

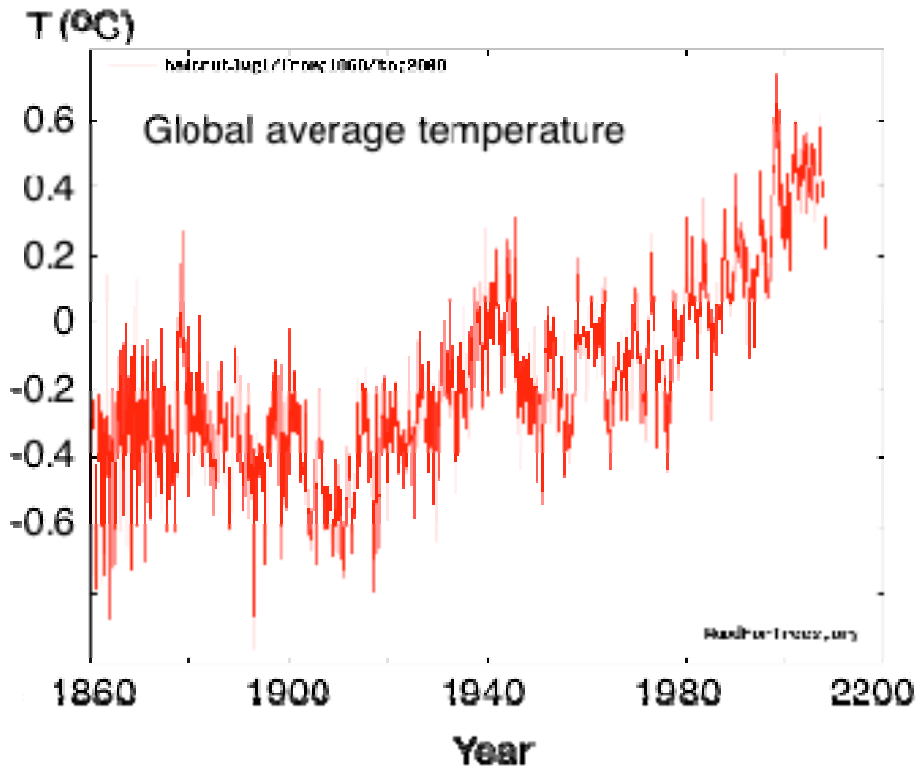
# Експериментът CLOUD в CERN

Jasper Kirkby /CERN

**Българска учителска програма**

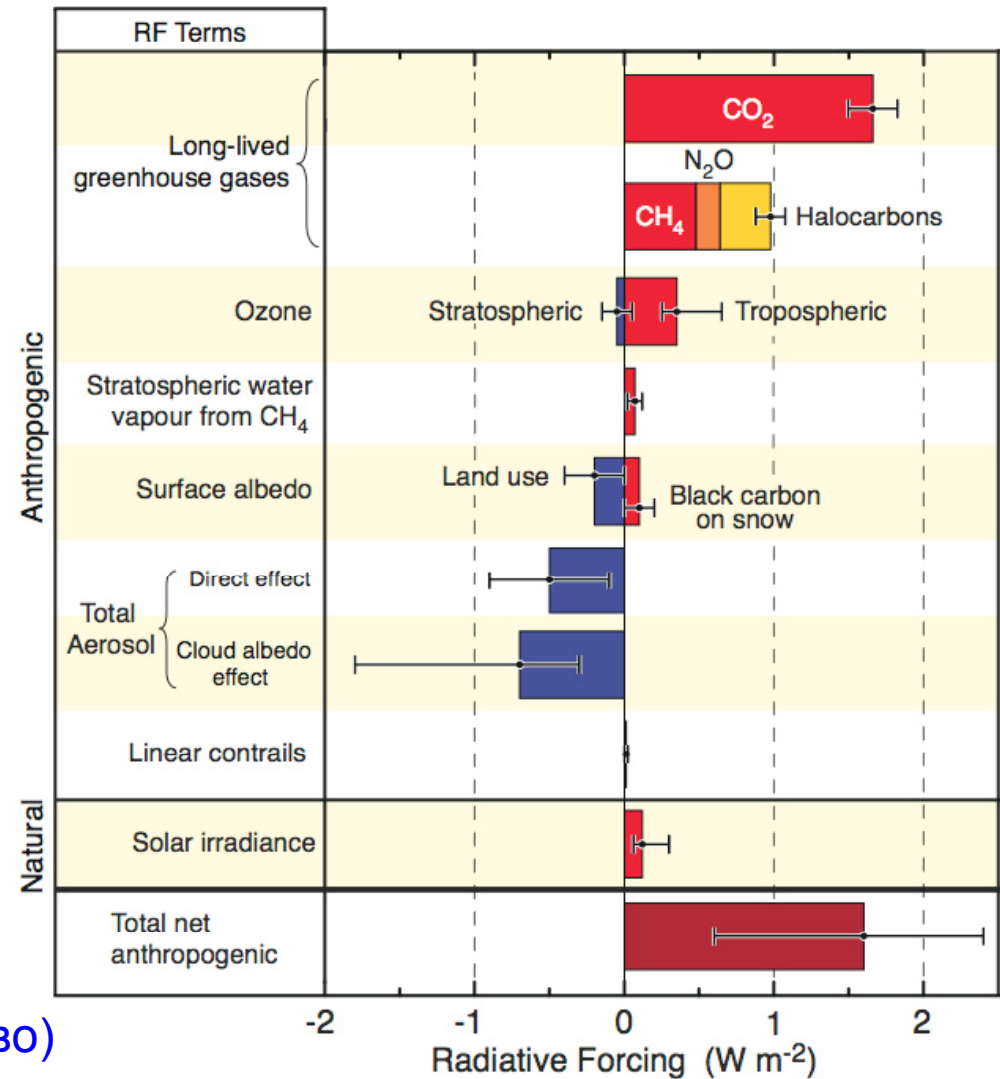
16 Октомври 2008

# Климатични въздействия

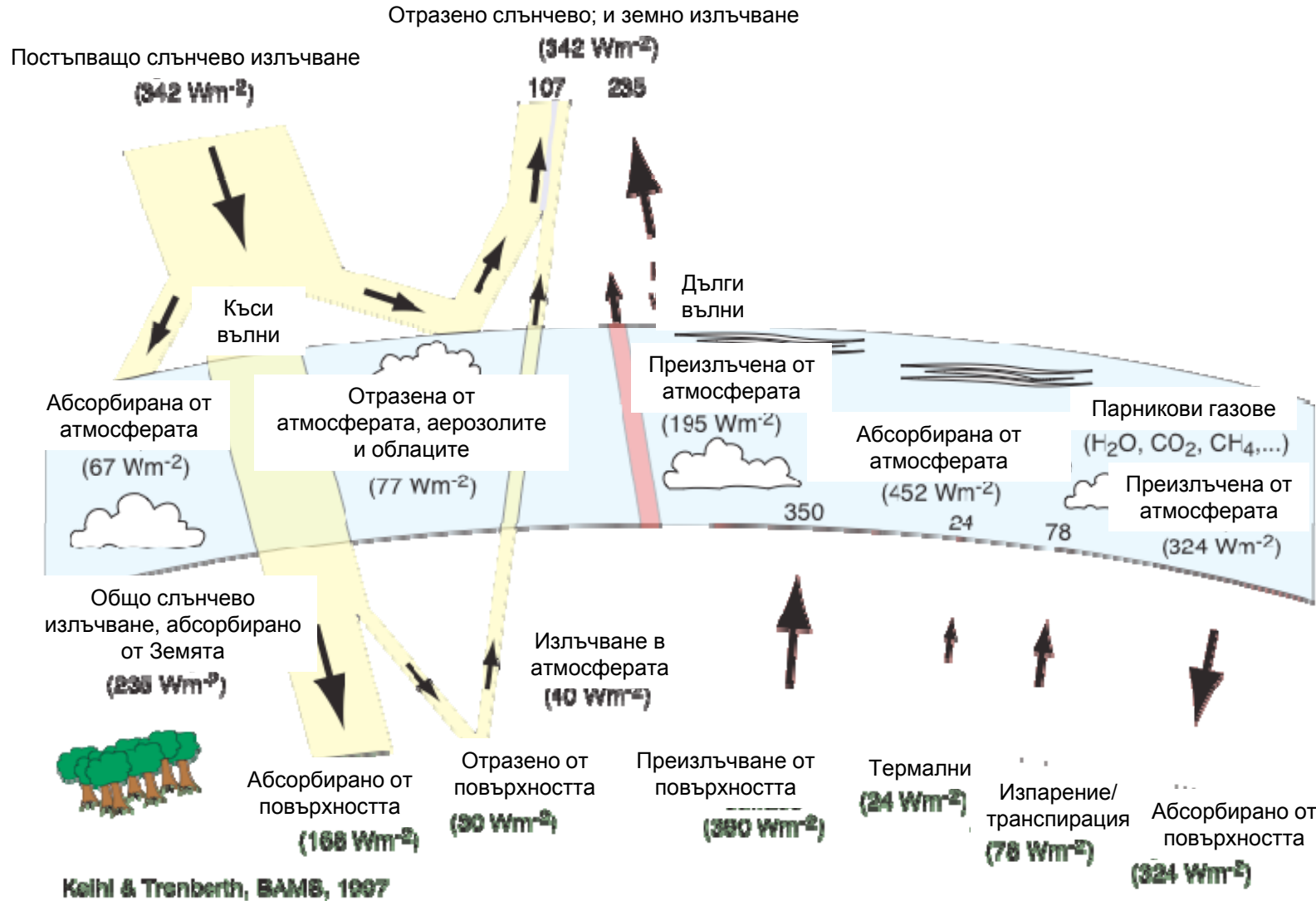


- 0.7°C нарастване от 1900 (неравномерно)
- изводи на IPCC:
  - ▶ **Общо антропогенно влияние** 1.6 W/m<sup>2</sup>
  - ▶ **Пренебрежимо природно (слънчево) въздействие:** 0.12 W/m<sup>2</sup>
  - ▶ Свойствата на облаците са слабо изучени

