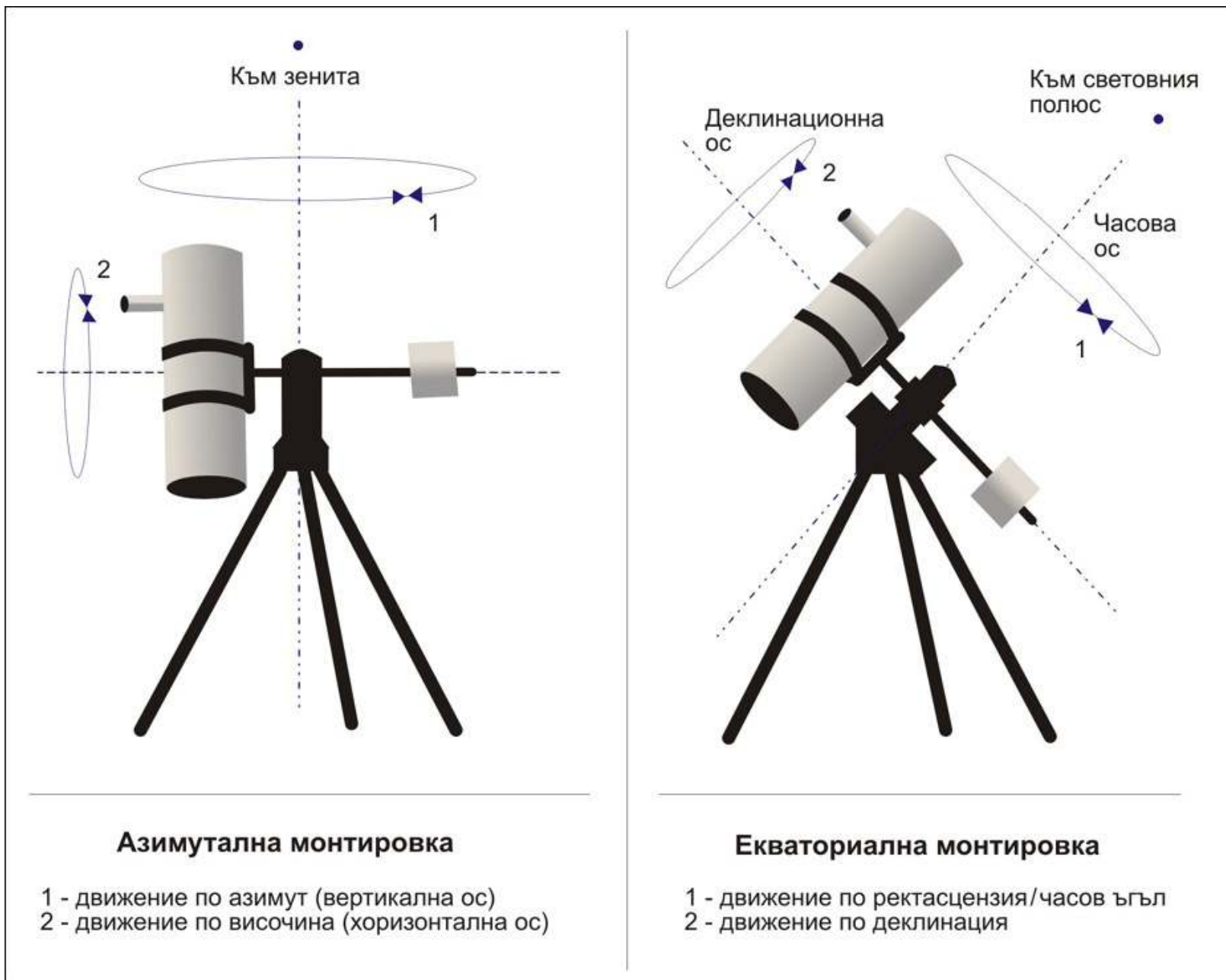
Местното звездно време  $S$  за дадено място може да се пресметне по ректасцензията  $\alpha$  и часовият ъгъл  $t$  на дадена звезда:

$$S = \alpha + t$$

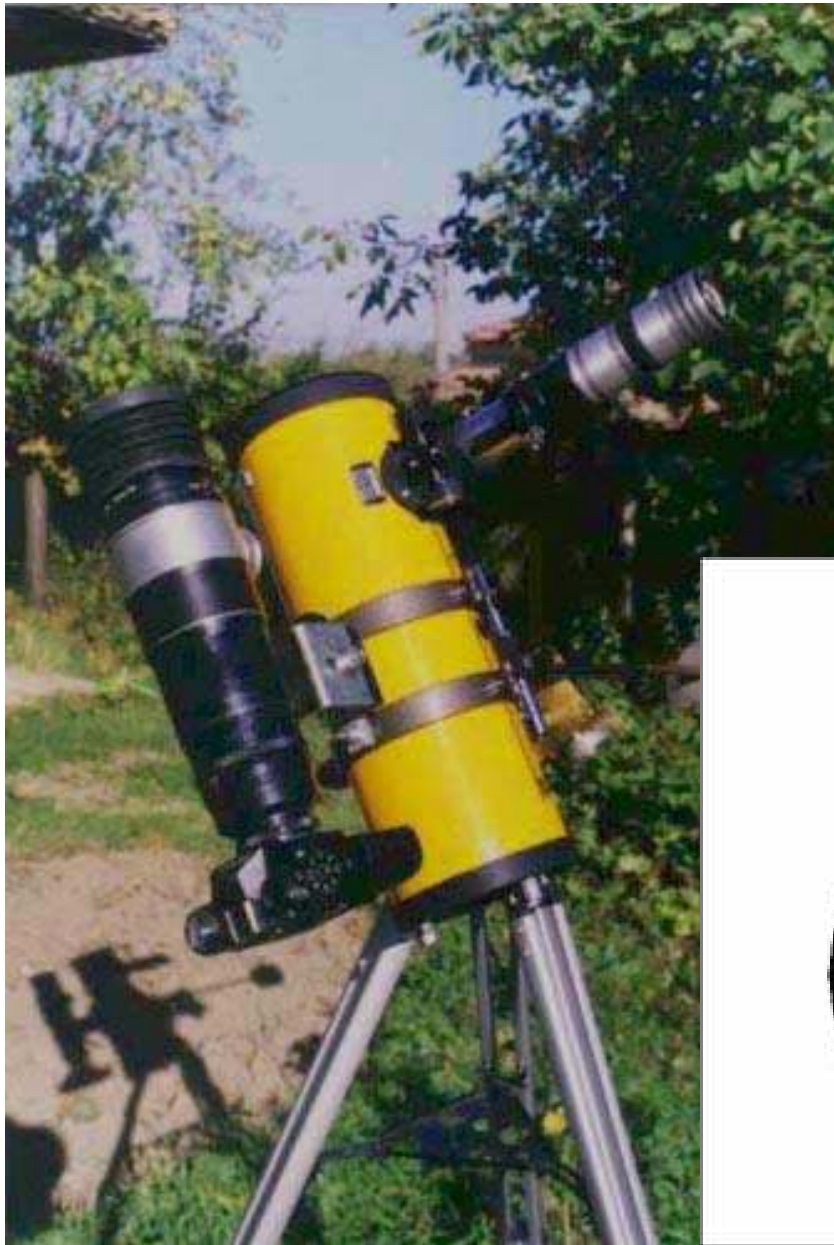
Ако знаем актуалното местно звездно време  $S$  за мястото, от което наблюдаваме, ректасцензията  $\alpha$  и деклинацията  $\delta$  на даден обект, можем да изчислим актуалният часов ъгъл, на който се намира той :

