

Никола Петров

**ФИНА СТРУКТУРА И ДИНАМИКА НА СПОКОЙНИТЕ ПРОТУБЕРАНСИ.  
15-САНТИМЕТРОВ КОРОНОГРАФ**

НАО Рожен, юли 2009 г.

# Съдържание

**УВОД**

**ФИНА СТРУКТУРА И ОСЦИЛАЦИИ НА СПОКОЙНИ ПРОТУБЕРАНСИ**

**АКТИВНИ ПРОТУБЕРАНСИ**

**ПРОТУБЕРАНСИ И СЛЪНЧЕВА КОРОНА**

**15-САНТИМЕТРОВ КОРОНОГРАФ В НАО РОЖЕН**

## Цели и задачи

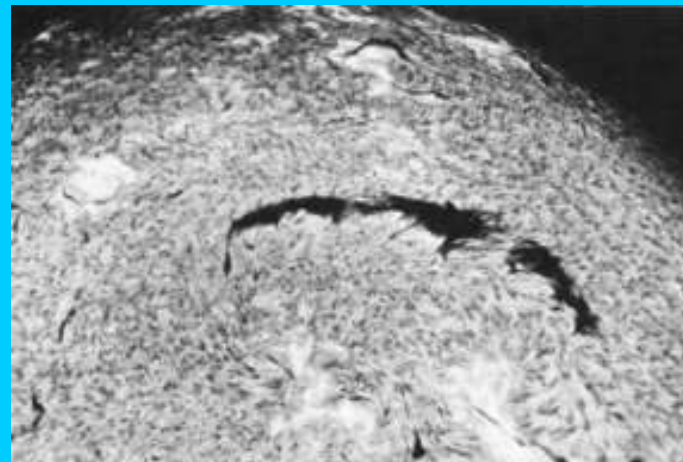
- Определяне на доплерови скорости, като характеристика на динамиката в СП.
- Определяне различни периоди на осцилиране на протуберансовата плазма и създаване на подходяща софтуерна среда на работа.
- Теоретична интерпретация на резултатите.

# Фина структура и осцилации на спокойни протуберанси

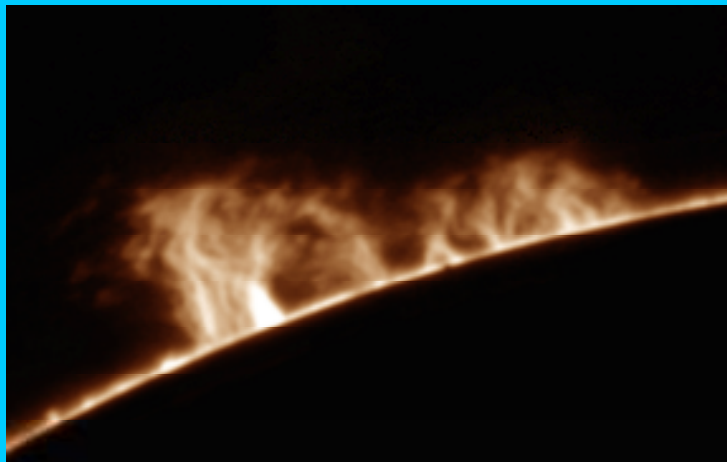
## 1.1. Спокойни протуберанси



Изображение на пълното слънчево затъмнение от 11.08.1999г.



Изображение на спокойно влакно върху слънчевия диск в линията H $\alpha$ .

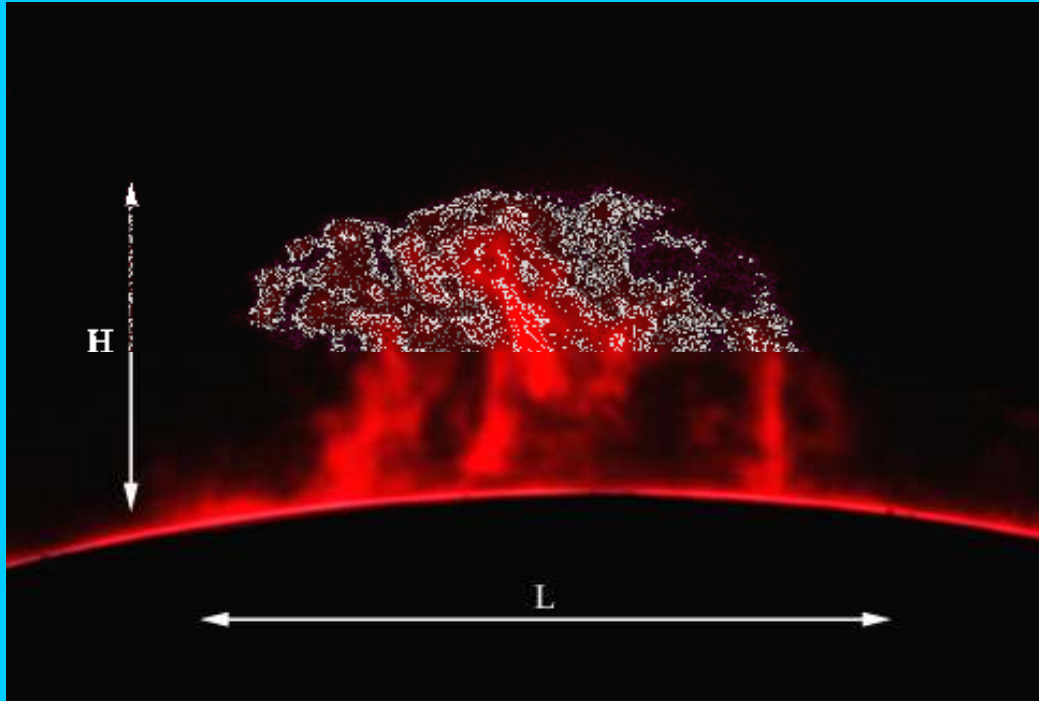


Изображение на спокоен протуберанс в H $\alpha$  06.11.2005г.



H $\alpha$  филтрограма показваща полярна корона и спокойно влакно в кралската зона на протуберанси

## Основни физически характеристики на СП



Електронна плътност:  $10^{10} - 10^{11} \text{ cm}^{-3}$

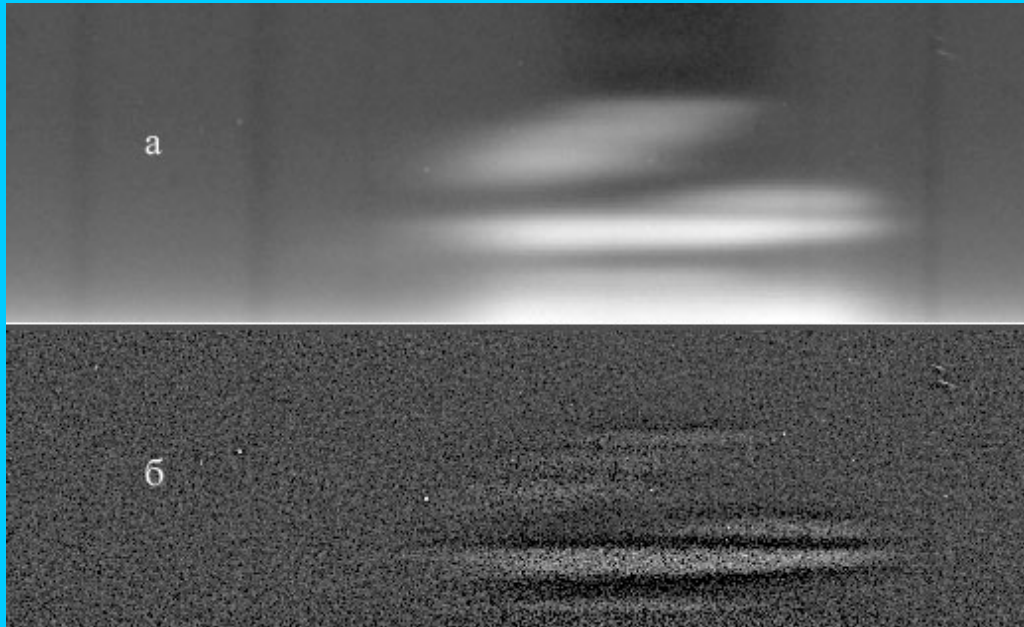
Температура: 5 000 К - 8 000 К

Магнитно поле: 4 - 8 Гс

Дължина L: 60 000 - 600 000 км,  
Височина H: 10 000 - 100 000 км,  
Дебелина: 4 000 - 15 000 км

