

**Долгопрудненская научная станция ФИАН**  
**им.академика С.Н. Вернова**  
*(Лаборатория физики Солнца и космических лучей ФИАН)*





# **Солнечная активность, космические лучи, глобальные изменения климата**

**Ю.И. Стожков, Г.А. Базилевская, Э.В. Вашенюк (ПГИ), М.С. Калинин,  
А.Н. Квашнин, М.Б. Крайнев, В.С. Махмутов, В.П. Охлопков (НИИЯФ  
МГУ), А.И. Подгорный, А.К. Свиржевская, Н.С. Свиржевский**

**Ученый Совет ФИАН, 26 марта 2012**

# Содержание

## Введение

Солнечная активность (длительные минимумы в прошлом, характеристики солнечной активности в 2006 – 2012 гг., новый длительный минимум солнечной активности, прогноз на ближайшие ~ 3 десятилетия).

Космические лучи (стратосферный эксперимент).

Роль космических лучей в атмосферном электричестве. Международный эксперимент CLOUD (CERN).

Глобальные изменения климата. Физический механизм, ответственный за его изменения. Прогноз на будущее.

Активность научных сотрудников.

Материальное обеспечение научных работ (финансирование, хозяйственные задачи).

# Введение

1. Модуляционные эффекты в КЛ (измерения в атмосфере, эксперименты ПАМЕЛА, Моника).
2. Солнечная активность (долговременные изменения солнечной активности, солнечные вспышки, ТераГц).
3. Космические лучи, атмосферное электричество и атмосферные процессы (CLOUD).
4. Глобальные изменения климата
5. Астрофизика космических лучей (спектры КЛ, античастицы, темная материя, ПАМЕЛА).

# Введение

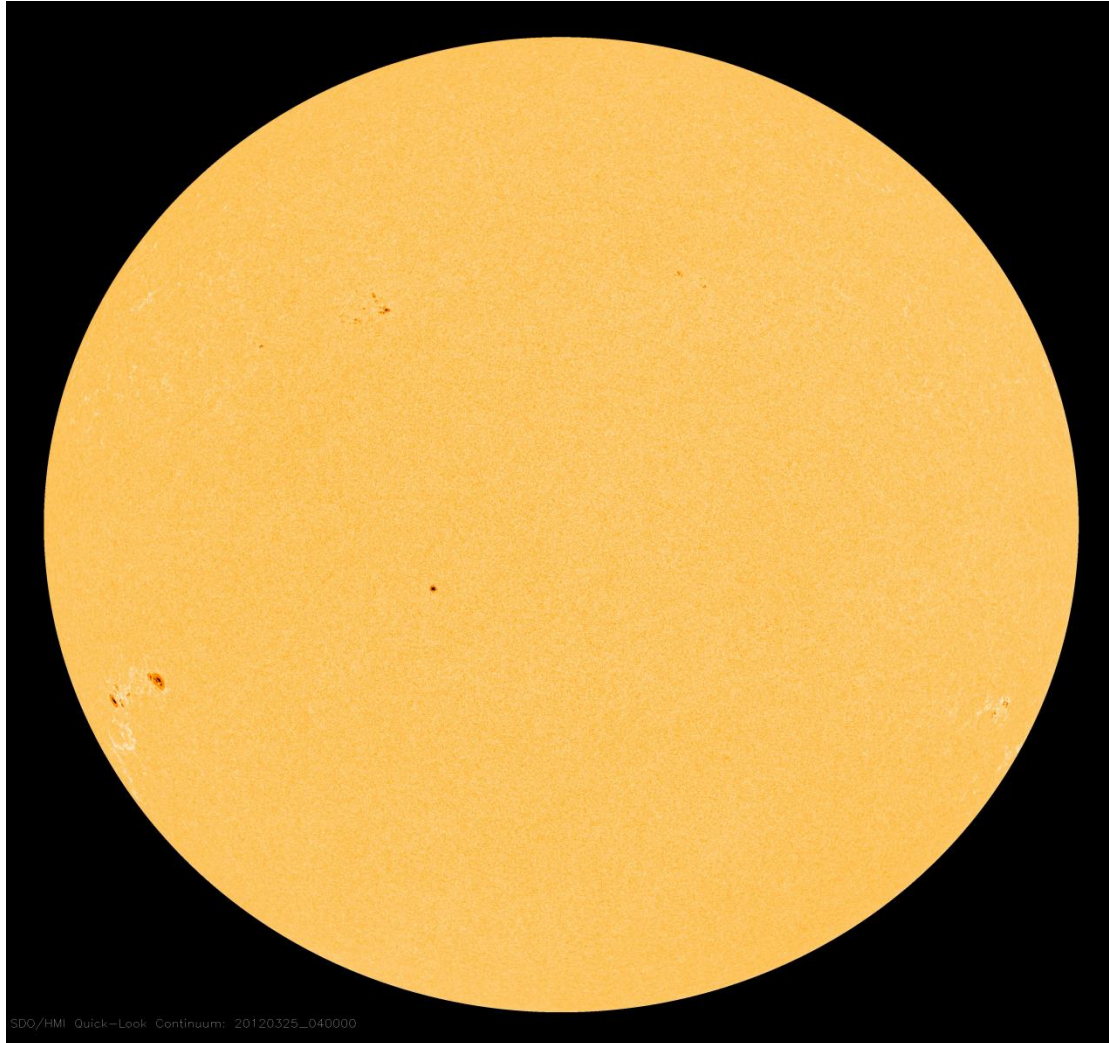
1. **Солнечная активность** (долговременные изменения солнечной активности).
2. **Модуляционные эффекты в КЛ** (измерения в атмосфере).
3. **Космические лучи, атмосферное электричество и атмосферные процессы (CLOUD)**.
4. **Глобальные изменения климата**