$$t = S - \alpha$$





**Типове монтировки за телескоп: алт-азимутална и екваториална**



**Водене и гидирание. Поглед в окуляра на гидирация инструмент.**

# Методи на фотографиране

- Снимане с фотоапарат, с различни фотообективи:
  - Снимане с неподвижен фотоапарат:  
Слънчеви и лунни изгреви и залези. Луна, планети и много ярки комети, включени като част от нощен пейзаж. Слънчеви и лунни затъмнения. Пасажи на планети пред Слънцето. Метеори. Звездни следи (трекове) - например околополюсни.
  - Снимане с фотоапарат, прикрепен паралелно до гидескоп (телескоп) на екваториална монтировка:  
Млечен път и обширни звездни полета, метеори, по-ярки Deep-Sky обекти, ярки и по-слаби комети.
- Снимане с телескоп:
  - Снимане в прекия фокус на телескопа:  
Ярки и слаби Deep-Sky обекти, неголеми звездни полета, лунна и планетна фотография, комети, снимки за професионални цели.
  - Снимане с използване на допълнителна увеличаваща или редуцираща оптика (леца на Барлоу, окулярна проекция, фокален редуктор и др.):  
Детайлна лунна и планетна фотография, снимки за професионални цели.
  - Снимане през окуляра на телескопа (често е не препоръчителен метод!):  
Детайлна лунна и планетна фотография – основно за любителски цели.

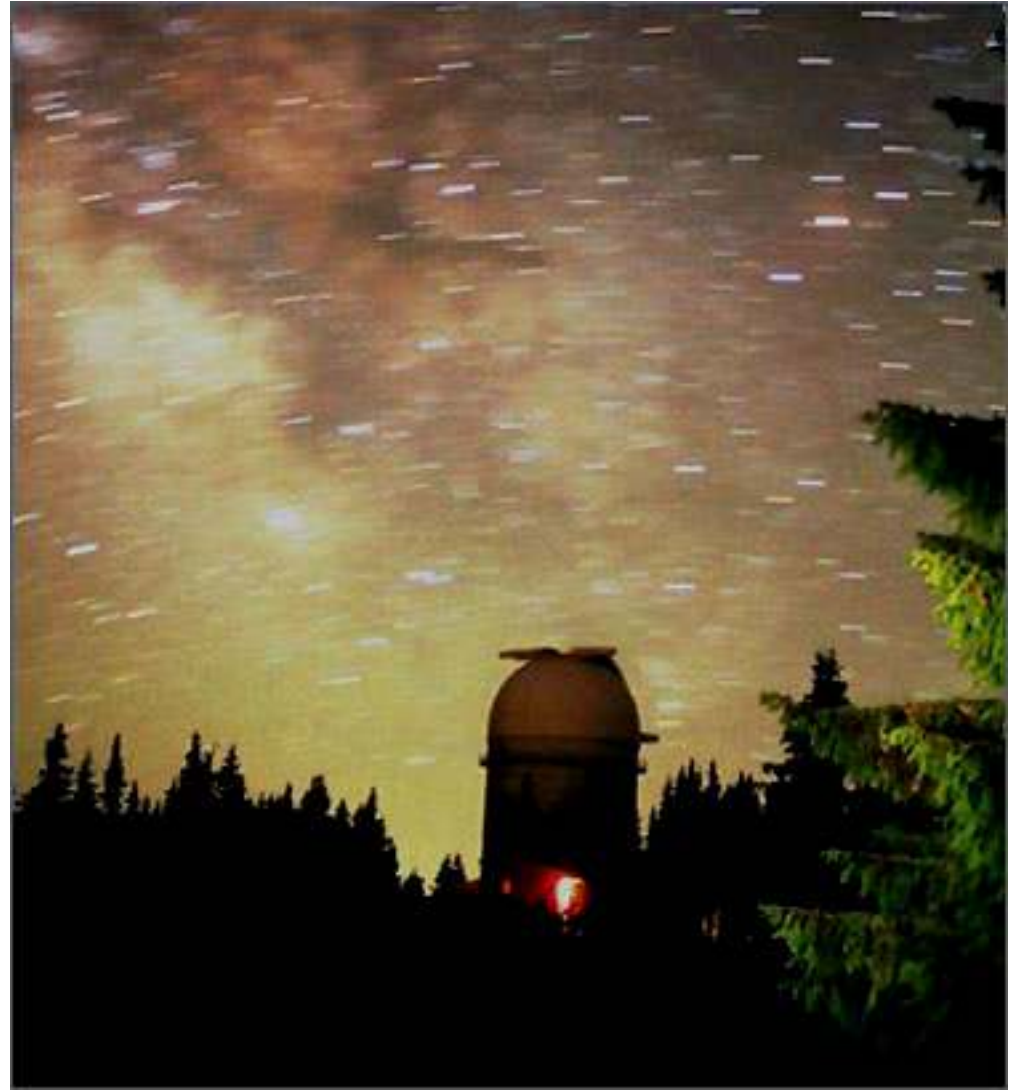
# **Снимане с неподвижен фотоапарат**

## Снимане с неподвижен фотоапарат



Млада Луна след залеза, пролет 2002 г, снимка: авторът.