Време на живот: 1 - 300 дни

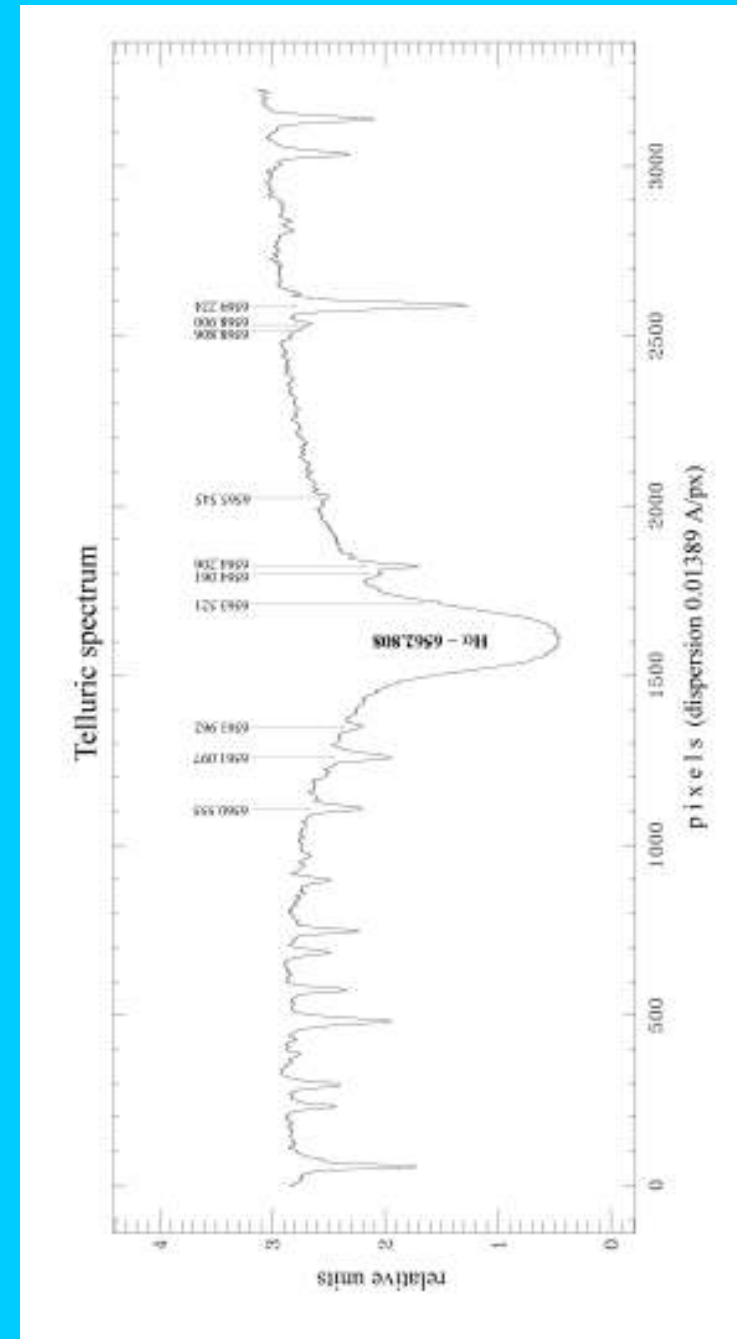
## Наблюдателен материал

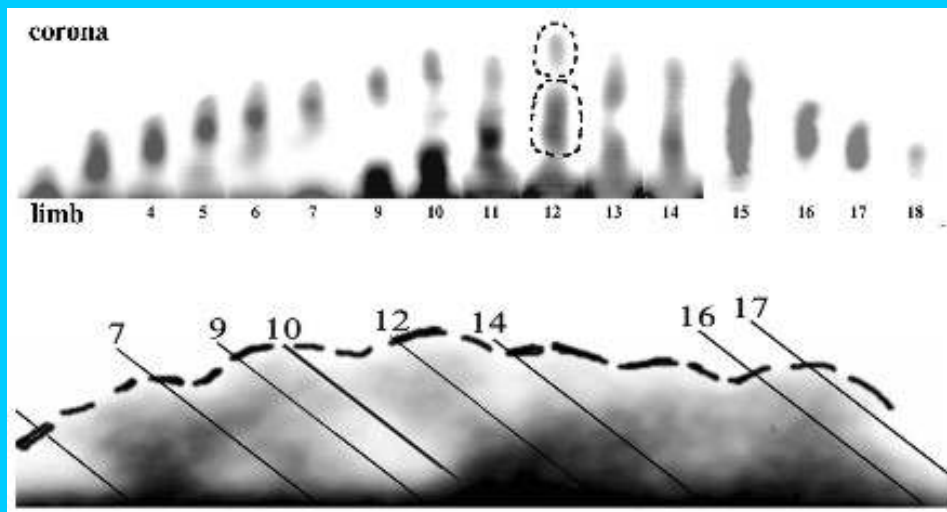


### Спектрограма в Н $\alpha$ , Норвегия

- (а) суров вид
- (б) разлика между оригинала и след филтриране

Калибриран спектър по  
спектрограма на протуберанс





Спектрограма на изследвания протуберанс; пунктир огражда структурите изследвани за осцилации.

Филтрограма на протуберанса; с линии е отбелязано положението на процепа на спектрографа върху тялото на протуберанса.

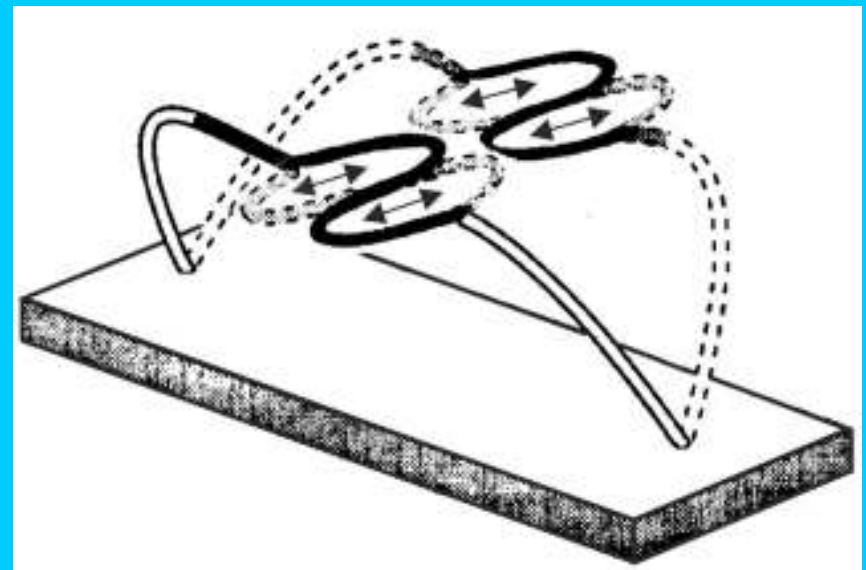
Определени са следните периоди на осцилация за 8 положения на процепа върху тялото на протуберанса:

$$\omega_1 = 3 \times 10^{-4} \text{ c}^{-1} \text{ и } \omega_2 = (2/3) \omega_1 \text{ c}^{-1}$$

или период:  $T_1 \approx 58$  мин и  $T_2 \approx 38$  мин

Лгорна  $\approx 200\,000$  km      Лдолна  $\approx 130\,000$  km

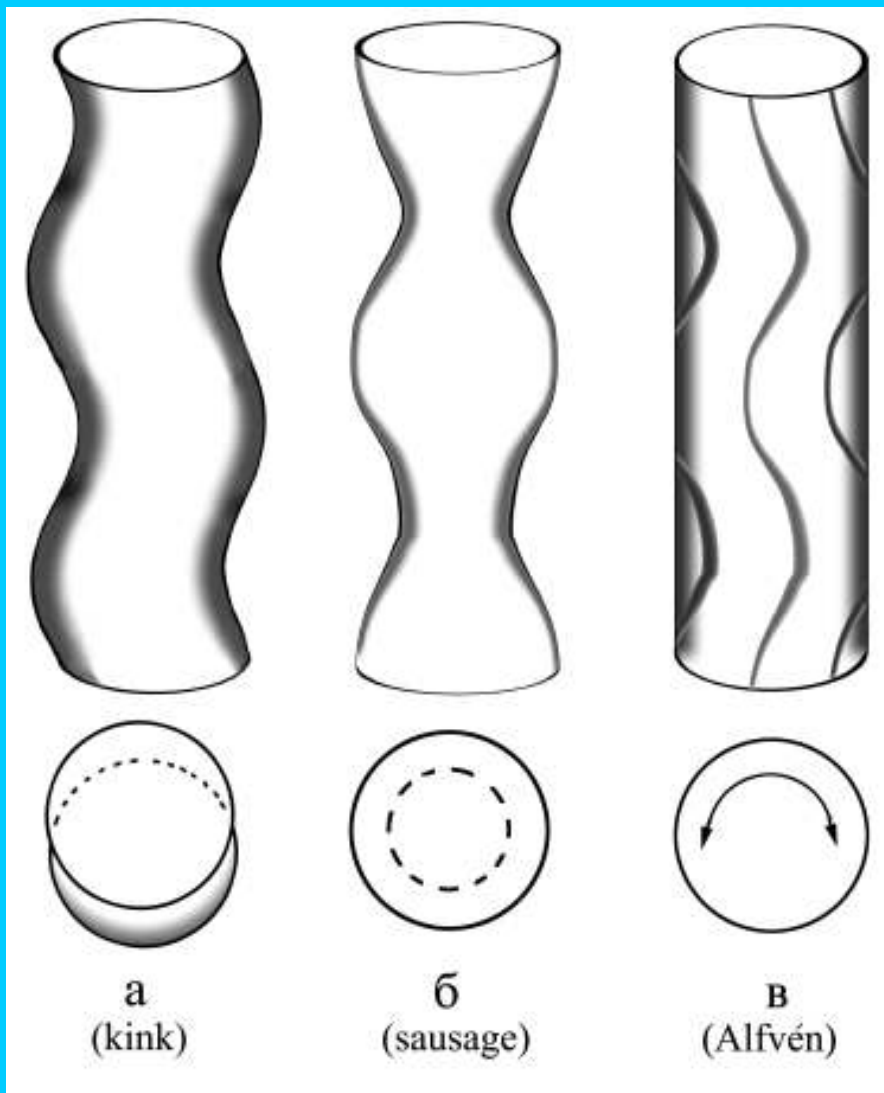
Получените резултати сочат, че доминираща причина за осцилациите на изследвания протуберанс са неустойчивости от типа “kink-modes”.