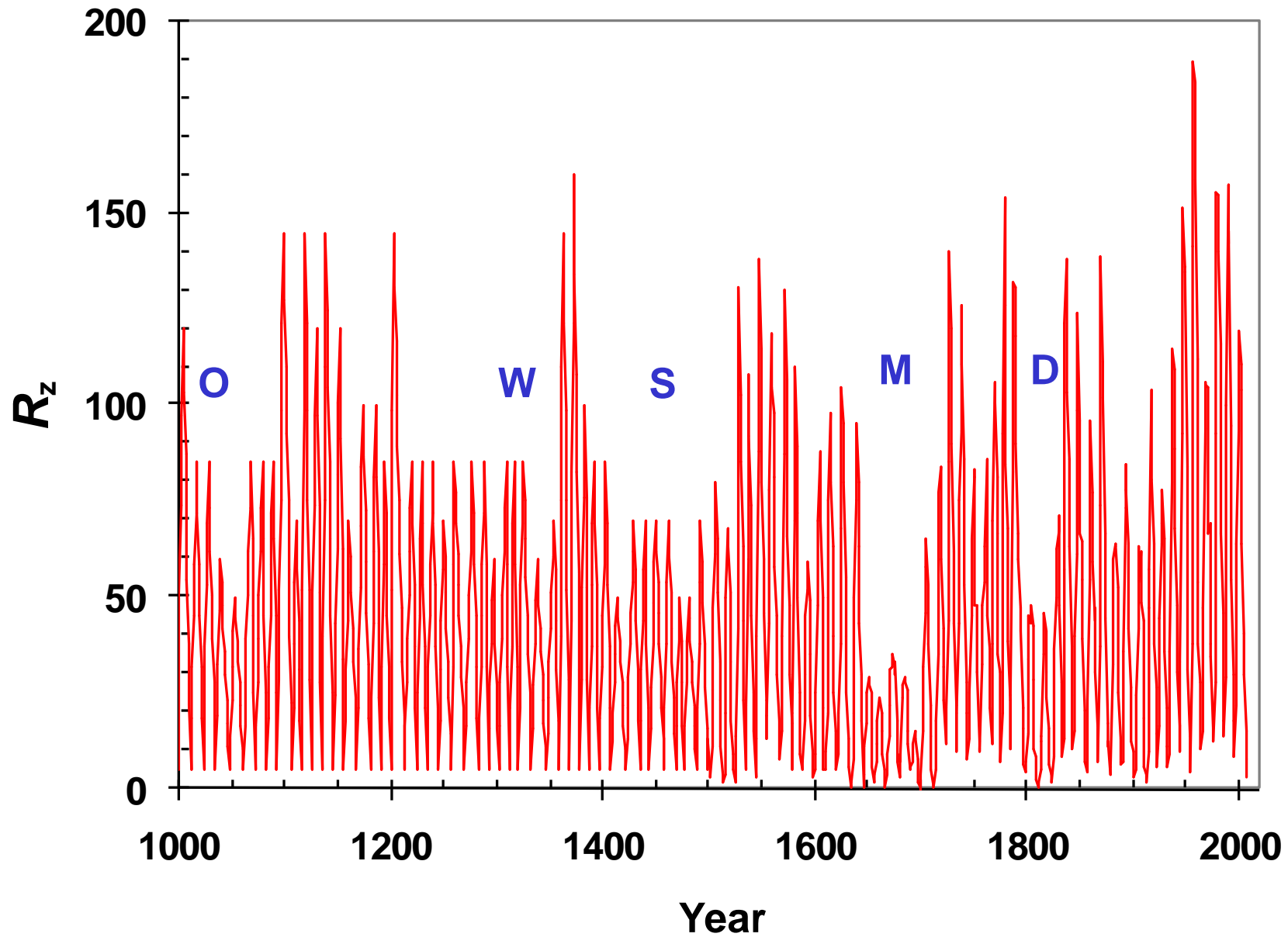
[http://spaceweather.com/images2001/13nov01/midi512\\_blank.gif?PHPSESSID=fjq0726lc6sfem881fo8hism26](http://spaceweather.com/images2001/13nov01/midi512_blank.gif?PHPSESSID=fjq0726lc6sfem881fo8hism26)