Radiative Forcings, 1750--2006 (IPCC, 2Feb07)



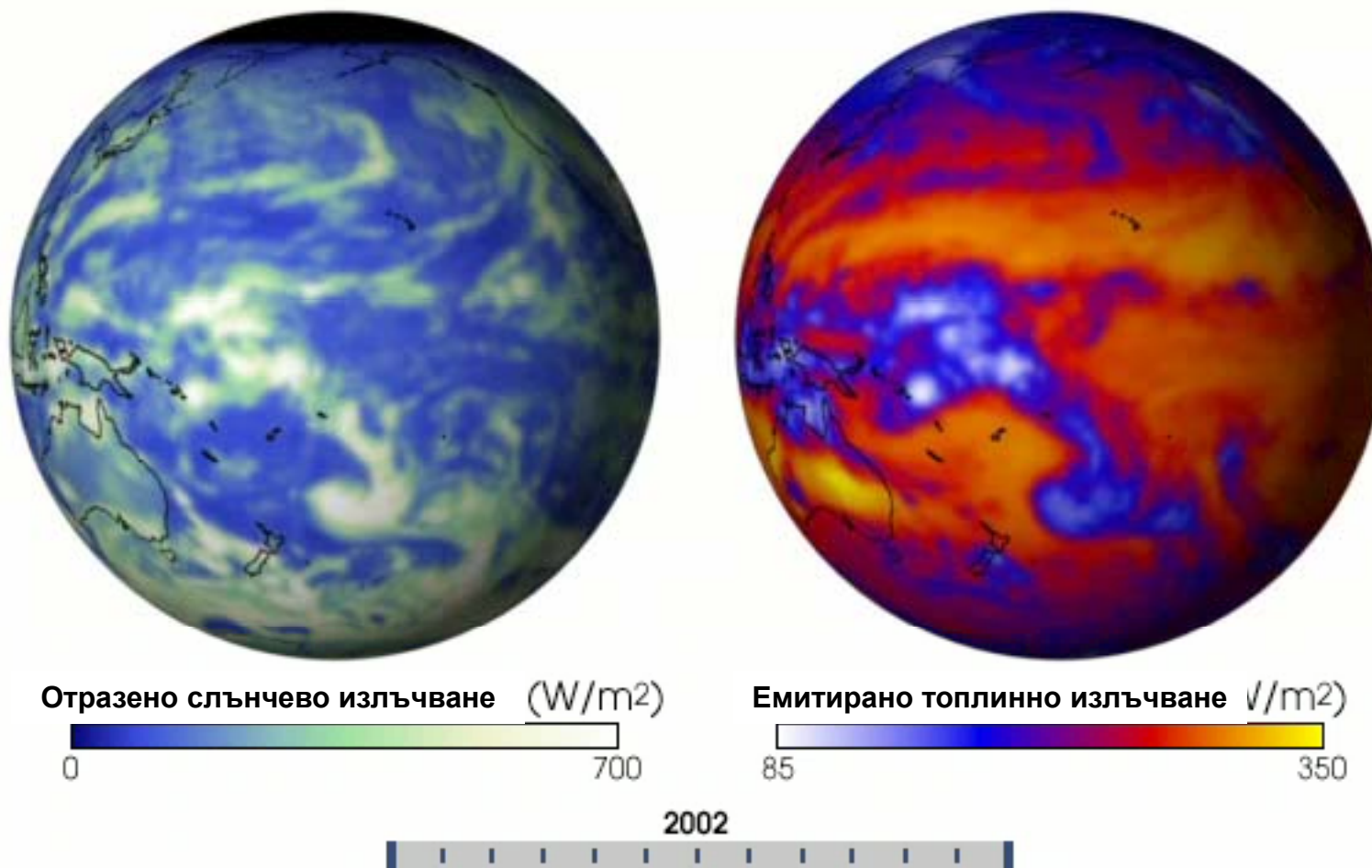
# Енергиен бюджет на излъчванията на Земята



Атмосферата съдържа “парникови газове”, които поглъщат дълговълновата (инфрочервената) радиация

Повечето (2/3) от енергията, достигнала земната повърхност се излъчва вторично обратно от атмосферата (“парников ефект”)

# СПЪТНИКЪТ CERES НА NASA



- Данни от спътника CERES (Облаците и Земната излъчваща енергия система)
- Климатичните модели имат за цел да симулират климата на Земята с компютри
- Облаците са много слабо симулирани



# Защо облаците са важни за измененията на климата

John Constable, Изучаване на облаците, 1821

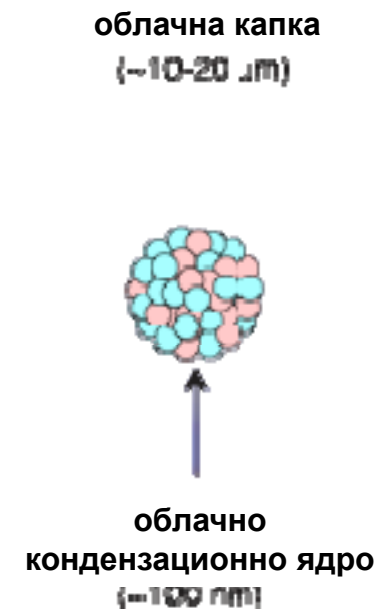


- Облачна покривка ~65% от Земята, средно годишно
- Нетно охлаждане от  $30 \text{ W/m}^2$
- в сравнение с  $1.6 \text{ W/m}^2$  общо антропогенно

# Радиативно форсиране благодарение на аерозолите



- Облачните капки формират върху аерозолите зародиши известни като облачни кондензационни ядра (CCN)
- Свойствата на облаците са чувствителни към броя на капките
- Повече аерозоли/CCN => по светли и ярки облаци, с по-дълго време на живот





# Зародишите за формиране на облаците



- Аерозолни частици = кондензационни зародиши

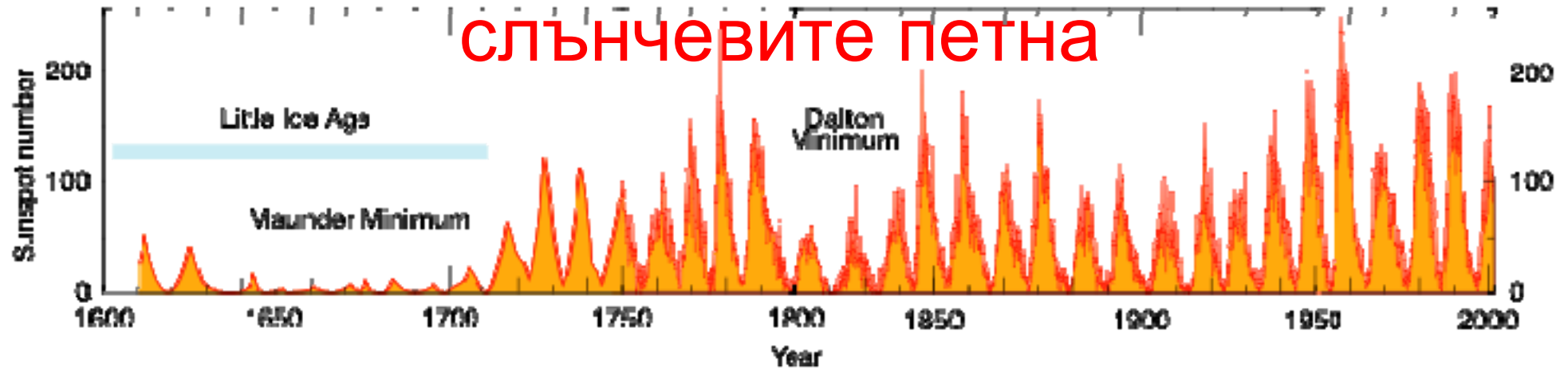
- Заредени частици = кондензационни зародиши

- Могат ли космичните лъчи да повлияят на аерозолите, облаците и климата?