## Снимане с неподвижен фотоапарат



Нощ над НАО-Рожен – юли 2005 г. Снимки: авторът.



## Снимане с неподвижен фотоапарат



Нощ над НАО, експозиция 7s, об. Такумар 1.4/50, филм Sonika Centuria 200 ISO, юли 2005 г. Снимка: авторът.

## Снимане с неподвижен фотоапарат



Лунни изгреви над гр. В. Преслав, 1997 г. Снимки: авторът.



## Снимане с неподвижен фотоапарат



Пълнолуние над София (Люлин), 2004 г. Снимка: авторът.

## Снимане с неподвижен фотоапарат



Съединение на Юпитер и Венера след залеза на 23.02.1999 г.  
Снимка: авторът.

## Снимане с неподвижен фотоапарат



Болид от Леонидите и трек от изгряващата Венера като “Зорница”  
на 19.11.2002 г. Снимка: авторът.

## Снимане с неподвижен фотоапарат



Залязваща Луна – серия последователни снимки върху един и същ кадър. Катадиоптричен телеобектив МТО 1000, 1999 г. Снимка: авторът.



## Снимане с неподвижен фотоапарат



Кометата Hale-Bopp от 1997 г. заснета с обектив тип “Рибешко око”.  
25.08.1997 г., <http://apod.nasa.gov/apod/ap970825.html>