**Daily Sun: 13 Nov 2001**

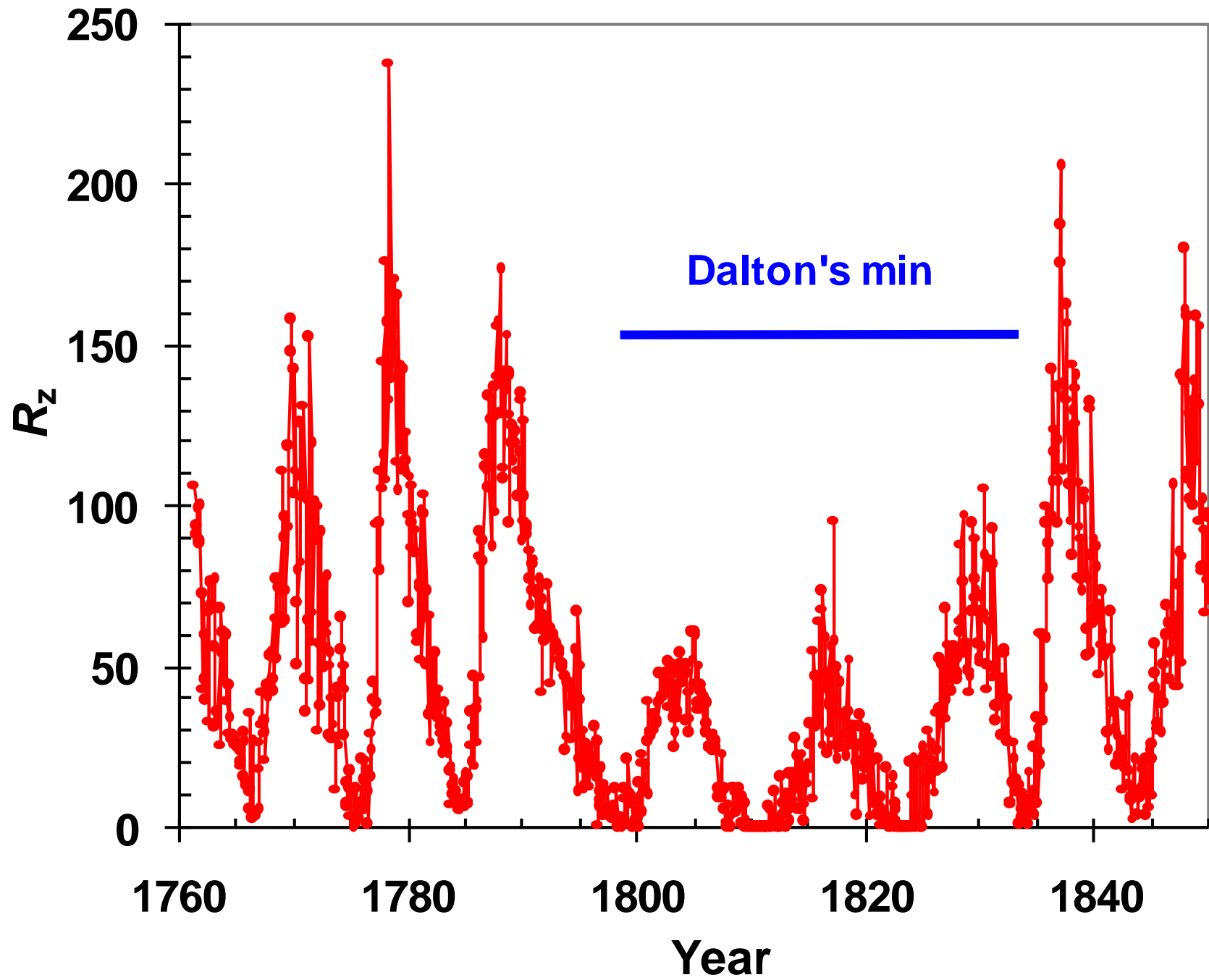


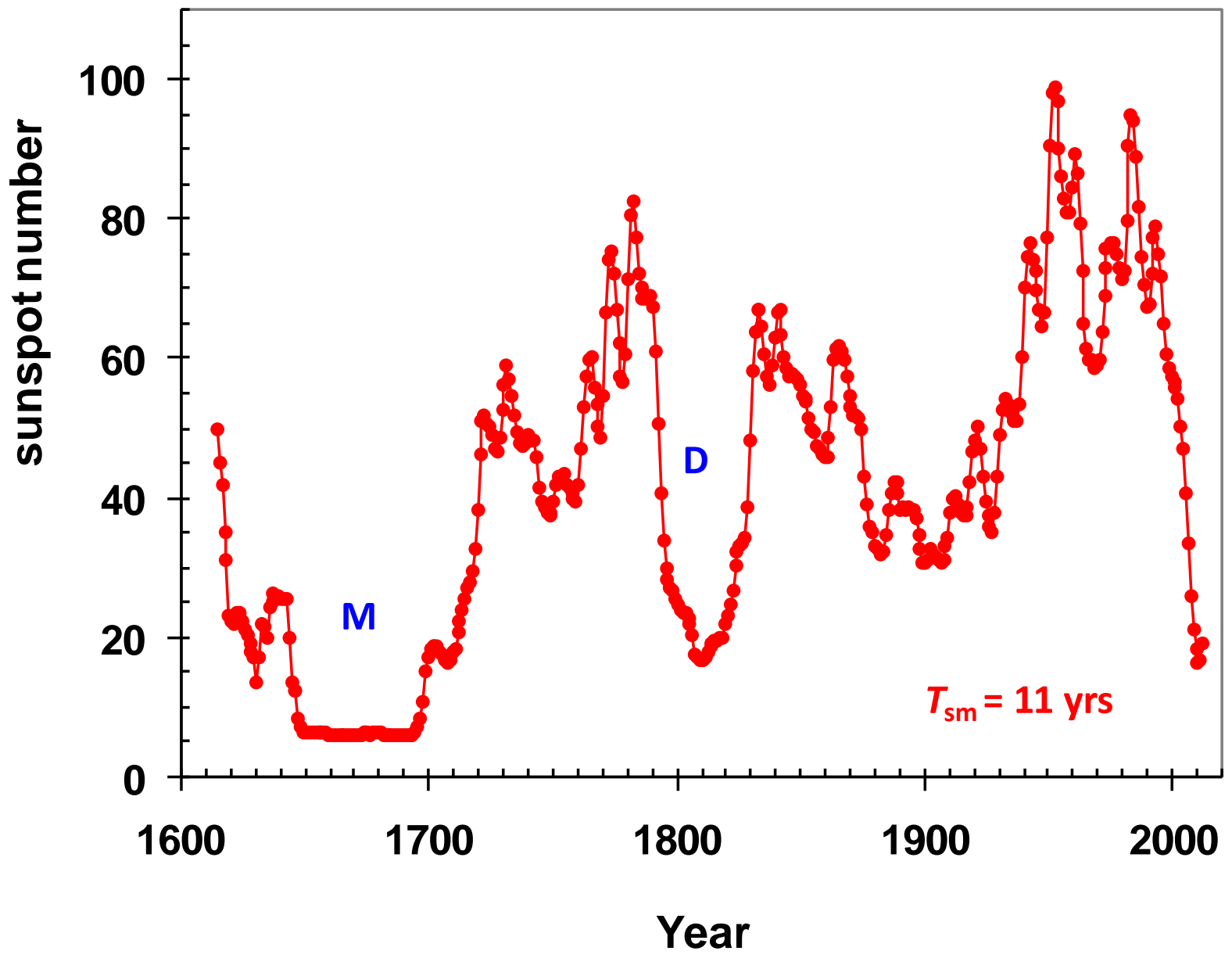