Joarder et al., 1997, *Solar Phys.* **173**, 81.

Dermendjiev, V., Petrov, N., et al. 2001, *Solar Phys.* **202**, 99.

Petrov, N. et al. 1997, in JOSO, p. 145.



## Теоретични модели Joarder et al. (1997)

Изменения на формата на  
протуберансовите нишки:  
kink (a), sausage (б), Alfvén (B)



# Активни протуберанси

-Описание и класификация на протуберансите

-Активни протуберанси

*Surge* (внезапно издигащи се или възвратни)

*Coronal clouds* (коронални облаци)

*Coronal rain* (коронален дъжд)

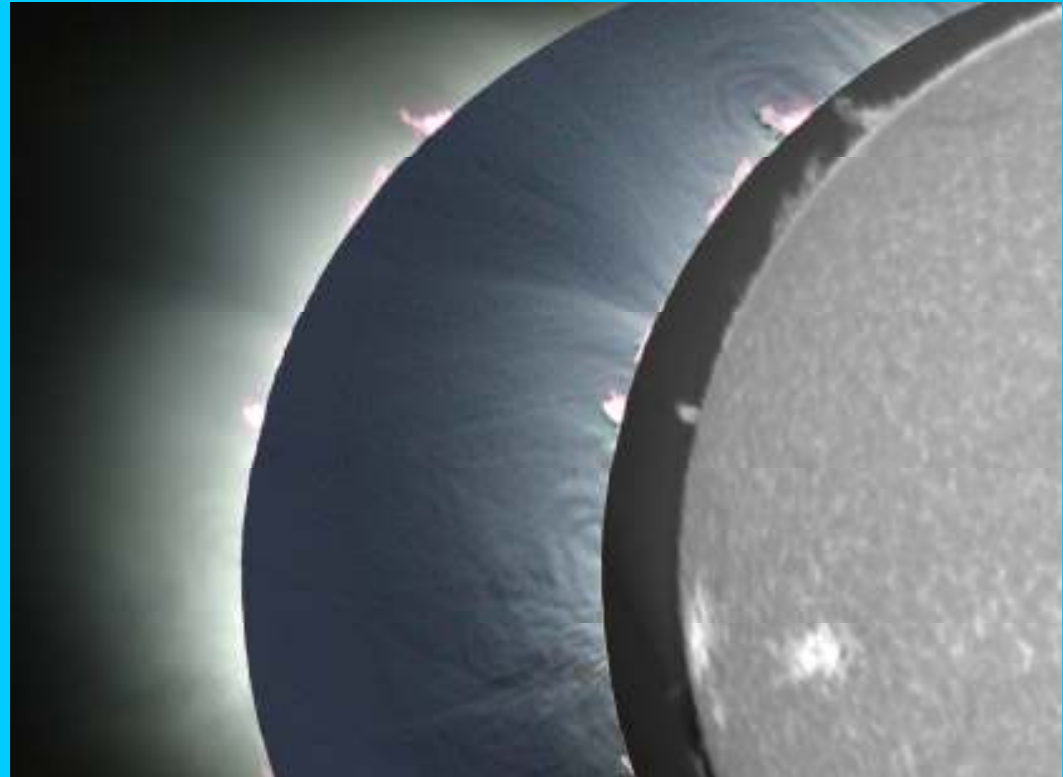
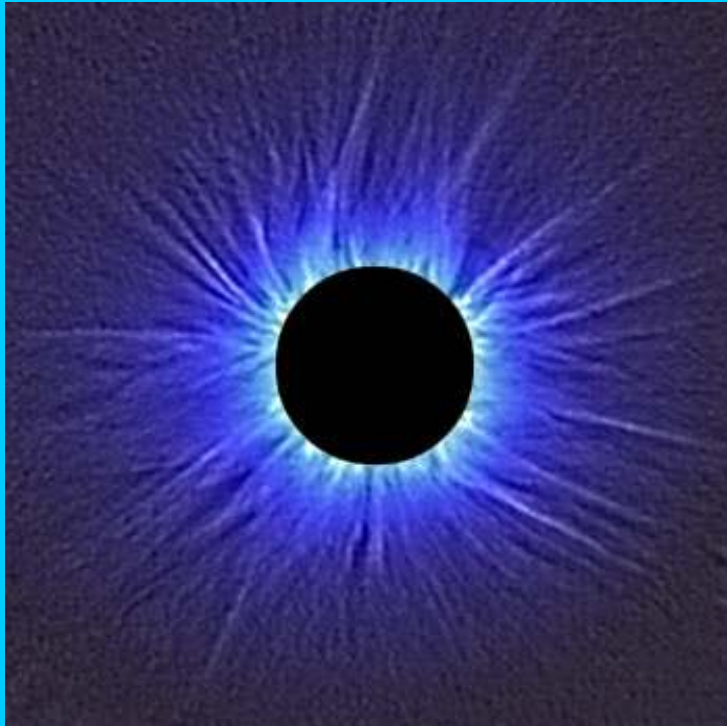
*Loop* (примкообразни)

*Spray* (капкообразни)

*Eruptive prominence* (еруптивен протуберанс)

# Протуберанси и слънчева корона

Пълното слънчево затъмнение от 11.08.1999 г.



Пълното слънчево затъмнение от 29.03.2006 г.



## Наблюдения на зодиакална светлина



Фотография на сутрешна зодиакална светлина с индикация за регистриране на най-външната част на коронален стример  
09.10.2002 г., 03:02 UT

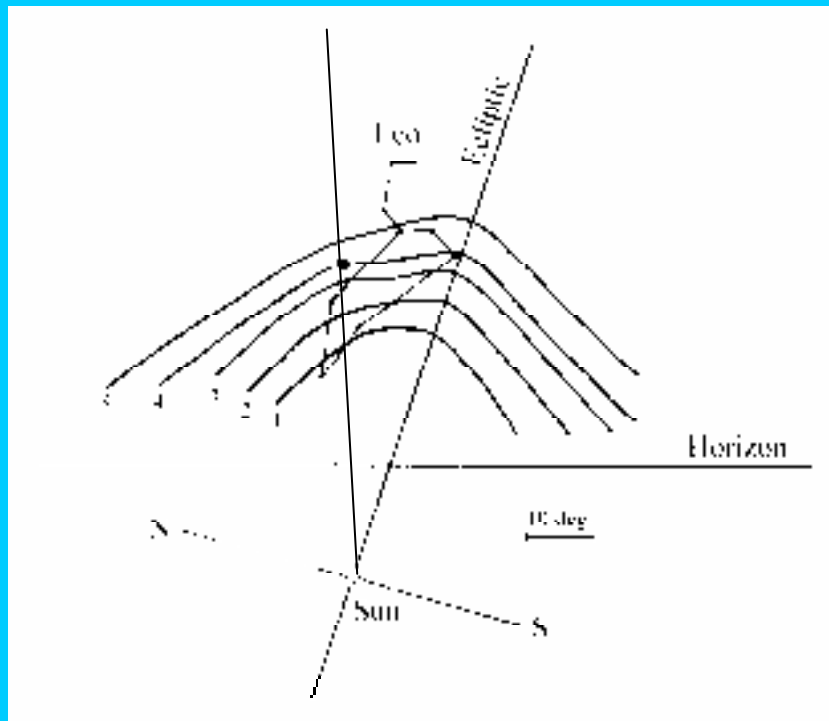


Схема на изофотите на зодиакална светлина построена по наблюдения на 09 октомври 2002г. от НАО-Рожен.