# Снимане с неподвижен фотоапарат

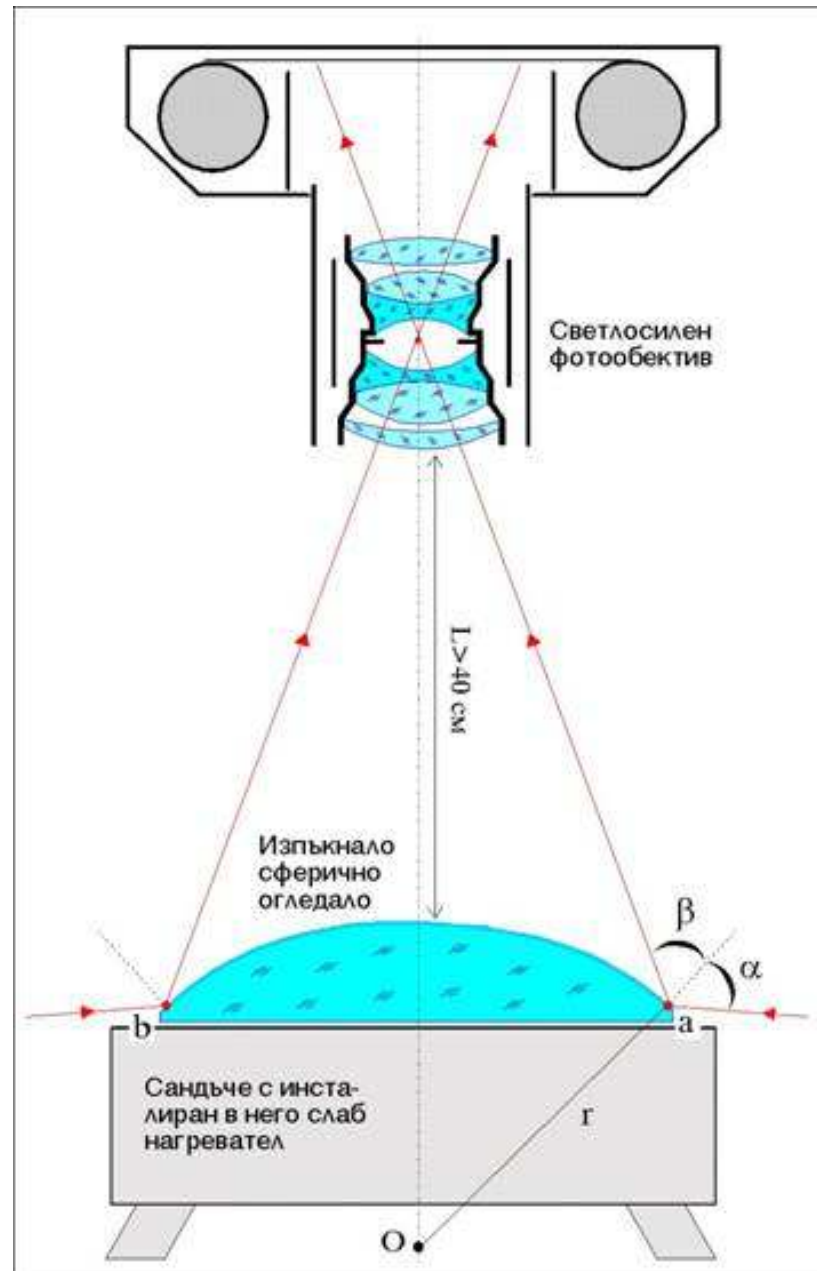


Схема на огледална All-Sky камера

# **Снимане с екваториално монтиран фотоапарат**

# Начини за екваториално монтиране на фотоапарат

Фотоапарат прикрепен до телескоп на екваториална монтировка



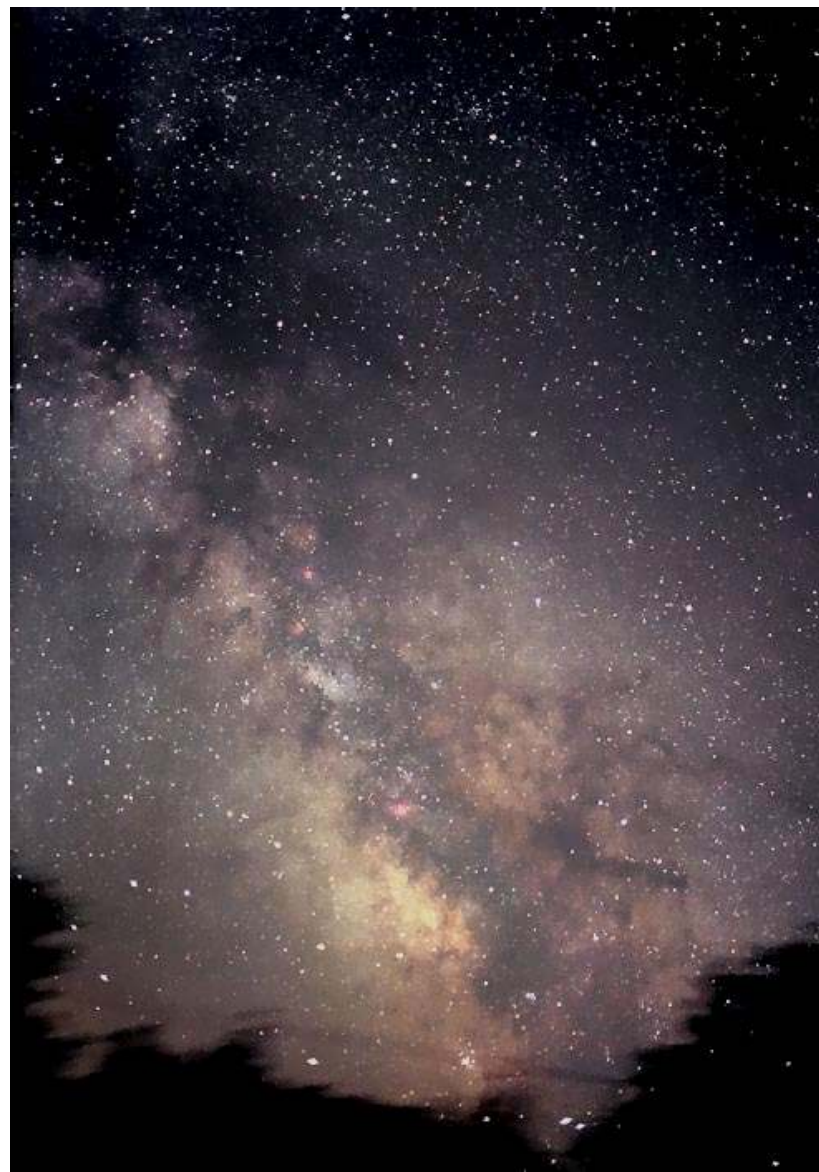
Фотоапарат монтиран на екваториална маса



<http://members.tripod.com/denverastro/dsfile/dspfile.htm>



## Снимане с фотоапарат на екваториална монтировка



Млечен път заснет от автора със широкоъгълен фотообектив: 1986 г. и 2004 г.

## Снимане с фотоапарат на екваториална монтировка



Марс на фона на Млечния път - 17.6.2001 г, Обектив Flectogon 2.4/35 auto на Carl Zeiss, Снимка: авторът.



## Снимане с фотоапарат на екваториална монтировка



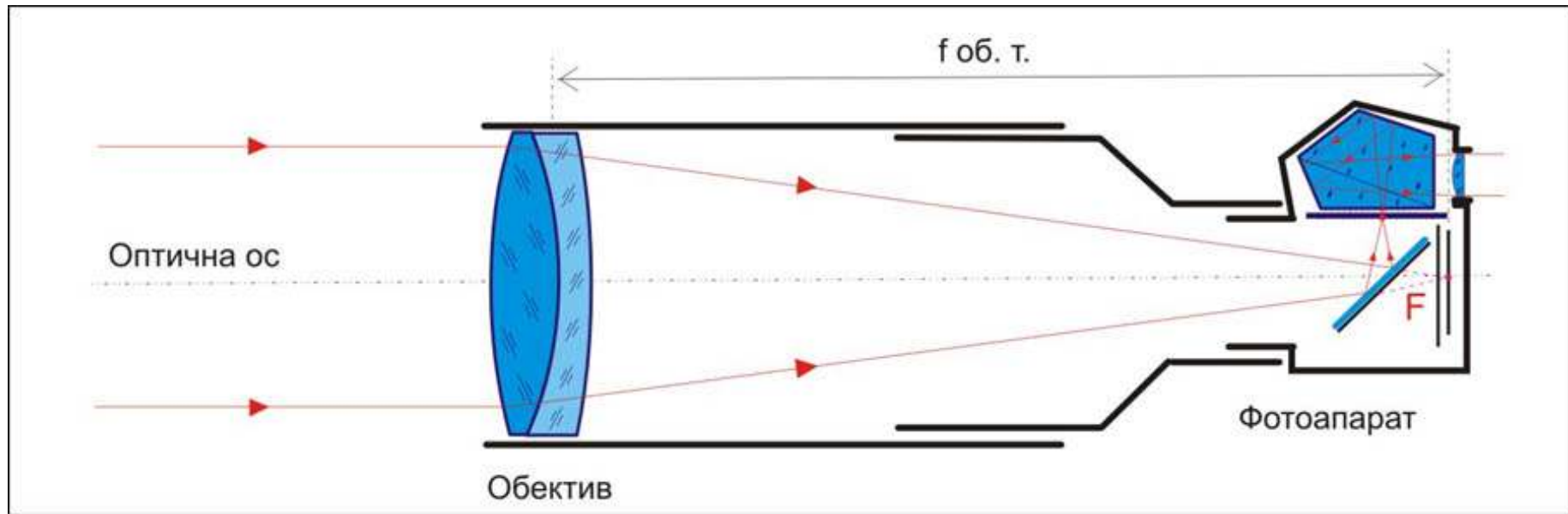
Мъглявината M42 в Орион и Двойният зв. куп в Персей. Снимки: автора.