## Солнце 25 марта 2012



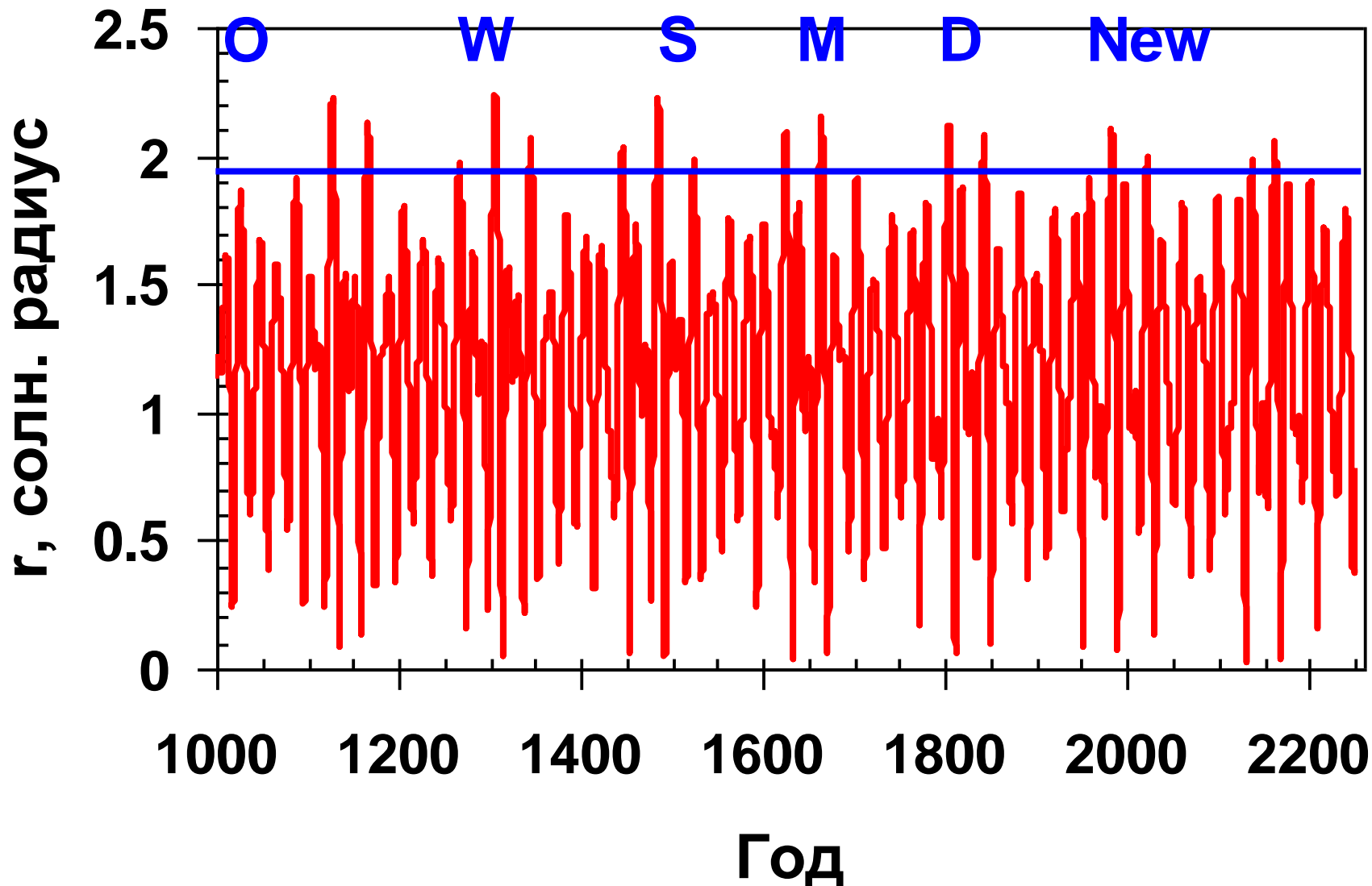