Gulyaev R. A., Petrov, N., 2003, *Astron. Astrophys Transactions*, **22** Nos. 4-5, 593.

# 15-сантиметров коронограф в Националната астрономическа обсерватория – Рожен

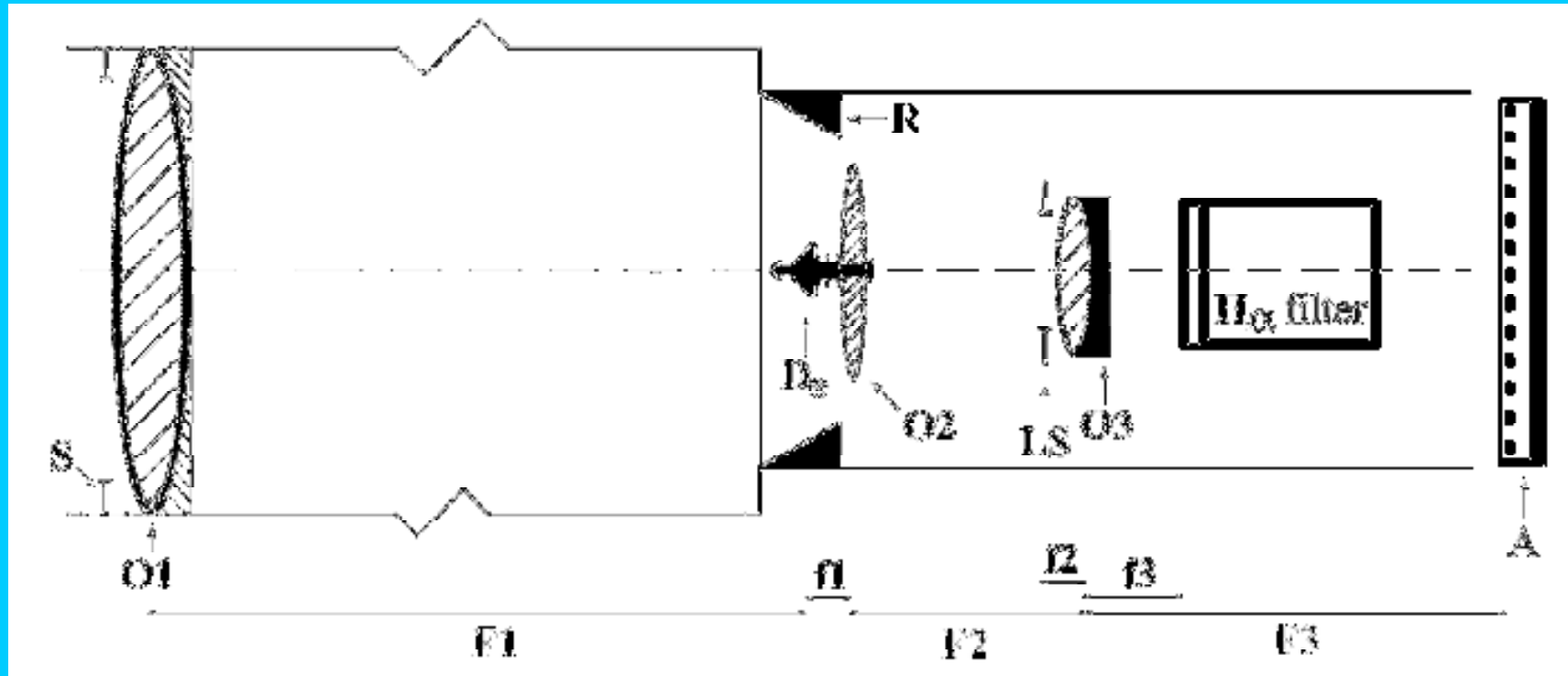
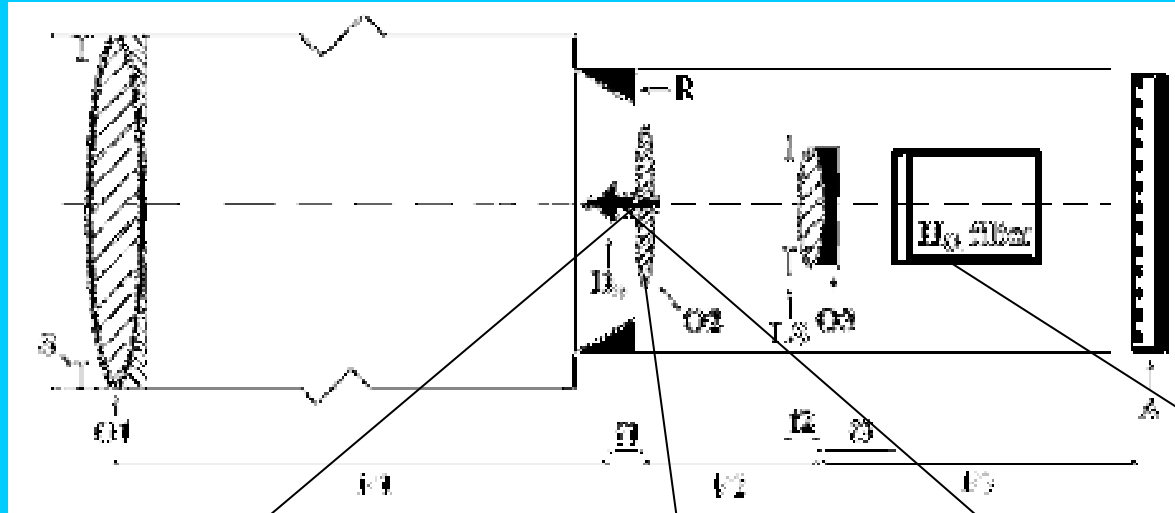


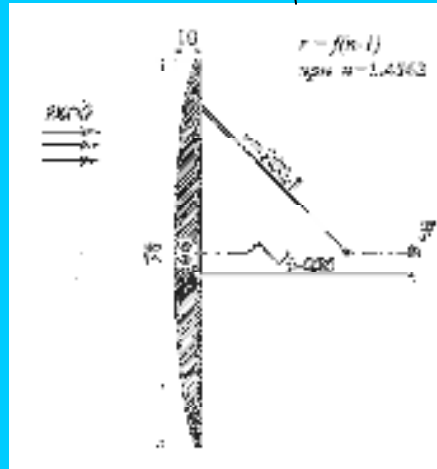
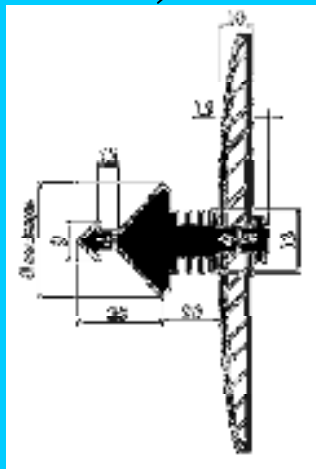
Схема на 15-сантиметровия коронограф в НАО-Рожен

Първият осъществен проект на телескоп-коронограф е предложен от френския астроном Bernard Lyot през 1931 г.