## Снимане с фотоапарат на екваториална монтировка



Кометите Ikeya Zhang - 2002 г. и Q2 Machholz до Плеядите - 2005 г.  
Снимки: авторът.

# Снимане в прекия фокус на телескопа

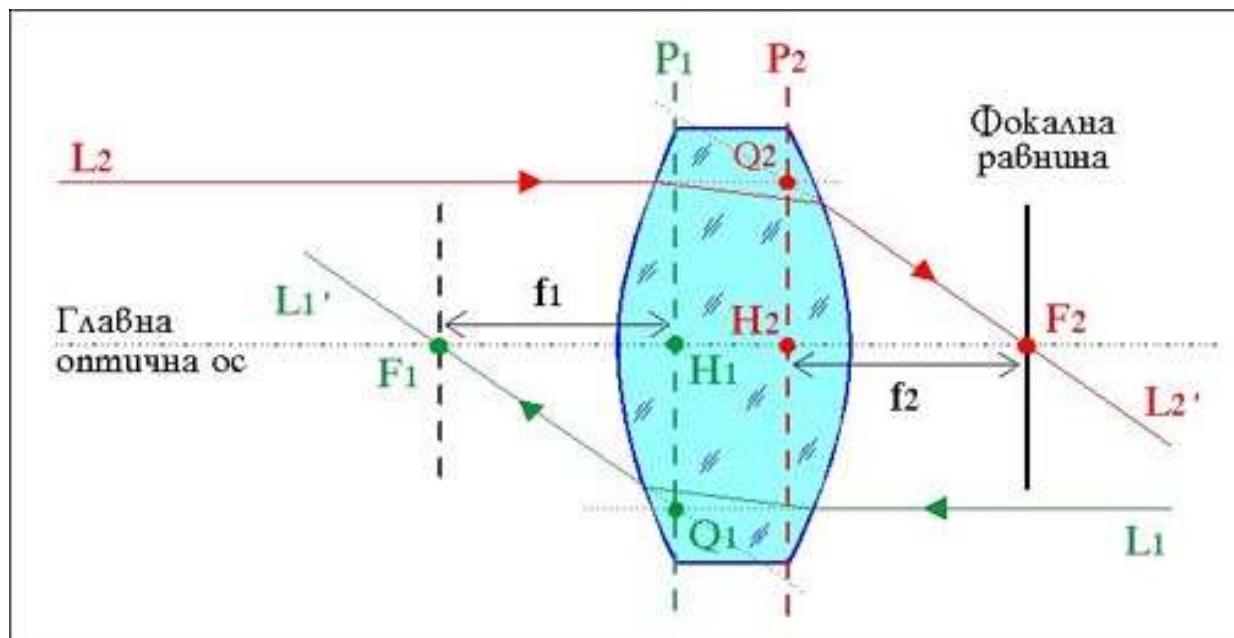


## **Работа с променено фокусно разстояние на телескопа:**

- леща на Барлоу (или телеконвертор);**
- окулярна проекция (окулярно увеличение);**
- фокален редуктор (телекомпресор).**



## За понятията фокусно разстояние и резултантно фокусно разстояние на сложна система:



### Елементи на оптична система - дебела леща (аналогично и при многолещов обектив)

$L_1$  и  $L_2$  - противоположни светлинни лъчи, попадащи успоредно на главната оптична ос.

$L_1'$  и  $L_2'$  - пречупени от лещата лъчи.

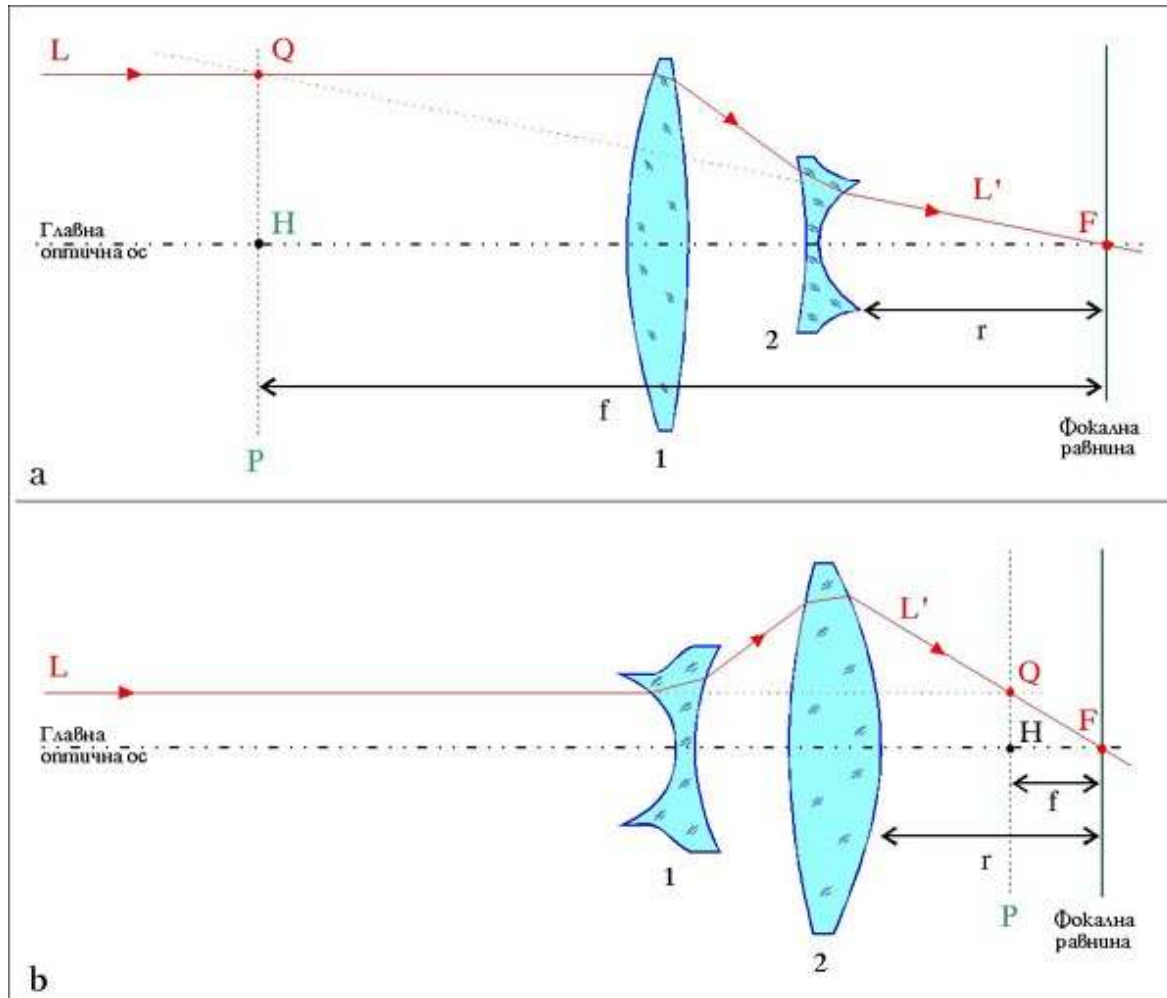
$F_1$  и  $F_2$  - главен преден и главен заден фокус (главни фокусни точки).