# Малкият ледников период и данните за

## слънчевите петна



Hunters in the snow, Peter Bruegel, 1565



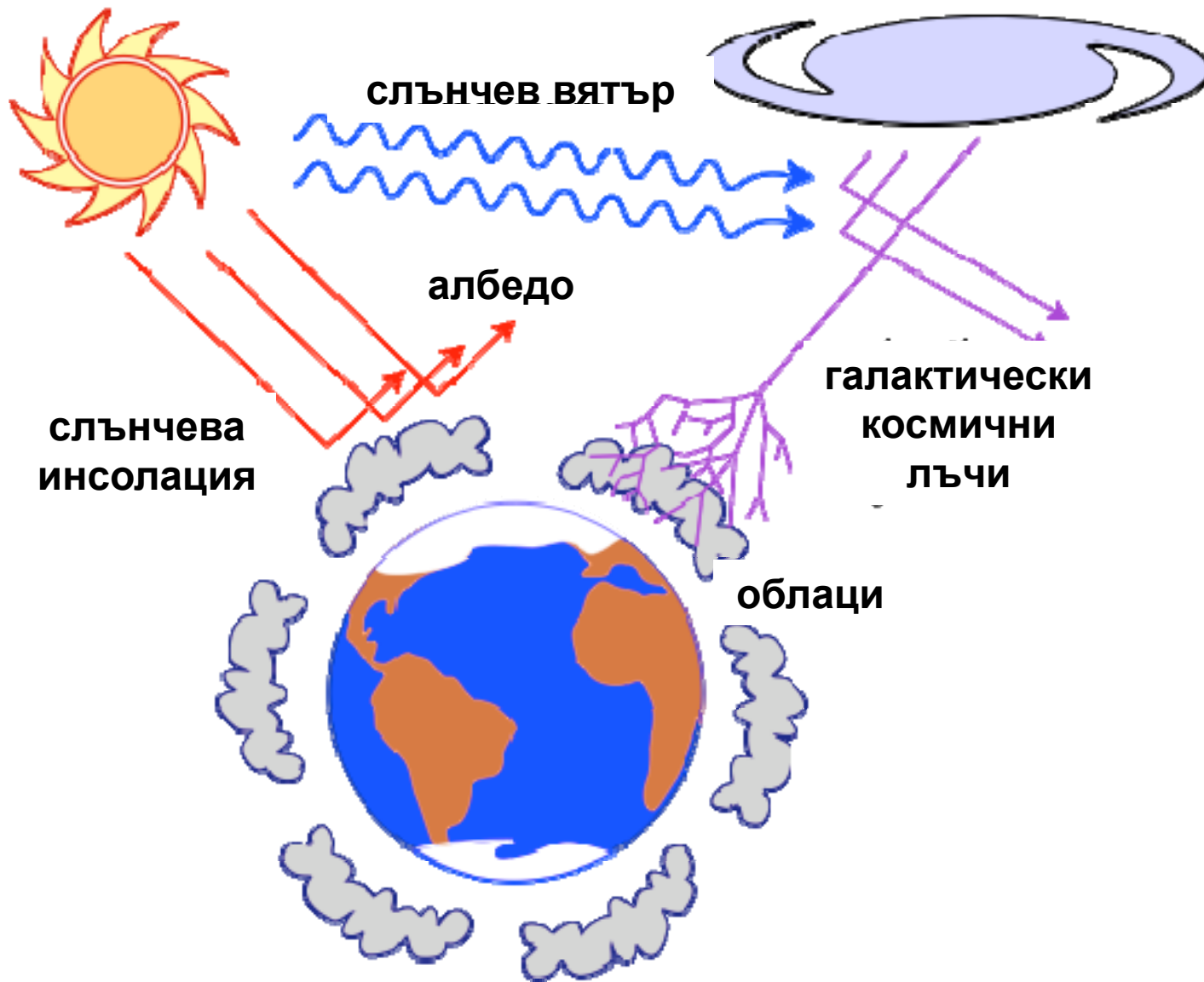
The frozen Thames, 1677



- Неактивно слънце (малко слънчеви петна) ⇒ студен климат
- Активно слънце (много слънчеви петна) ⇒ топъл климат