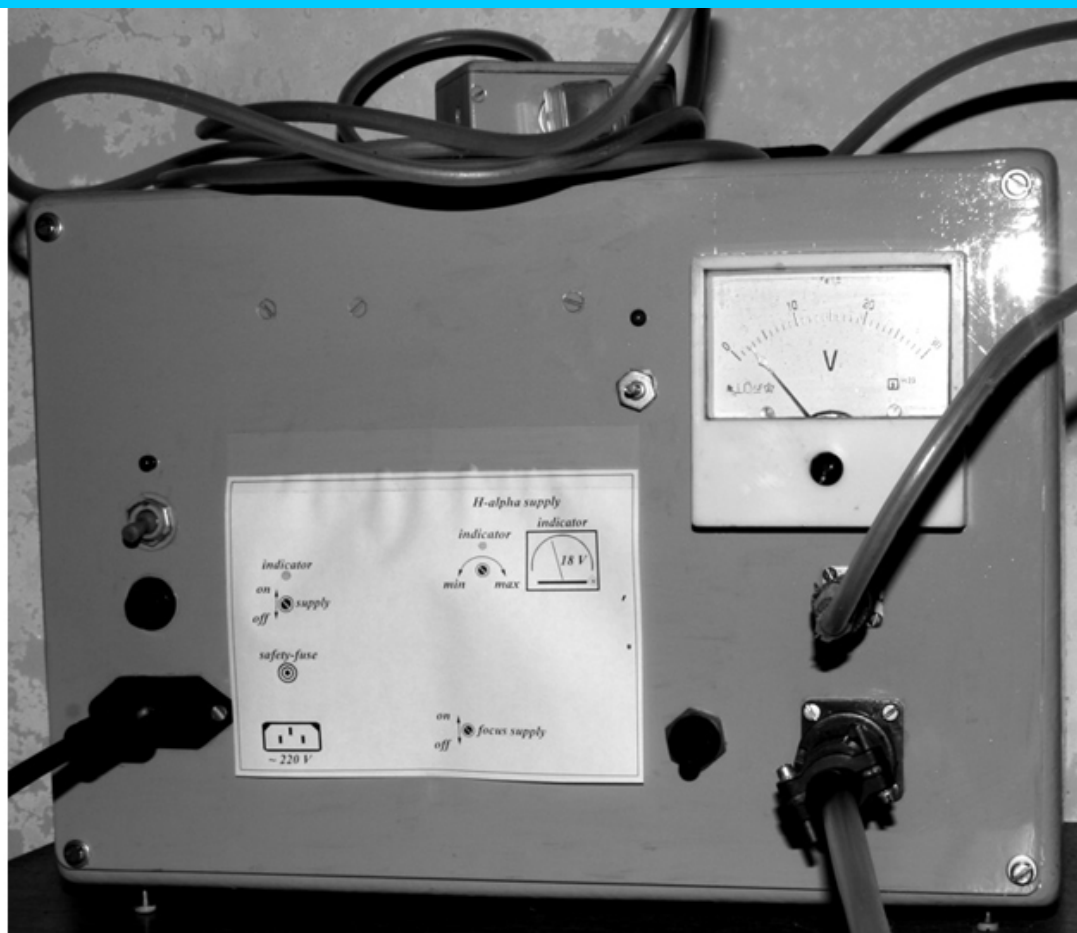
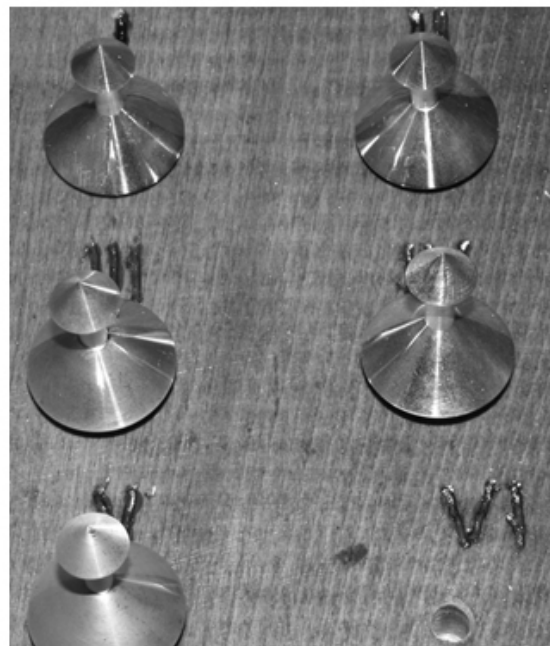
# 15-cm Lyot coronagraph



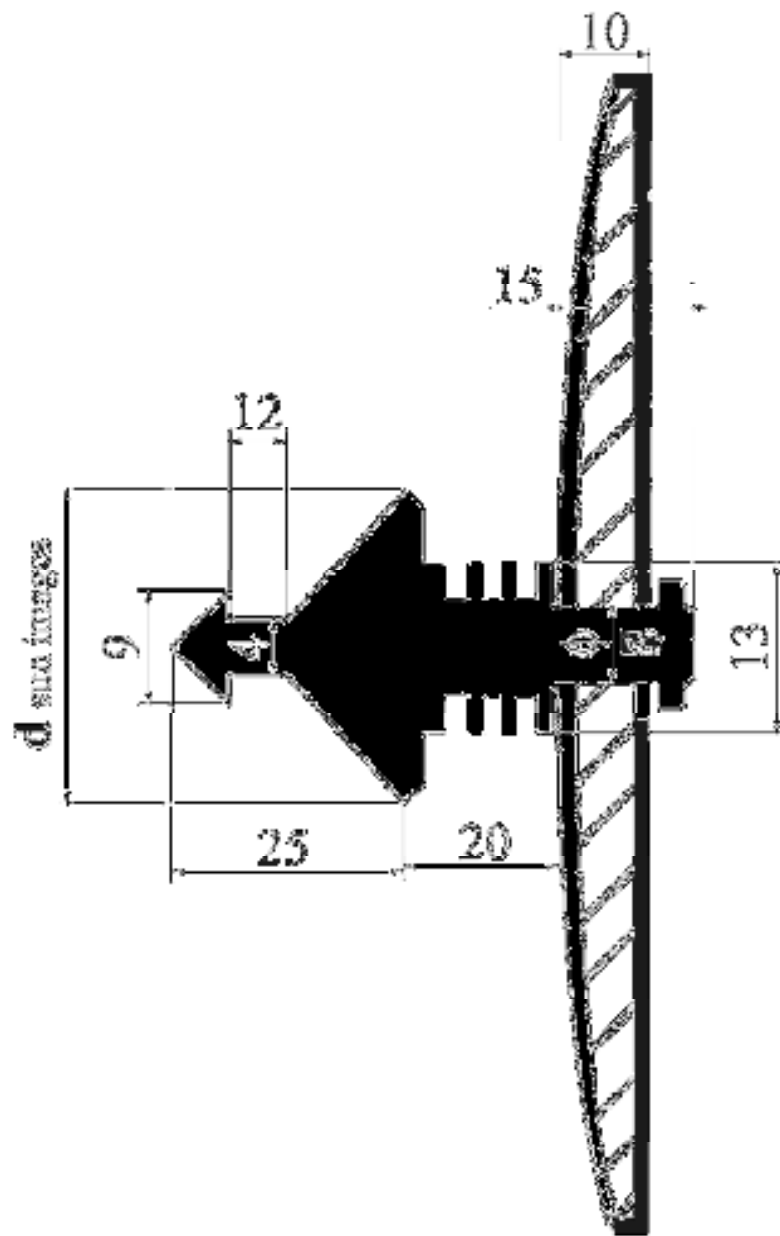
- O1 - main objective
- D<sub>☉</sub> - artificial moon
- O2 - field lens
- LS - Lyot Stop blend
- O3 - secondary objective
- H $\alpha$  filter (1.8 Å)



I-20.7mm    II-20.9mm  
III -21.0mm    IV-21.2mm  
V-21.3 mm    VI-21.4mm



Набор от шест затъмнителни конуса с техните съответни размери (ляво) и електрическото захранване на системата за фокусиране, както и за подгряване на филтъра *H $\alpha$* .



Подробна схема на затъмнителния диск (конус), поставен във фокалната равнина на главния обектив. Цифрите са в (мм), а  $d_{\text{sun images}}$  е видимият диаметър на Слънцето във фокалната равнина на  $O1$ , също в (мм).

$$d_{\text{sun images}} = F1 \times \frac{D_i}{57^{\circ}.2958}$$

# Coronagraph mounting

8-9 May 2005







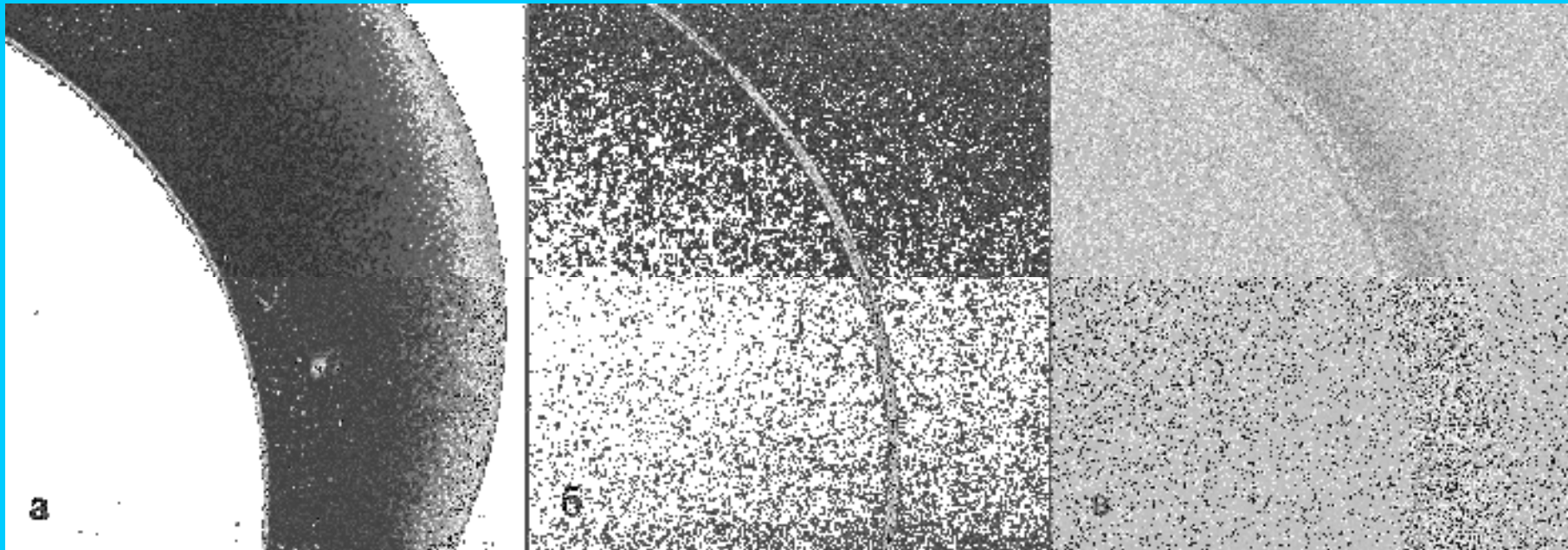
15-сантиметров телескоп-коронограф в НАО-Рожен