$f_1$  и  $f_2$  - предно и задно фокусно разстояние.

$Q_1$  и  $Q_2$  - пресечните точки на продълженията от попадащите и пречупените лъчи (представени с пунктири).

$P_1$  и  $P_2$  - предна и задна **главни равнини** на лещата (оптични плоскости). Те се определят от точките  $Q_1$  и  $Q_2$ . Оптичната ос пробоща перпендикулярно главните равнини в точките  $H_1$  и  $H_2$ , наречени **главни точки**.

## За понятията фокусно разстояние и резултантно фокусно разстояние на сложна система:



**Q** - пресечна точка на влизащия лъч **L** с продължението на пречупения лъч **L'** (пример **a**) или на продължението от влизащия лъч **L** с пречупения **L'** (пример **b**). Точка **Q** определя местоположението на задната главна равнина **P** на оптичната система.

**H** - задна главна точка;

**F** - главен заден фокус;

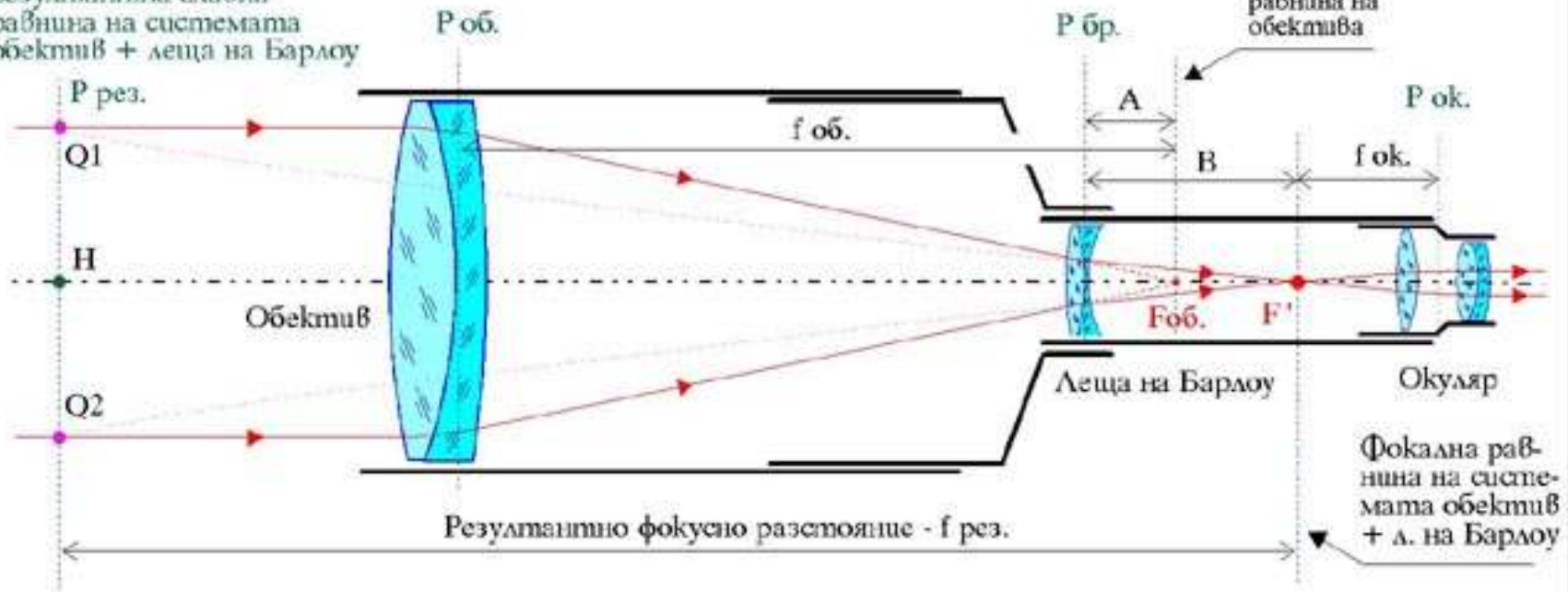
**r** - разстояние между задната леща **2** и фокалната равнина (тираж);

**f** - резултантно за системата фокусно разстояние, съответно много по-дълго и много по-късо от разстоянието **r**.

Изнасяне на задната главна равнина пред и зад елементите на двулещова система (**a** – телеобектив, **b** – “обърнат телеобектив”).



Изместена напред  
резултантна главна  
равнина на системата  
обектив + леща на Барлоу



$P_{об.}$  - задна главна равнина на обектива.

$f_{об.}$  - фокусно разстояние на обектива.

$F_{об.}$  - главен фокус на обектива.

$P_{бр.}$  - главна равнина на лещата на Барлоу.

$B$  - тираж.