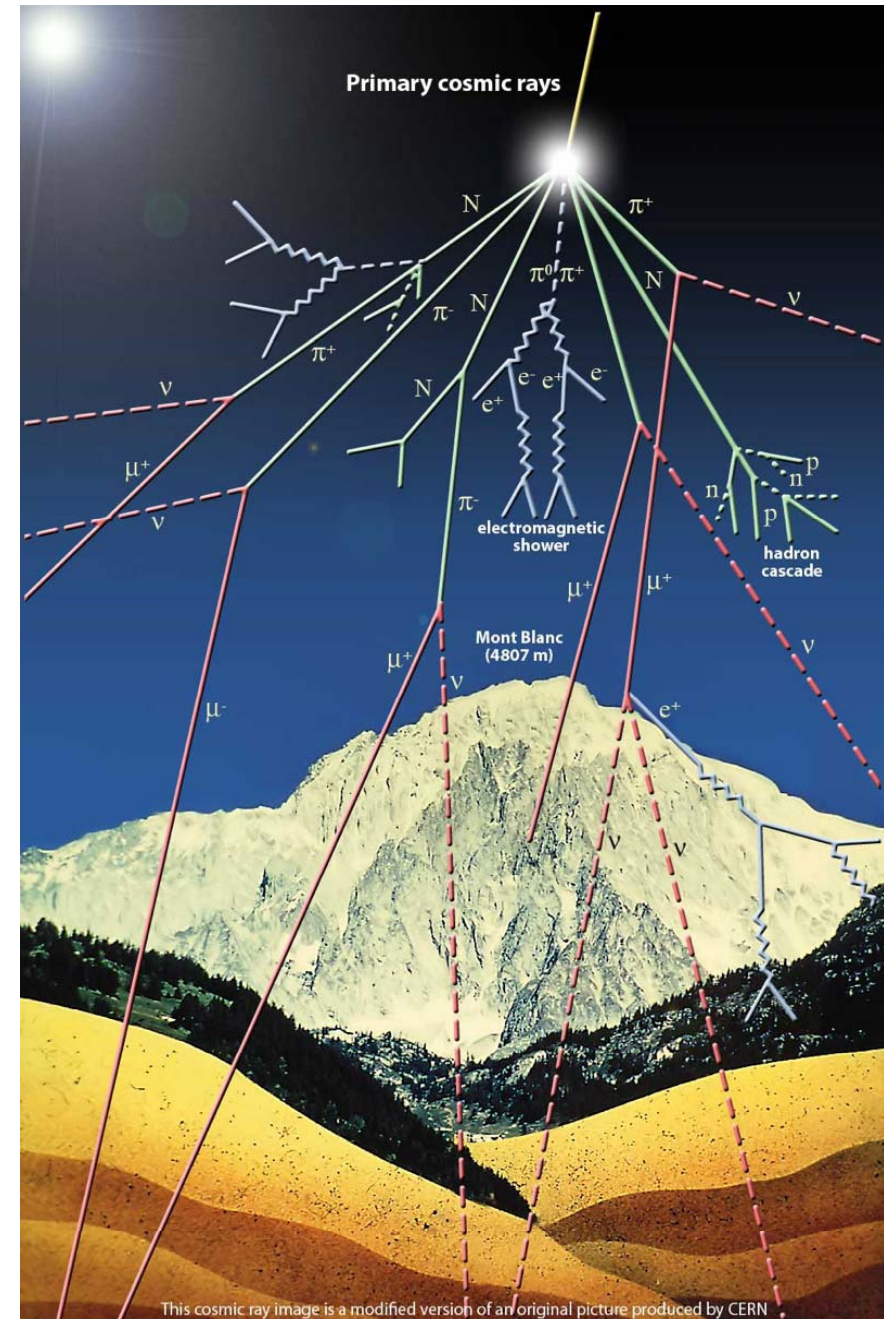
# Възможен физически механизъм



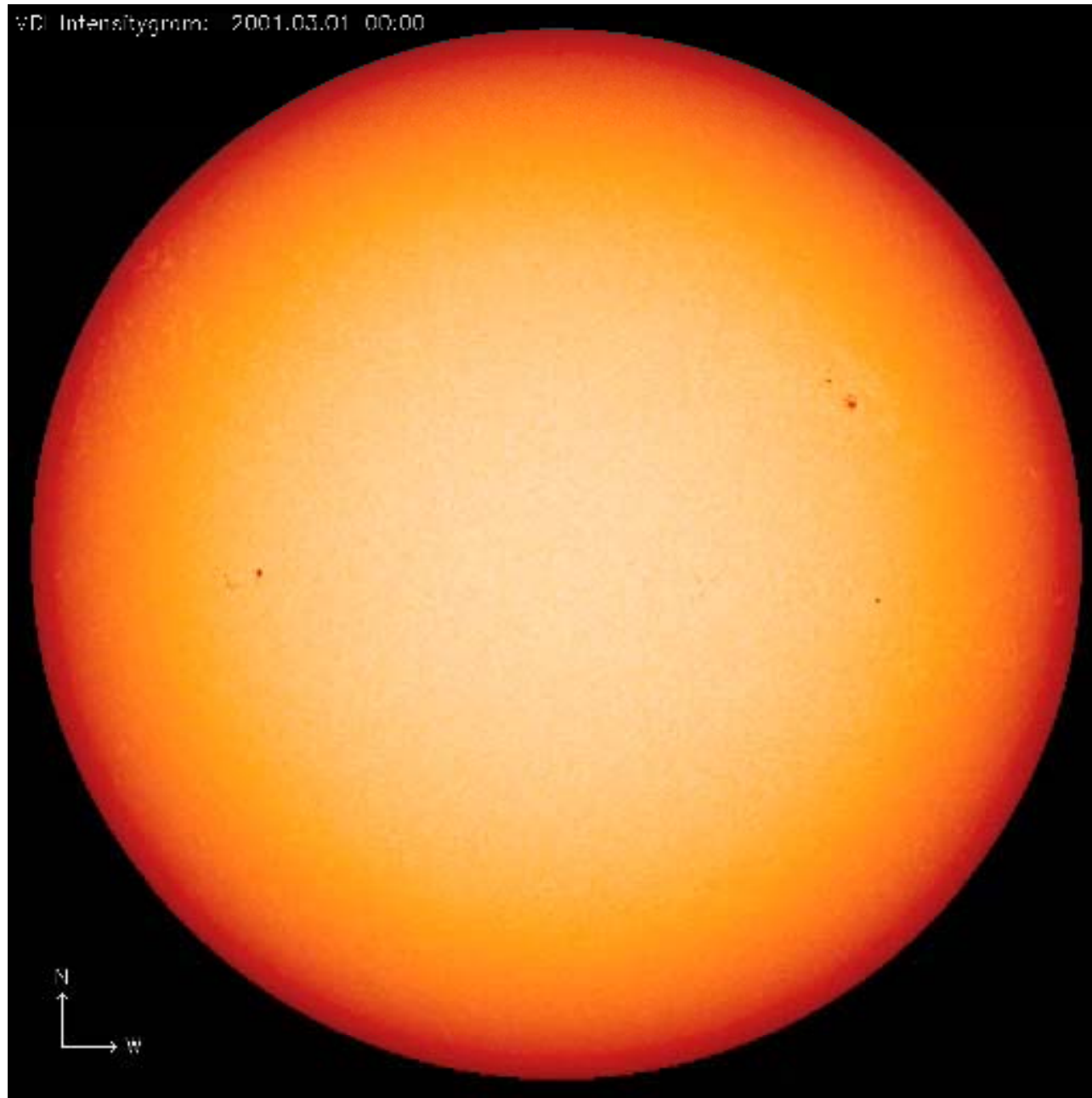
# Галактически космични лъчи (GCRs)



- Генерирани от Супер нова
- Навлизат в Слънчевата система и частично са отклонени от слънчевия вятър
- Главно протони с висока енергия
- Малък енергиен принос (= светлината на звездите)