## Основни параметри на 15-сантиметров телескоп-коронограф в НАО

### Слънчев телескоп-коронограф в НАО-Рожен

<b>параметър</b>	<b>стойност</b>
Фокусно разстояние на главния обектив, O1	2250 мм
Ефективно фокусно разстояние на телескопа	4500 мм
Диаметър на главния обектив, O1	150 мм
Ъглов размер на наблюдаемото поле	15'
Теоретичен дифракционен предел	1".1
Ширина на ивицата на пропускане на H $\alpha$ филтъра	1.8 Å
Общо тегло на телескопа	62 кг
Надморска височина	1750 м

## Наблюдения и настройки на коронографа в НАО-Рожен



Първи фотографии направени с 15-сантиметров коронограф в  
НАО-Рожен, от 11 май 2005 г.



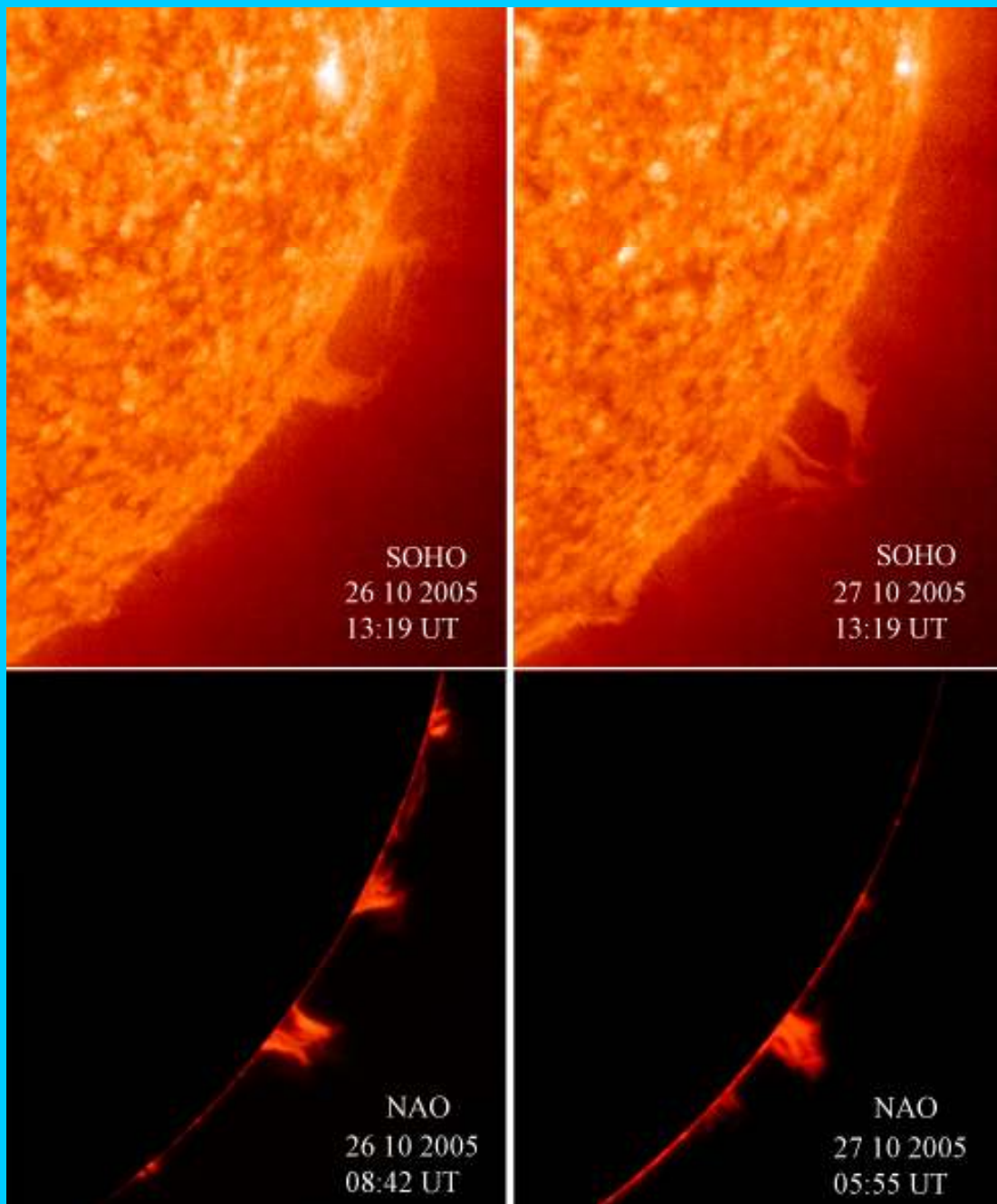
13/07/2007г.  
11:00:03 LT  
експозиция 2с

Първата успешна фотография на слънчев протуберанс от 13 юли 2005 г.  
Използван е цифров фотоапарат Canon EOS 300D



Фотография на протуберанси по лимба на Слънцето. В по-малко плътните протуберанси, ясно личи фината структура, която ги изгражда. Най-фините фибрили от фотографията са с диаметър от 1000-1200 км.

31.10.2005г., експ. 1/4 с

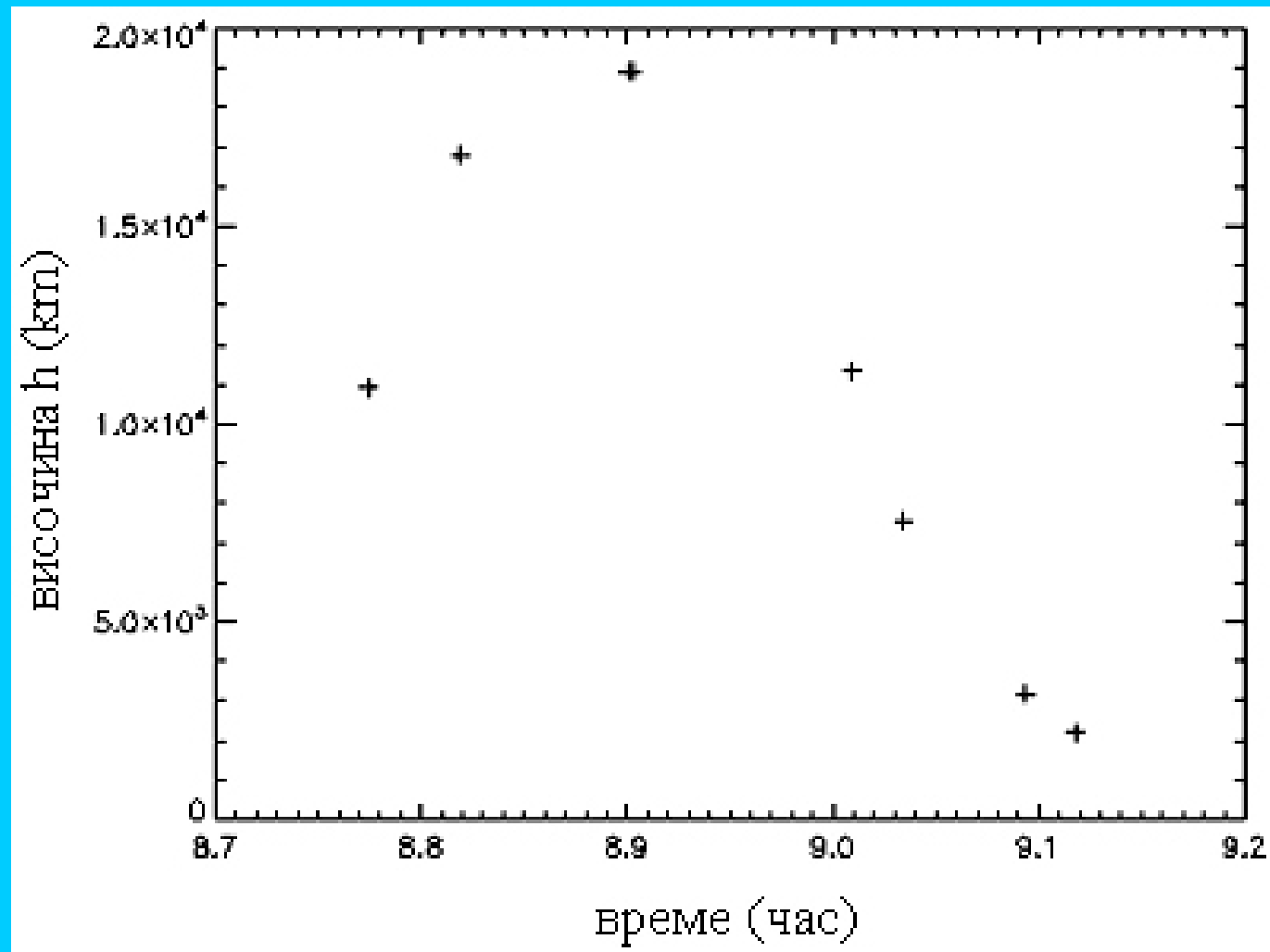
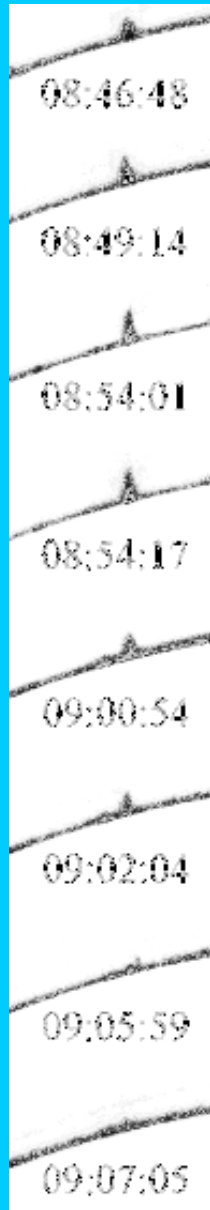