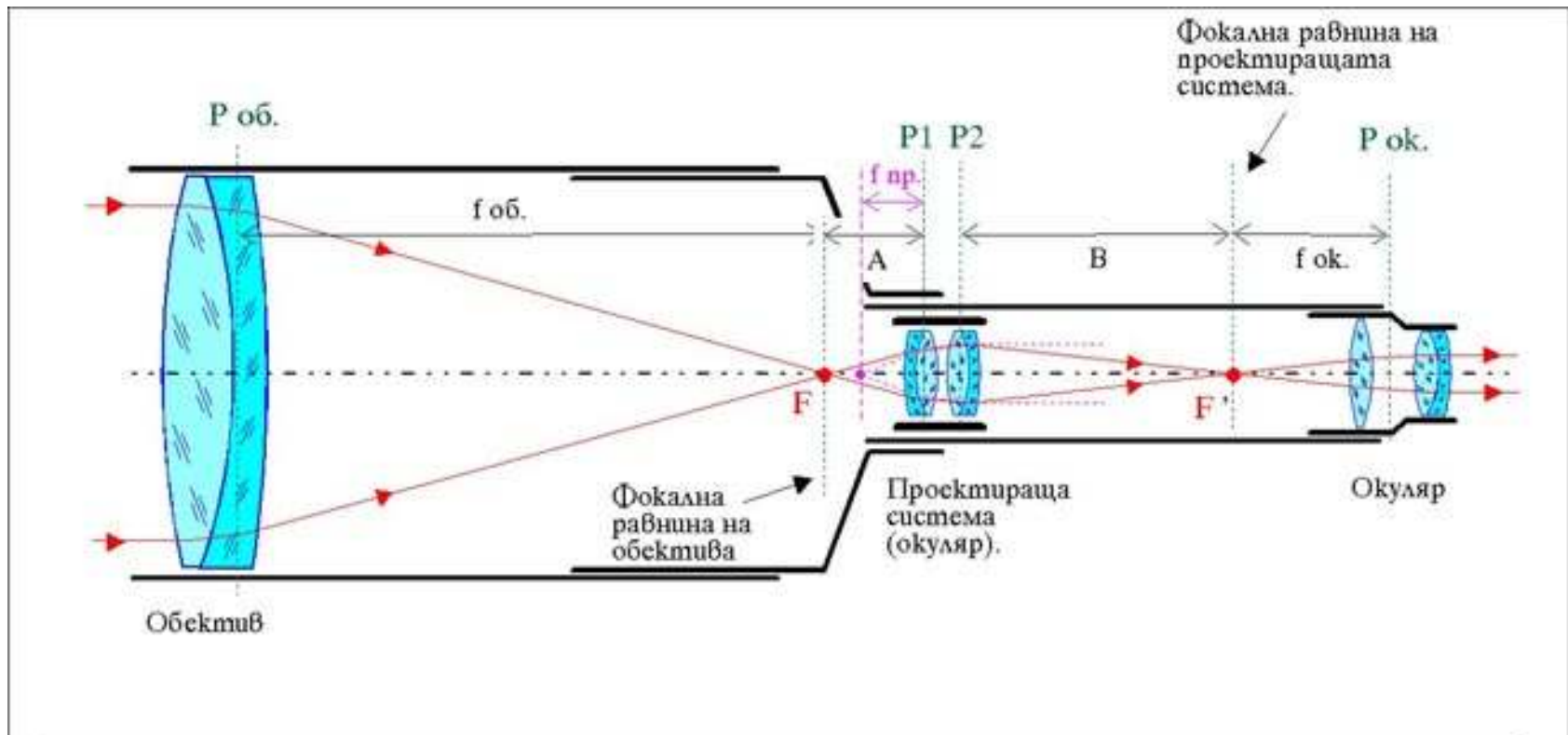
$A$  - разстояние между фокалната равнина на обектива и лещата на Барлоу.

$Q1$  и  $Q2$  - пресечни точки на входящите лъчи с продълженията от фокусираните в резултантния фокус  $F'$  лъчи. Те определят положението на резулт. главна равнина  $P_{рез.}$

$\frac{B}{A}$  - увеличение (в пъти) получено от лещата на Барлоу.

$f_{рез.} = f_{об.} \cdot (B/A)$  - определяне на резултантното фокусно разстояние.

**Удължаване на резултантното фокусно разстояние на системата с леща на Барлоу (или с телеконвертор)**



$P_{об.}$  - задна главна равнина на обектива.

$f_{об.}$  - фокусно разстояние на обектива.

$P1$  и  $P2$  - предна и задна главна равнина на проектиращата система /качествен окуляр, фотообектив или др./.

$f_{пр.}$  - фокусно разстояние на проектиращата система.

$A$  и  $B$  - обектно и образно разстояние за проектиращата система.

$M = \frac{B}{A}$  - увеличение при проектирането на образа от  $F$  във  $F'$ .

$f_{рез.} = f_{об.} * M$  - определяне на резултантно фокусно разстояние.