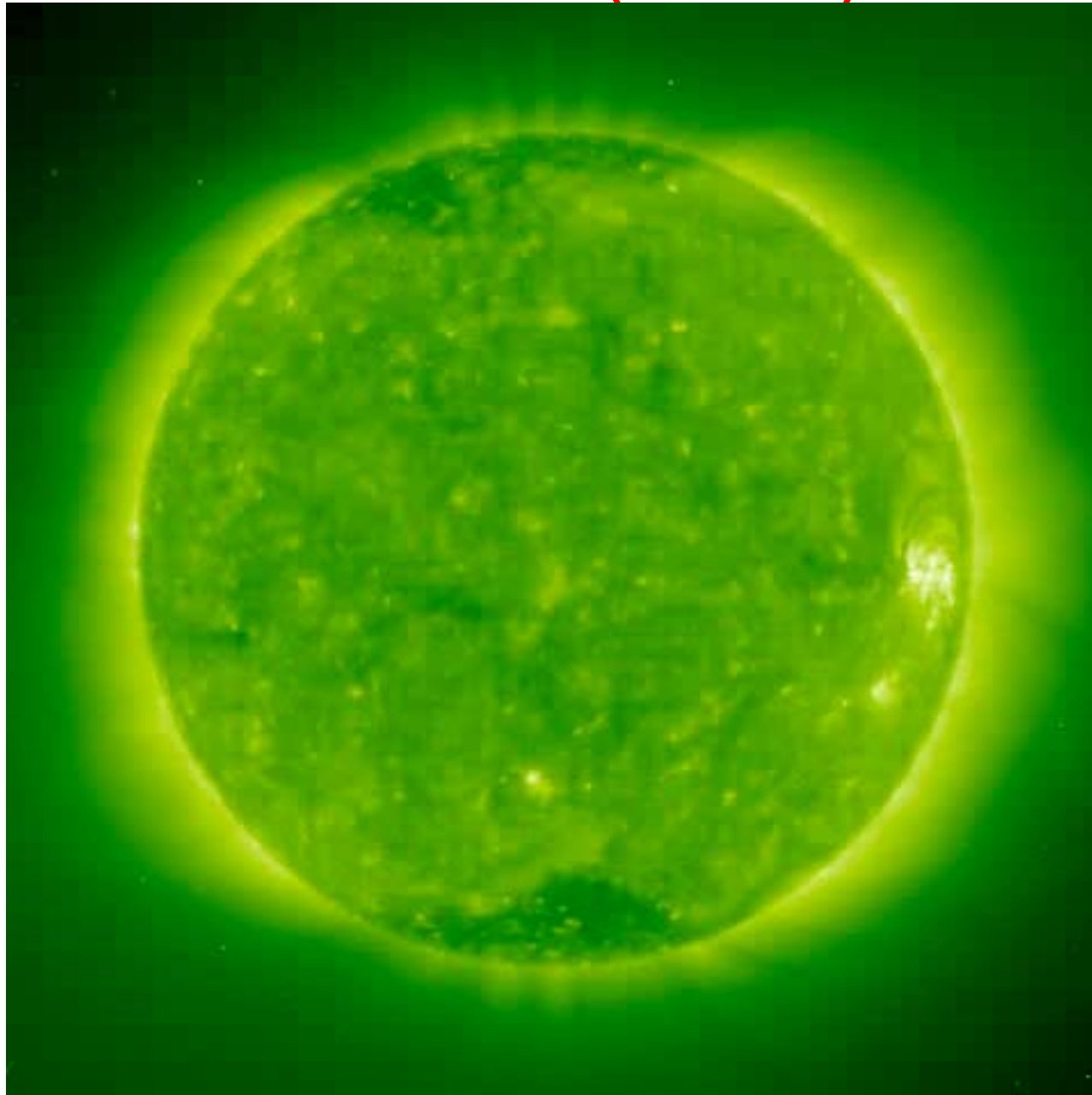


# Слънцето (фотосферата) видно във видимия обхват (677nm) при слънчевия максимум (2001)



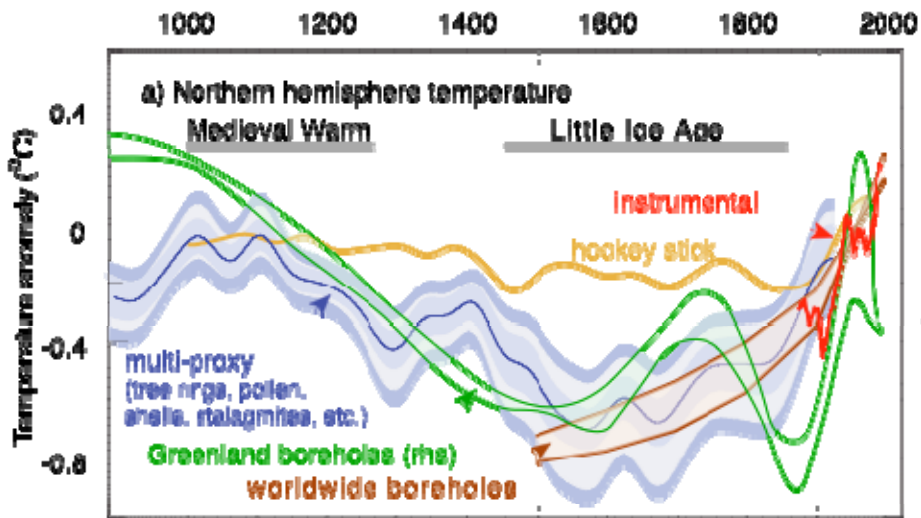


# Слънцето (корона) видяно чрез UV обектив (20nm)

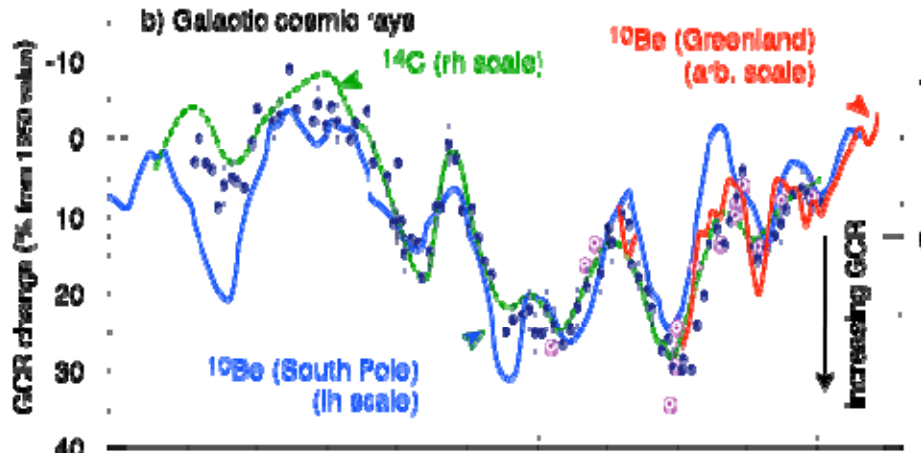


# GCR- климат – 2000год.

- Малкия ледников период и Средновековния топъл период
- Глобални наблюдения



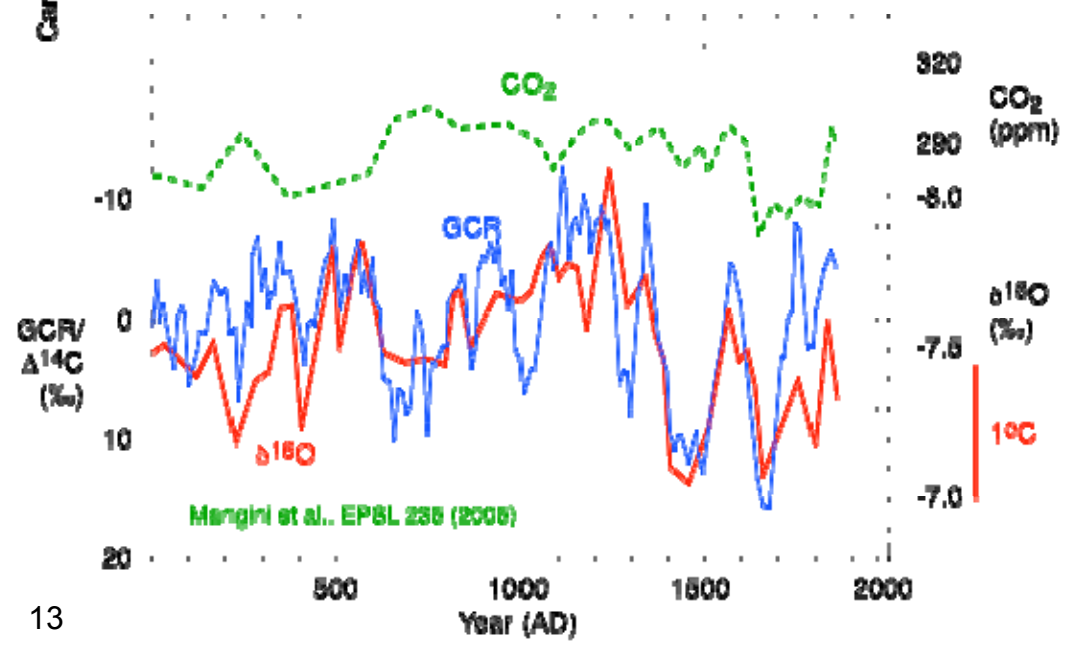
Greenland surface temperature (°C)  
 -31  
 -19  
 -20.6 Dye3  
 -32



Carbon-14 anomaly (x 10<sup>-3</sup>)  
 -20  
 0  
 20

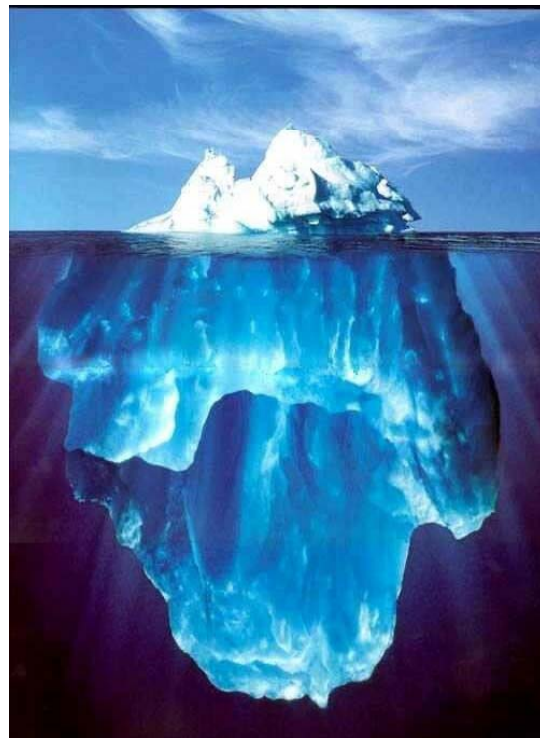
ГОЛЯМ ПОТОК GCR	студен климат
МАЛЪК ПОТОК GCR	ТОПЪЛ климат

Austrian speleothem:



# GCR- климат - 10 х.год. (Холоцен)

Bond et al, Science 294, 2001



Cosmic rays:

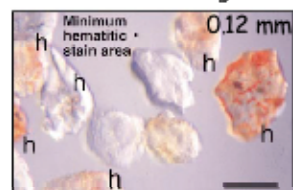
Low cosmic ray flux

High cosmic ray flux

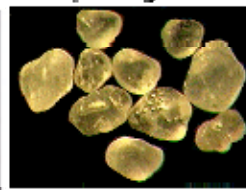
Low cosmic ray flux

High cosmic ray flux

hematite-stained grains



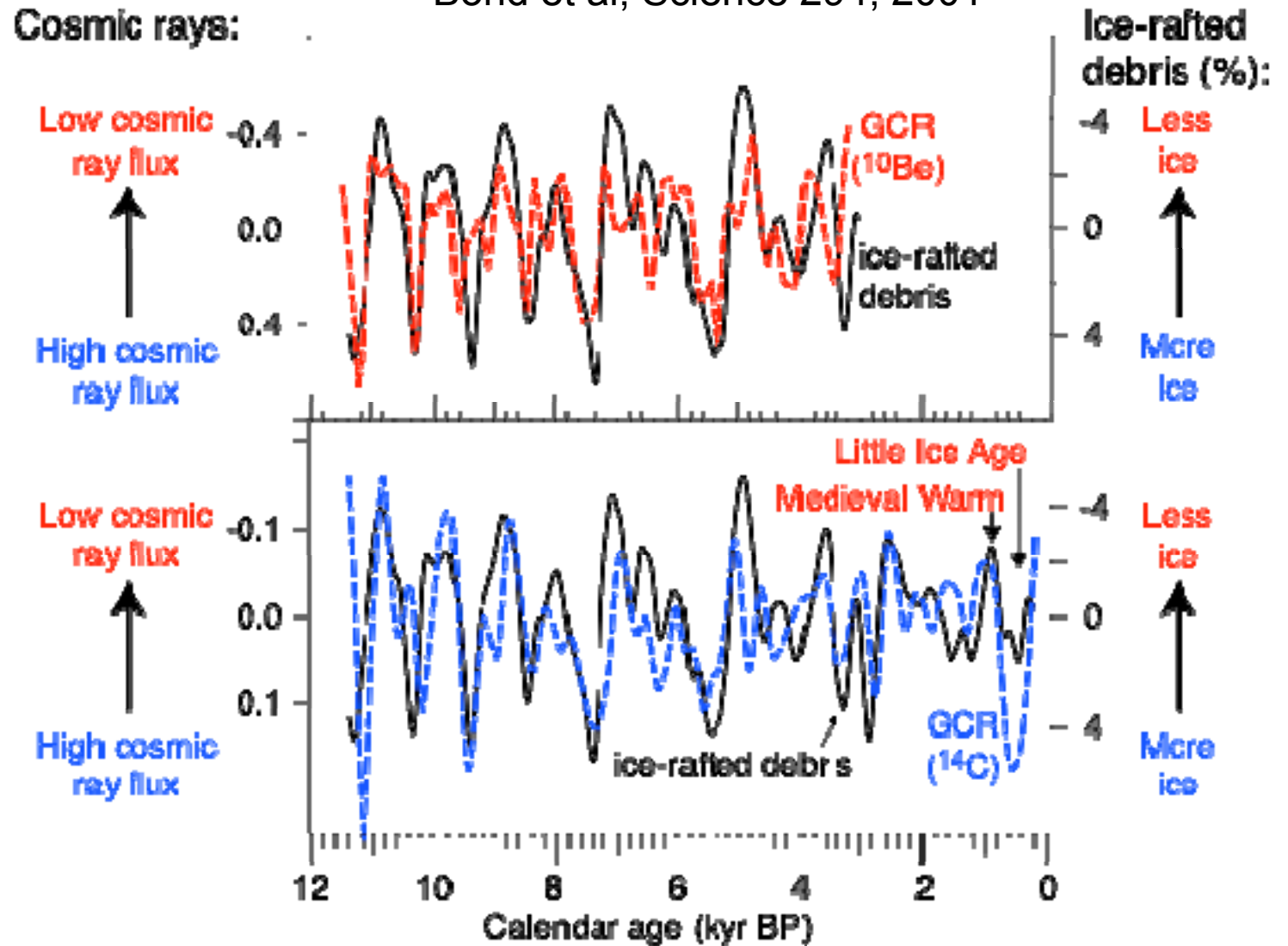
quartz grains



Icelandic glass grains



foraminifera

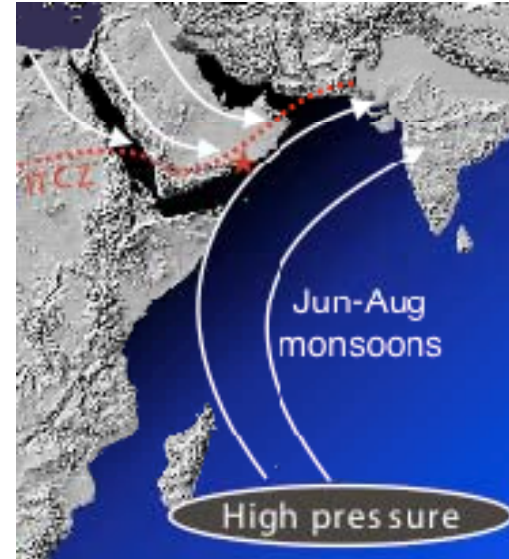
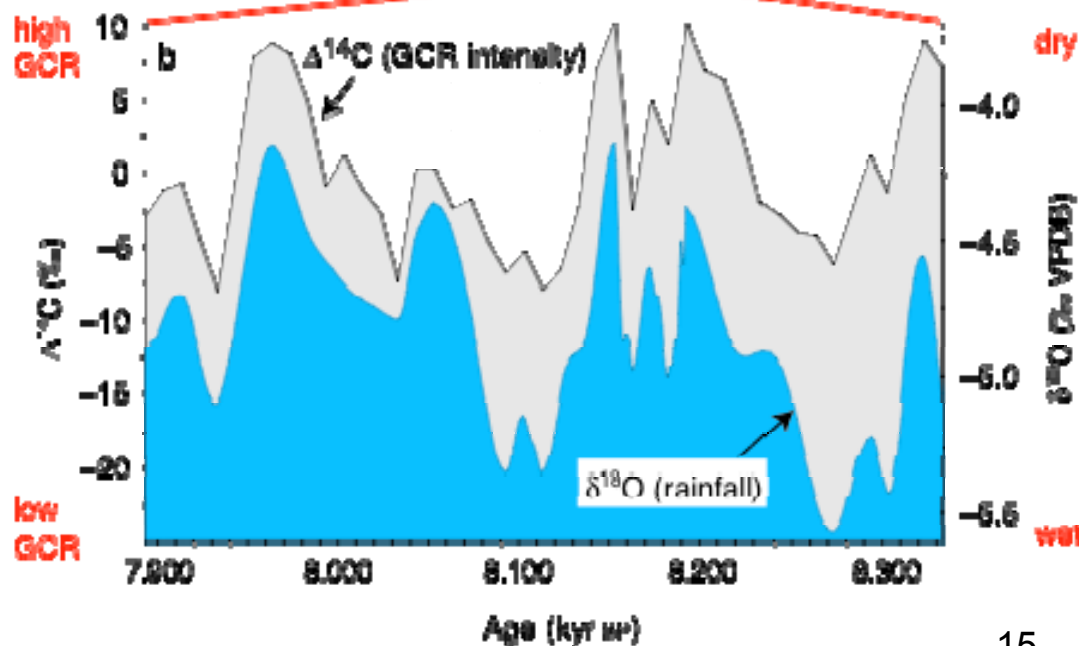
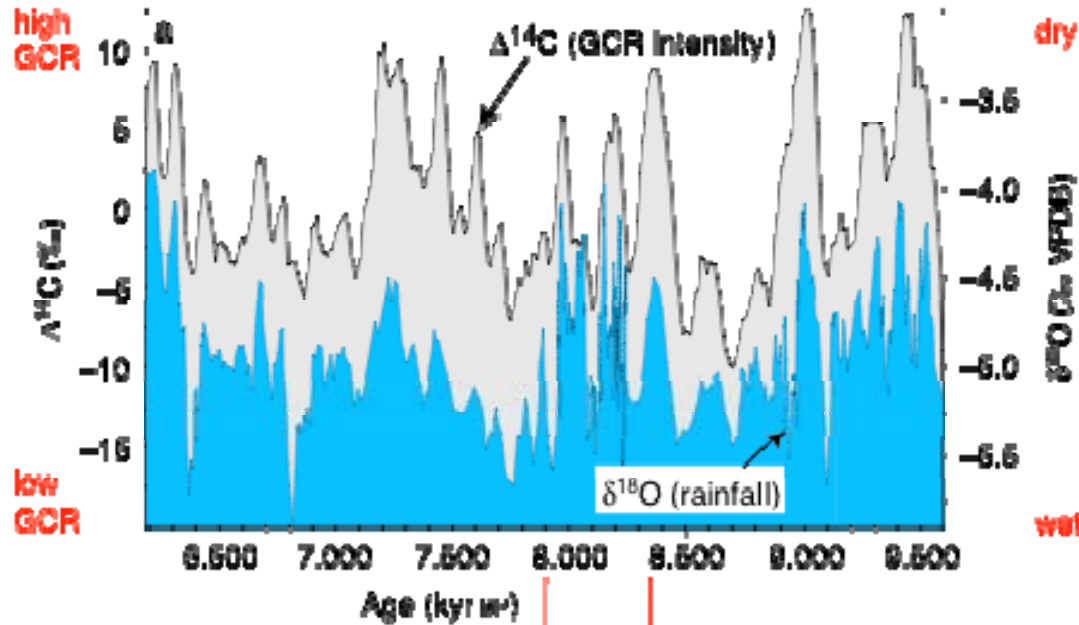


- Малкият ледников период е само най-последния от около 10 такива събития през Хоцена



# GCRs и мусоните в Индийския океан

U. Neff et al. (Nature 411, 2001)



- Слънчево/GCR принос на мусоните от Индийския океан (миграция на ITCZ – интертропически фронт) в столетен – десетилетен мащаб



# ЕКСПЕРИМЕНТЪТ CLOUD



# Сътрудничеството по проекта CLOUD

## **Austria:**

*University of Innsbruck, Institute of Ion Physics and Applied Physics  
University of Vienna, Institute for Experimental Physics*

## **Bulgaria:**

*Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Sofia*

## **Finland:**

*Helsinki Institute of Physics and University of Helsinki, Lab. Aerosol & Environmental Physics  
Finnish Meteorological Institute, Helsinki  
University of Kuopio, Department of Physics  
Tampere University of Technology, Department of Physics*

## **Germany:**

*Johann Wolfgang Goethe-University of Frankfurt, Institute for Atmosphere and Environment  
Leibniz Institute for Tropospheric Research, Leipzig*

## **Portugal:**

*University of Lisbon, Department of Physics*

## **Russia:**

*Lebedev Physical Institute, Solar and Cosmic Ray Research Laboratory, Moscow*

## **Switzerland:**

*CERN Physics Department  
Paul Scherrer Institute, Laboratory of Atmospheric Chemistry*

## **United Kingdom:**

*University of Leeds, School of Earth and Environment  
University of Reading, Department of Meteorology  
Rutherford Appleton Laboratory, Space Science & Particle Physics Departments*