Изображения на  
протуберанси за два  
последователни дни

от SOHO (горе)

от коронографа в  
НАО-Рожен (долу)

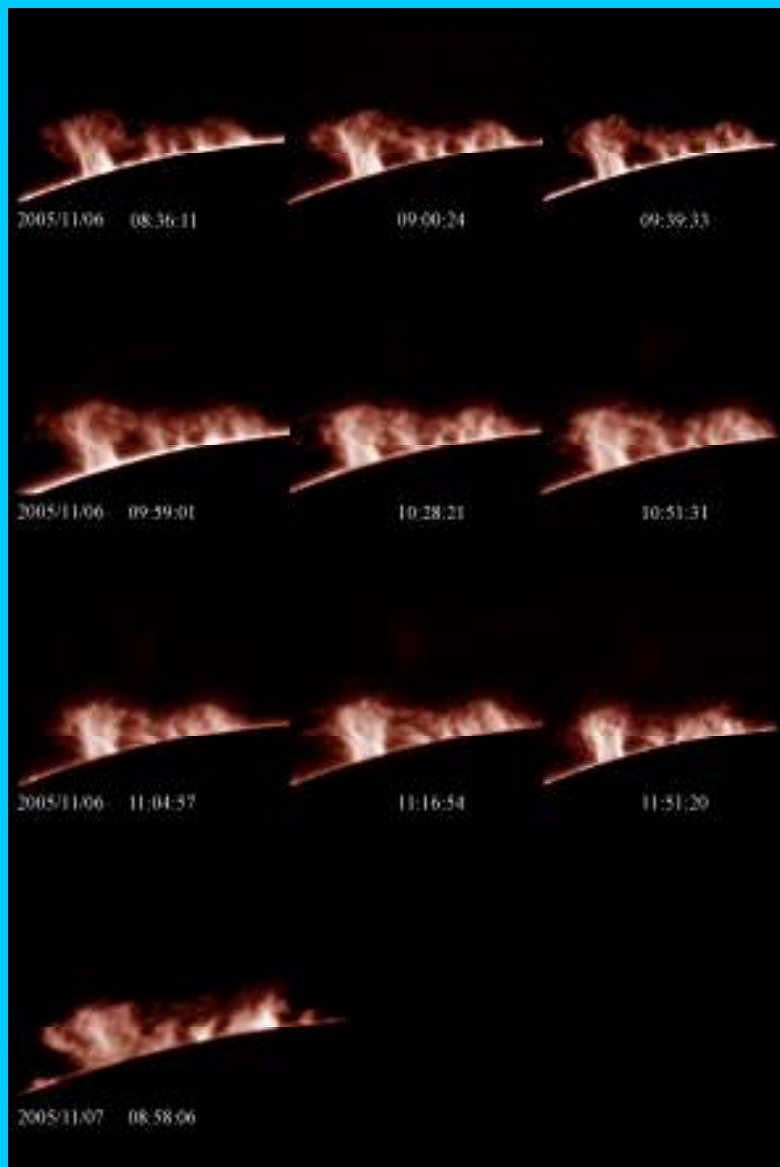
# Първи резултати от наблюдения с коронографа в НАО-Рожен



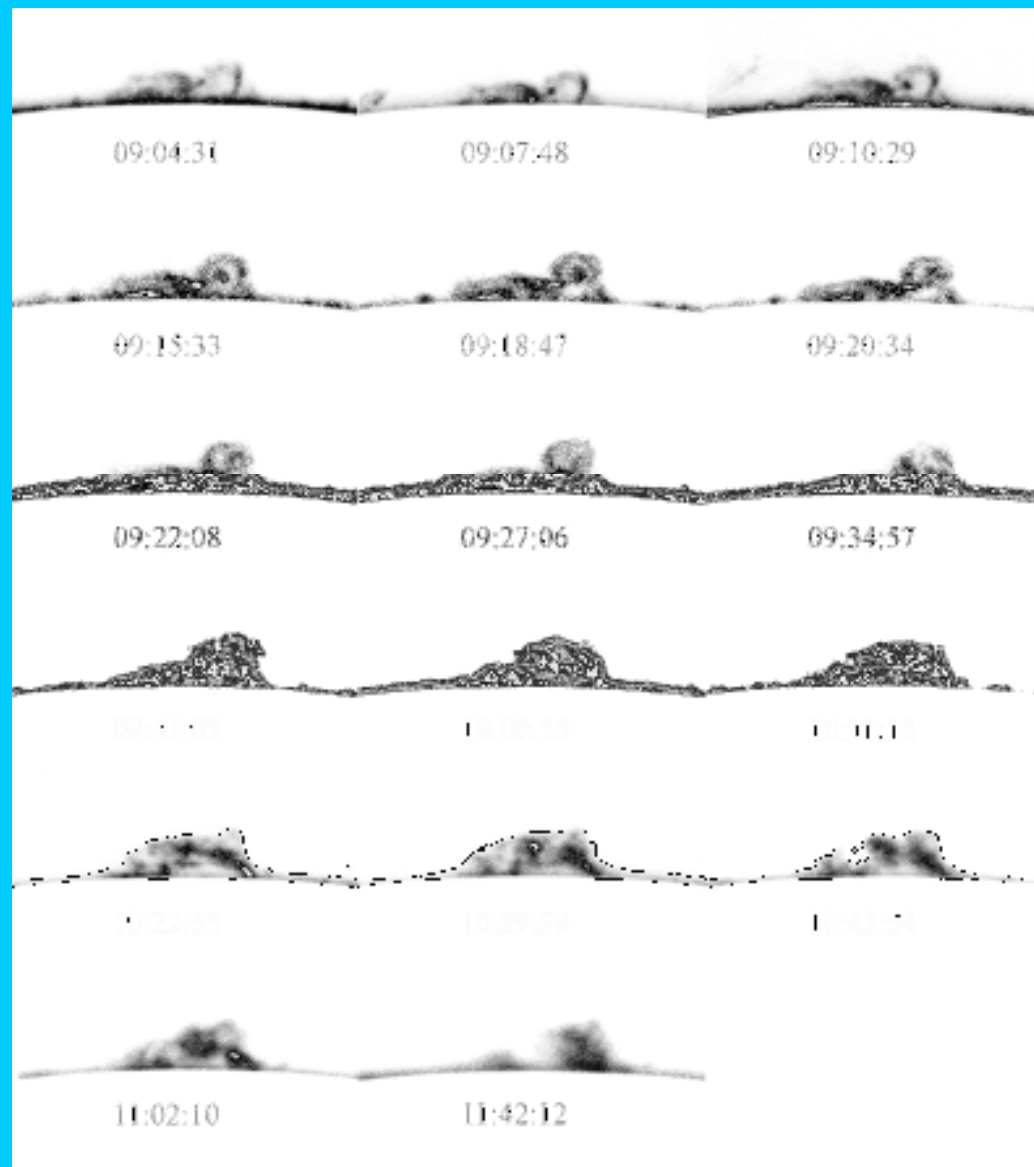
Зависимост на височината на протуберанса  $h$  от времето (изразено в часове), 7.11.2005 г.

Проектираната скоростта на движение достигна  $v \sim 24 \text{ km s}^{-1}$  и време на живот  $t \sim 30$  мин.

6 ноември 2005 г.