**Удължаване на резултантното фокусно разстояние на системата с окулярна проекция (окулярно увеличение)**

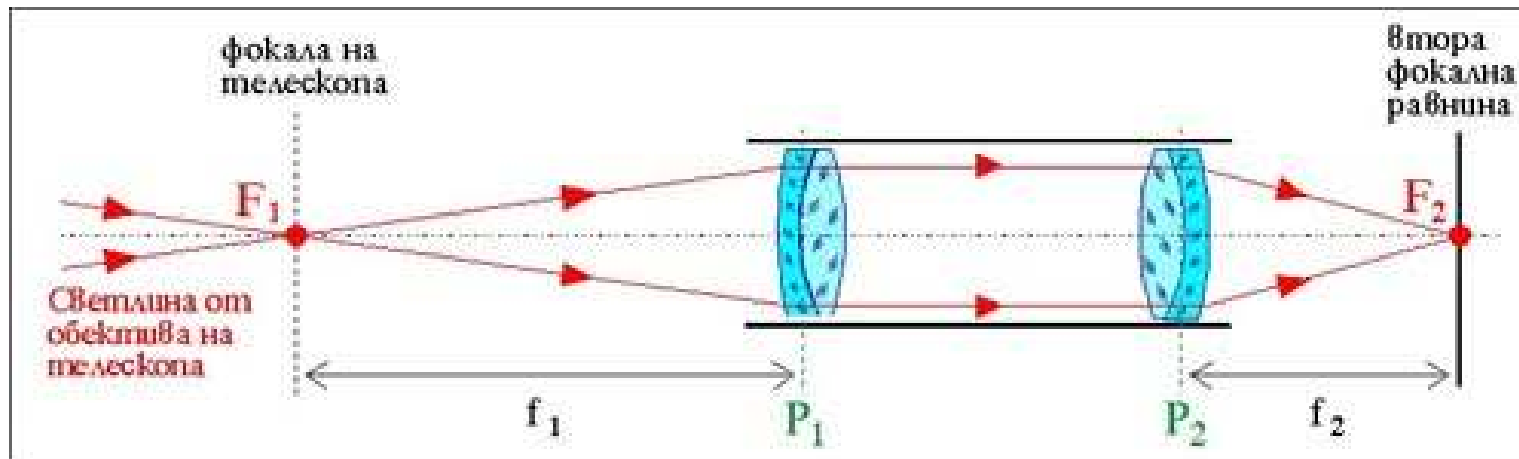
## Снимане с окулярна проекция или с л. на Барлоу



Окултация (закриване) на Сатурн от Луната на 3.11.2001 г. Телеобектив МТО 1000/10 с окул. проекц. до резултантно фокусно разстояние 5м. Снимка: авторът.



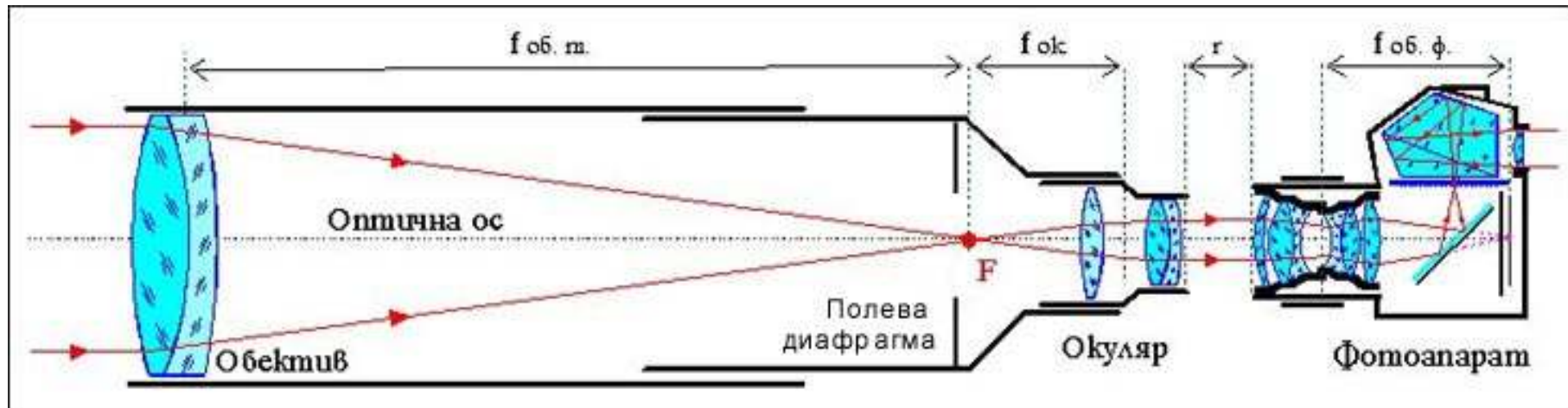
## Фокален редуктор с препроектиране на образа



Обърнатият образ в прекия фокус  $F_1$  на телескопа се препроектира с изправяне във втора фокална равнина (във фокуса  $F_2$ ), но в умален вид, тъй като фокусното разстояние  $f_1$  на първия обектив е по-дълго от фокусното  $f_2$  на втория. Светлината между двата обектива се движи в успореден сноп. Образът във втората фокала ще бъде умален  $f_1/f_2$  пъти. Резултантната геометрична светлосила на цялата система ще се повиши с  $(f_1/f_2)^2$  пъти.



## Снимане през окуляра (без сваляне на фотообектива)



$f_{об.т.}$  - фокусно разстояние на обектива на телескопа.

$f_{ок.}$  - фокусно разстояние на окуляра на телескопа.

$r$  - разстояние между окуляра и фотообектива. Необходимо е то да е късо и се определя експериментално, така че да няма винетиране.

$f_{об.ф.}$  - фокусно разстояние на обектива на фотоапарата (той се фокусира на безкрайност).

Пример:

Работим с фотообектив с фокусно разстояние  $f_{об.ф.} = 40\text{mm}$ . На телескопа сме сложили окуляр с фокусно разстояние  $f_{ок.} = 20\text{mm}$ . Фокусното разстояние на обектива на телескопа е  $f_{об.т.} = 1000\text{mm}$ . Резултантното фокусно разстояние  $f_{резулт.}$  на цялата система ще бъде:

$$f_{резулт.} = f_{об.т.} (f_{об.ф.} / f_{ок.}) = 1000 * (40 / 20) = 1000 * 2 = 2000 \text{ mm}$$

## Снимане през окуляра (без сваляне на фотообектива)



Лунни кратери заснети с малък цифров фотоапарат през окуляра на 18см Менискас телескоп на Zeiss в НАО, 2008 г. Снимки: авторът.

# Методи за обработка на цифрови изображения

“Catching the Light” by Jerry Lodriguss -  
<http://www.astropix.com/>

Digital Image Processing –  
[http://www.astropix.com/HTML/J\\_DIGIT/TOC\\_DIG.HTM](http://www.astropix.com/HTML/J_DIGIT/TOC_DIG.HTM)



50 Minute Exposure



5 Minute Exposure



# Програма RegiStax 5:

Свободно сваляне от адрес:

<http://www.astronomie.be/registax/download.html>

Ръководства за работа:

<http://www.threebuttes.com/RegistaxTutorial.htm>

<http://www.russsscope.net/staxtutorial.htm>