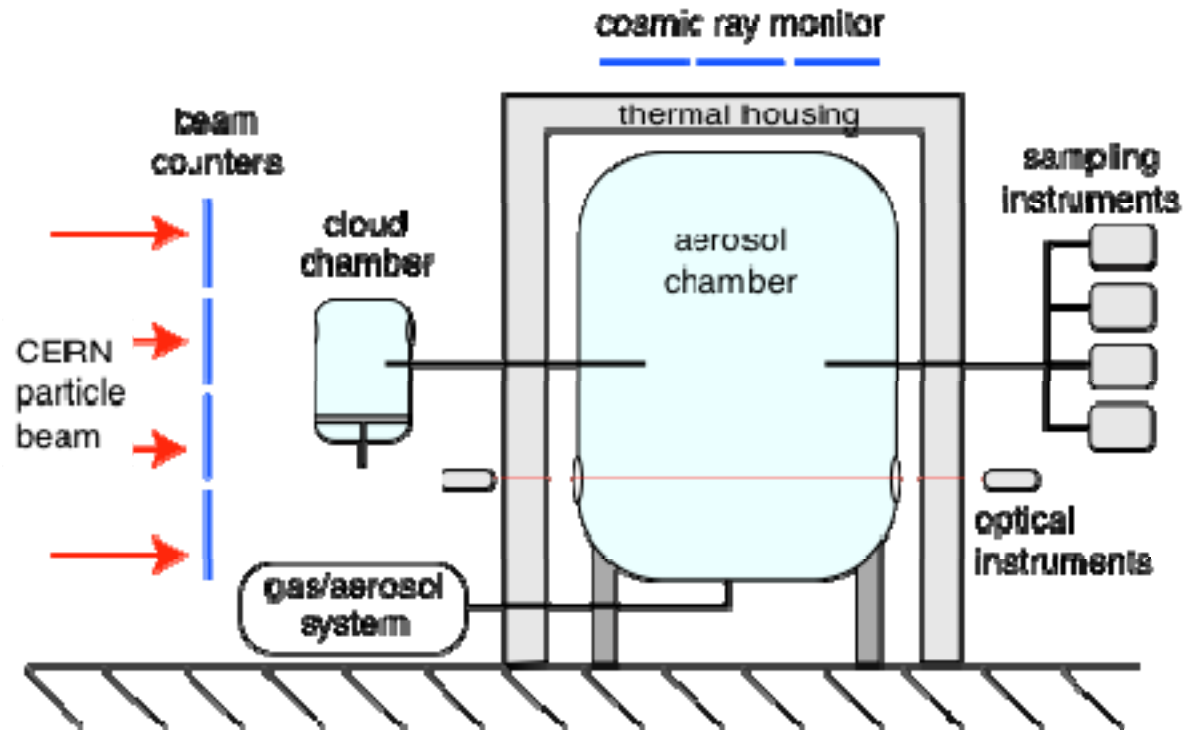
## **United States:**

*California Institute of Technology, Division of Chemistry and Chemical Engineering*



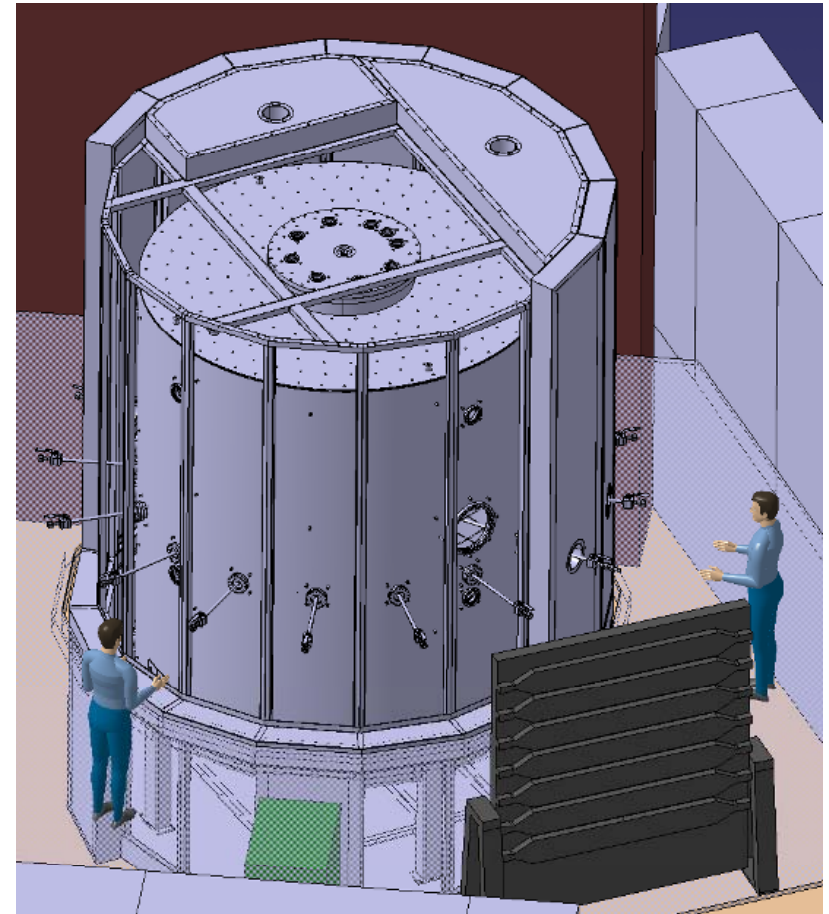
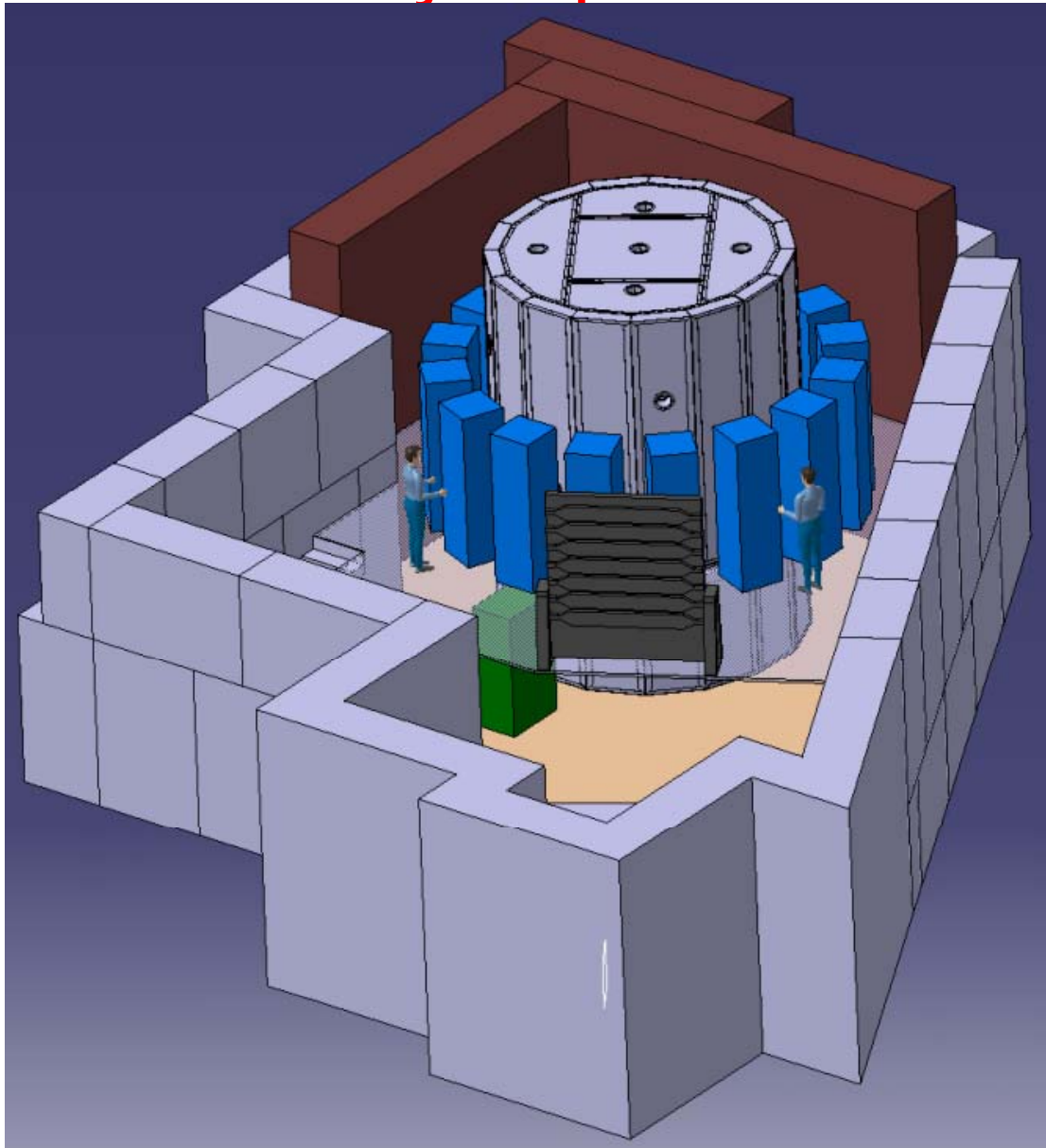