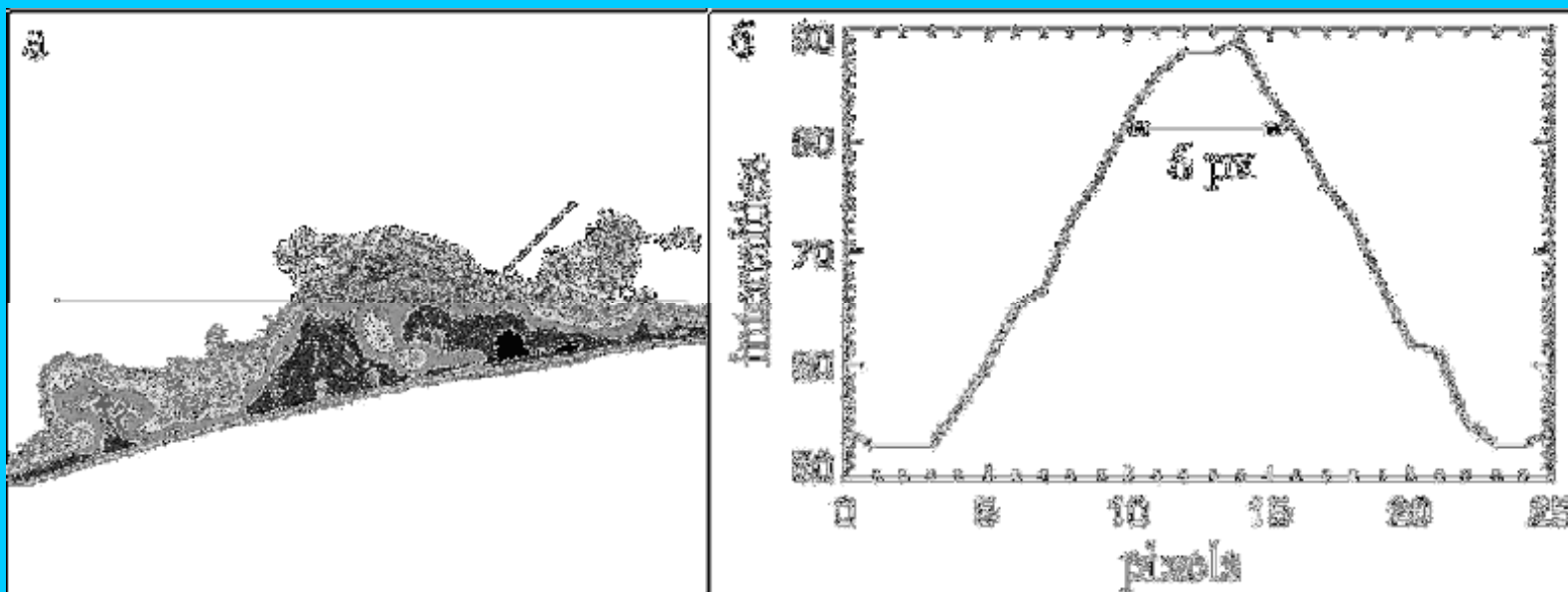
15 ноември 2005 г.



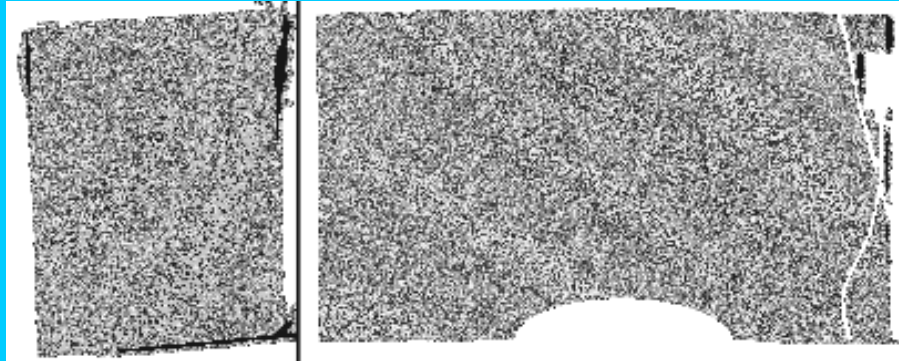
$v$  (периферия)=10-30 км/с,  $v$  (основна част)=5-10 км/с



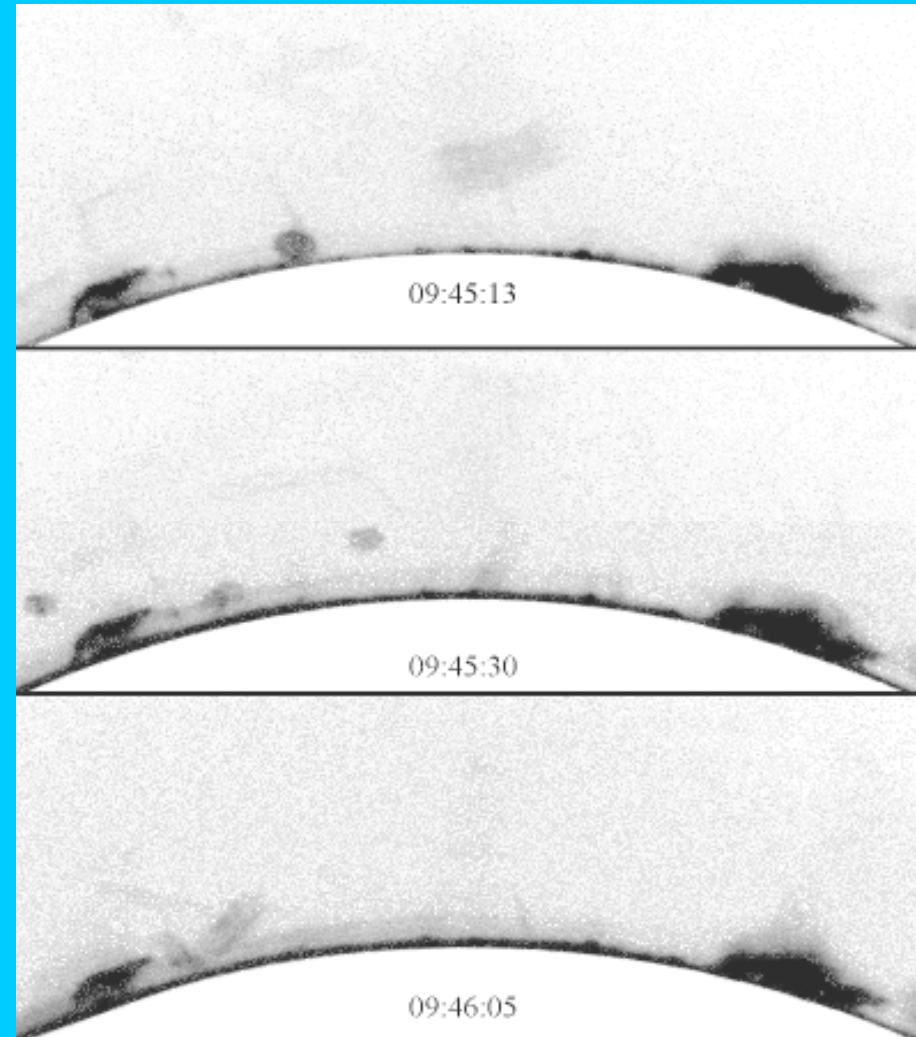
# Оценка на оптичкото качество на телескопа по наблюдателен материал



Изображение на СП от 30.10.2005г.



Наситеност на атмосферата със семена  
от местната флора, 20 октомври 2005 г.



Влияние на разсеяна слънчева светлина  
от семена в атмосферата, върху крайното изображение на телескопа

## **Благодарности**

**Авторът изказва своята благодарност на д-р П. Духлев, за полезните напътствия, забележки и за многобройните коментари и дискусии по различните проблеми на тази дисертация.**

**Авторът изказва своята благодарност на фирмите-спонсори, осигурили финансовото обезпечаване на работата по изграждането на коронографа в НАО-Рожен: “СИЕНСИС” АД с изпълнителен директор Николай Медаров, гр. София и Завод за оптика ”ОПТИКОЕЛЕКТРОН”, с изпълнителни директори Владимир Недялков и Атанас Джунов, гр. Панагюрище.**

**Авторът изказва своята благодарност за професионалното изпълнение при построяването на коронографа на Ив. Паров, В. Маринков и Ив. Памукчиев, както и за ценните технически напътствия в процеса на работа, на проф. Б. Ромполт (Полша), д-р Т. Бонев и д-р В. Голев.**

**Коронорафът в НАО-Рожен е оборудван с цифрова приемна апаратура, закупена със средства по проект за финансиране на научни изследвания, към фонд “Научни изследвания” на МОН – договор № Ф 1510/05г.**

**Авторът изказва дълбоката си признателност към своя учител, покойния дфн В. Н. Дерменджиев.**

**Благодаря за вниманието!**