# Идеята на CLOUD



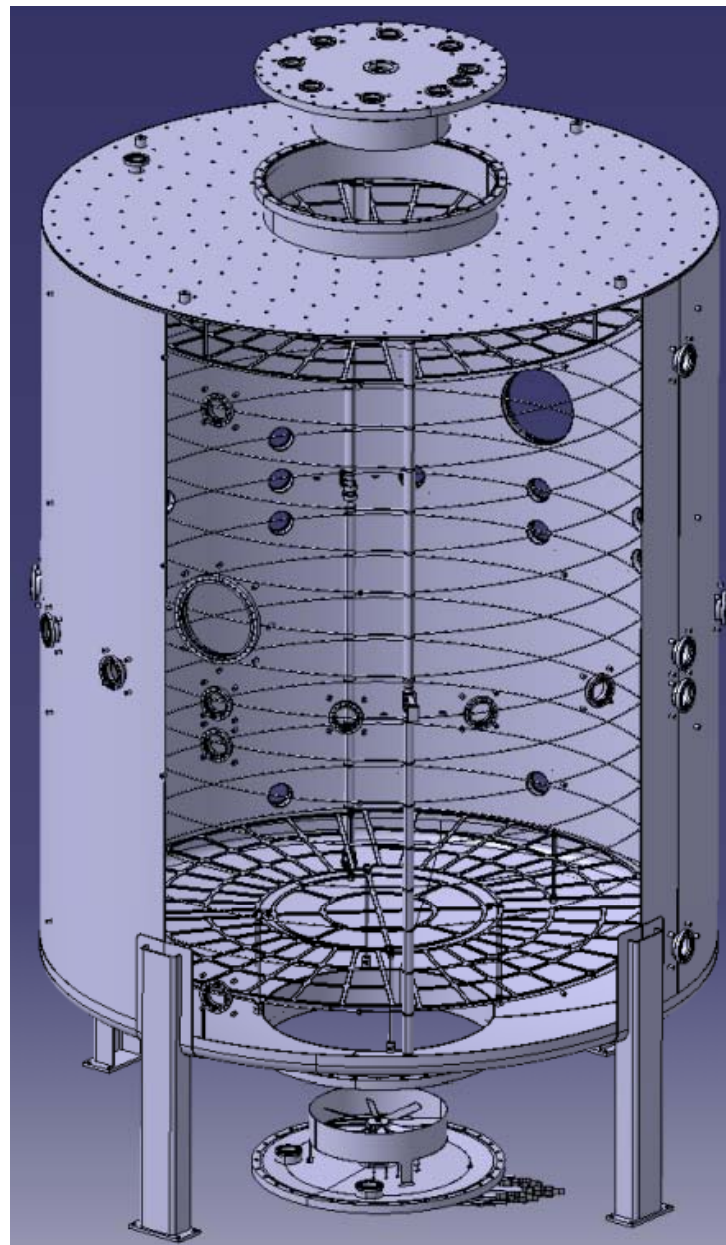
- Изучаване микрофизичните взаимодействия на системата космични лъчи – аерозоли – облаци в лабораторни условия:
  - ▶ Да се пресъздаде атмосферата в аерозолната камера
  - ▶ Да се добавят измервателни инструменти изследване на аерозолите + облачните капки
  - ▶ Да се използва поток от частици, генериран от ускорител на CERN като регулируем източник на “космични лъчи”

# Експерименталната установка на CLOUD на PS ускорителя в CERN (2009 →)



# 3-метровата аерозолна камера на проекта CLOUD

- Камера от неръждаема стомана, 3m диаметър, 3.8m височина
- Изводи за пробовземане, оптически четци & инструменти
- Термоизолация и прецизно управление на температурата
- Параметри на функциониране:  
1.0 → 1.1 bar  
-90°C → 100°C
- CERN UHV стандарт за вътрешните повърхности
- Снабдяване с въздух от нискотемпературни течности





# Експериментални цели на CLOUD

- Влияние на космичните лъчи върху:
  - ▶ **Образуване на ядра от аерозолите (нюклеация) и нарастването им:**
    - 📖 Йон-индуцирана нюклеация на аерозолите от следови газове
    - 📖 Нарастване на аерозолите до облачни кондензационни ядра (CCN)
    - 📖 Активиране на CCN в облачни капки
  - Микрофизика на облаците (глобална електрическа верига):**
    - 📖 Формиране на ледени частици
    - 📖 Колизионни ефективности на аерозолите и капките
    - 📖 Механизмът на замразяване в полярните стратосферни облаци
- Оценяване на климатичната значимост на лабораторните измервания чрез моделиране на облаците и полеви изследвания

# Заклучения

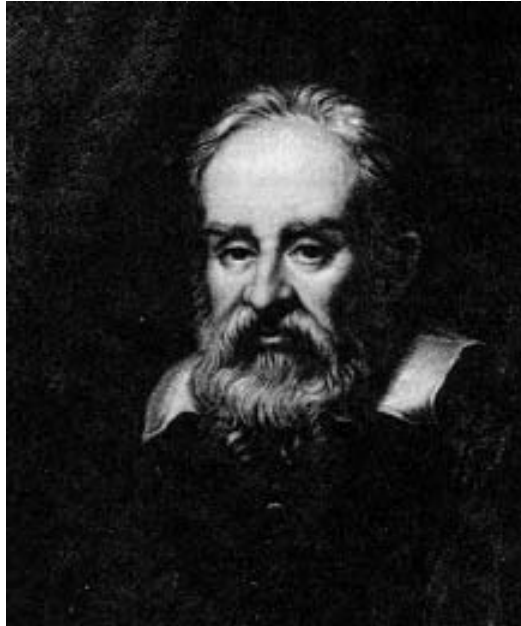
- Климатът се е изменял постоянно в миналото, и причините не са добре разбрани – в частност в 100 годишния времеви мащаб, отнасящ се за съвременните климатични изменения
- Силни факти в полза на слънчево-климатичната изменчивост, но без да е разбран окончателно механизма ѝ. Водещ претендент е влиянието на космичните лъчи върху облаците
- Проектът CLOUD в CERN цели изучаване на механизмите на взаимодействие на космичните лъчи и облаците при контролиран лабораторен експеримент
- Въпросът е дали и в каква степен климата е повлиян от взаимодействията на слънцето и космичните лъчи, остава централен за нашето разбиране за антропогенните изменения на климата

# Поуки за вашия клас

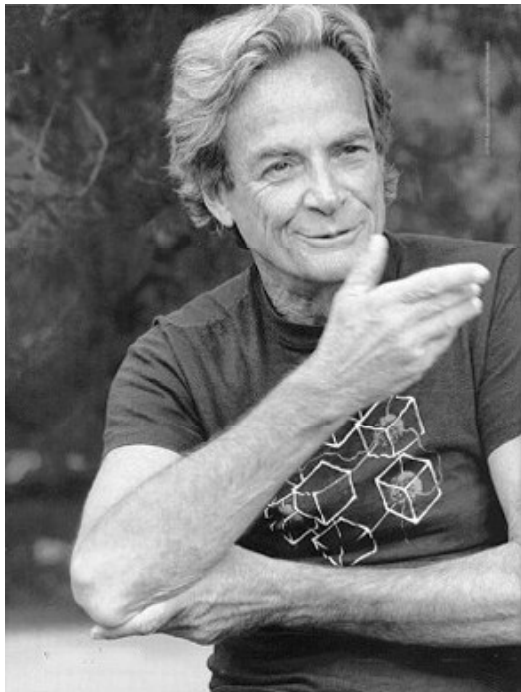
- Винаги бъдете скептични по отношение на това, което прочетете или чуете в науката (включително което сте чули и в моята лекция!):
  - Особено в популярните медии, които често са сензационни и неверни, що се касае до науката
- Това не означава, че вие ще се усъмнявате във всичко, което ; това означава, че вие решавте за себе си дали то има смисъл и и винаги мислите за алтернативни обяснения:
  - Да ви помогне има огромно множество от много добра (и лоша) информация, достъпна във вебпространството
- Нуката никога не е “установена” – тя винаги има неопределенности, и това е нейната сила: текущата общоприетост може винаги да бъде отхвърлена от нови експериментални резултати



# Два цитата за вашите ученици



- “По въпросите на науката властта на хилядите не струва нищо пред скромните доводи на отделния човек”, Галилео Галилей, 1632



- “Първи принцип на науката е, че не трябва да се самозаблуждавате и че, вие сте най-лесния човек за заблуждаване”, Ричард Фейнман, 1964

# Някои (добри) научни блогове & дебати за климата

- Гледна точка на антропогенното глобално затопляне:
  - ▶ **RealClimate:** <http://www.realclimate.org/>
- Гледна точка на скептиците:
  - ▶ **Climate Science (Roger Pielke Sr.):** <http://climatesci.org/>
  - ▶ **Climate Audit (Steve McIntyre):** <http://www.climateaudit.org/>
- Множество интерактивни климатични диаграми:
  - ▶ **Climate4You (Ole Humlum):** <http://www.climate4you.com/>
  - ▶ **WoodforTrees (Paul Clark):** <http://www.woodfortrees.org/>