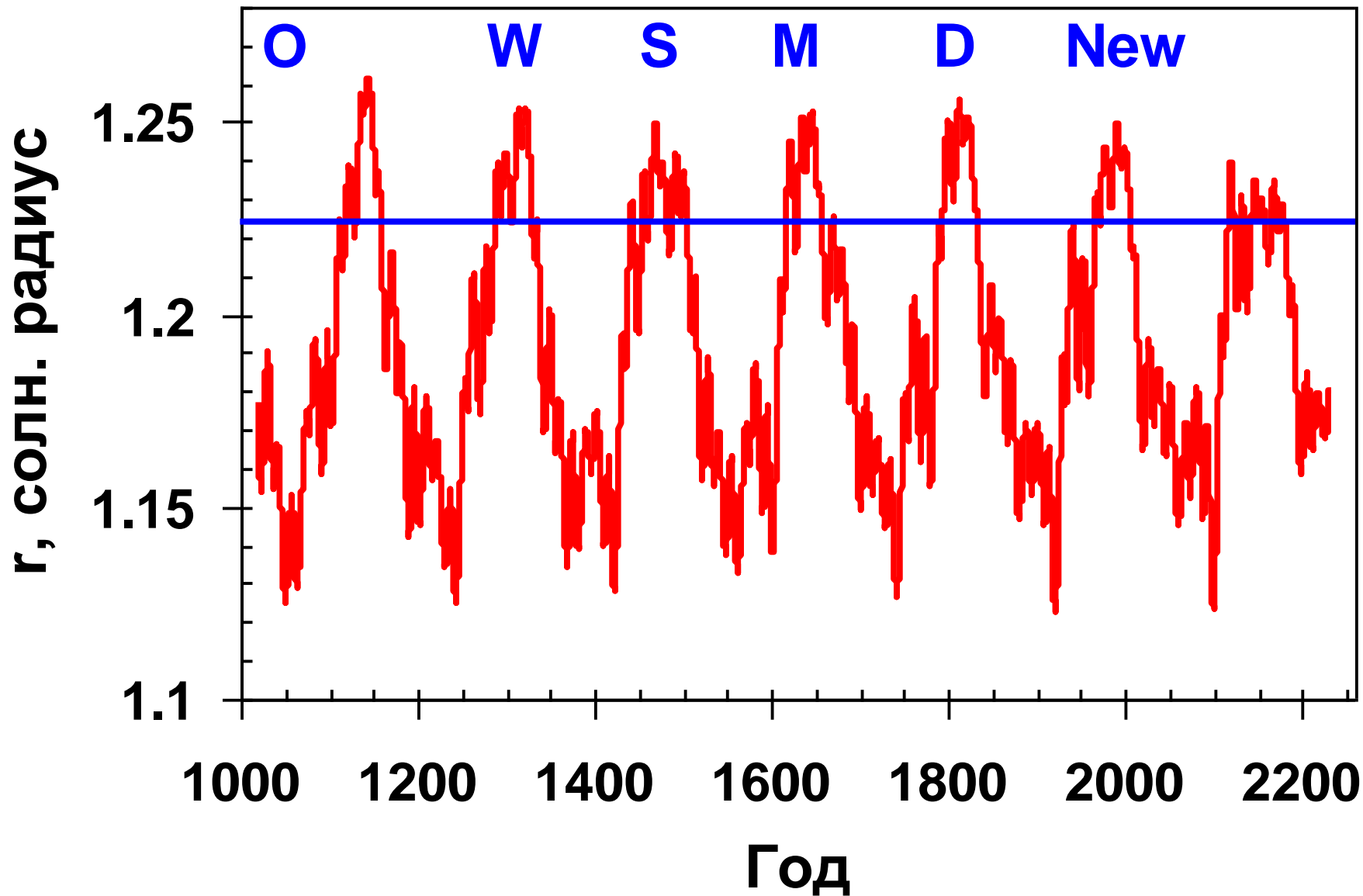




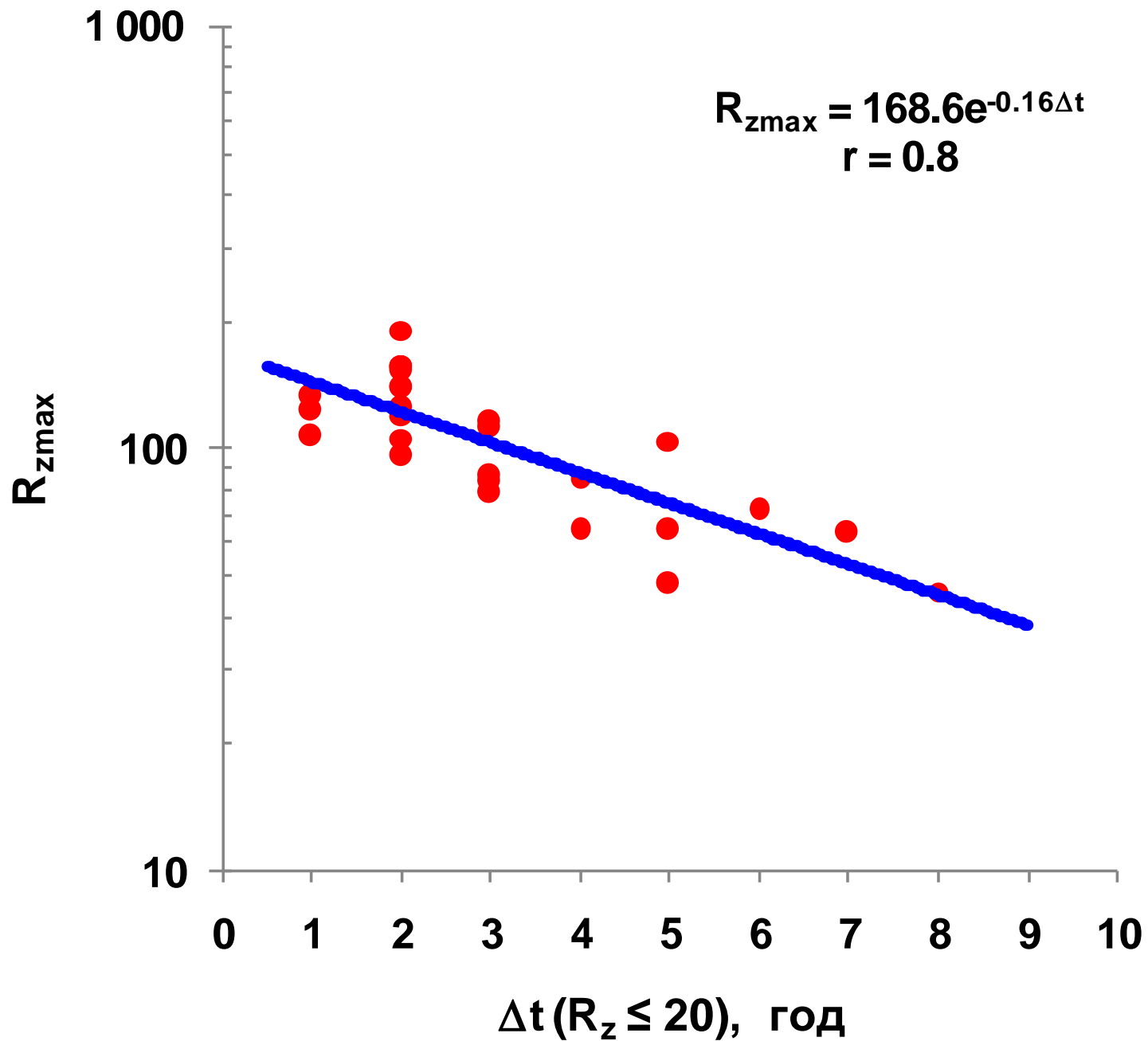
- **1280 – 1350 – Минимум Вольфа (W)**
- **1415 – 1540 – Минимум Шперера (S)**
- **1620 – 1720 – Минимум Маундера (M)**
- **1790 – 1835 – Минимум Дальтона (D)**
- **2007 – 2040 – Современный (NEW)  
продолжительный минимум**

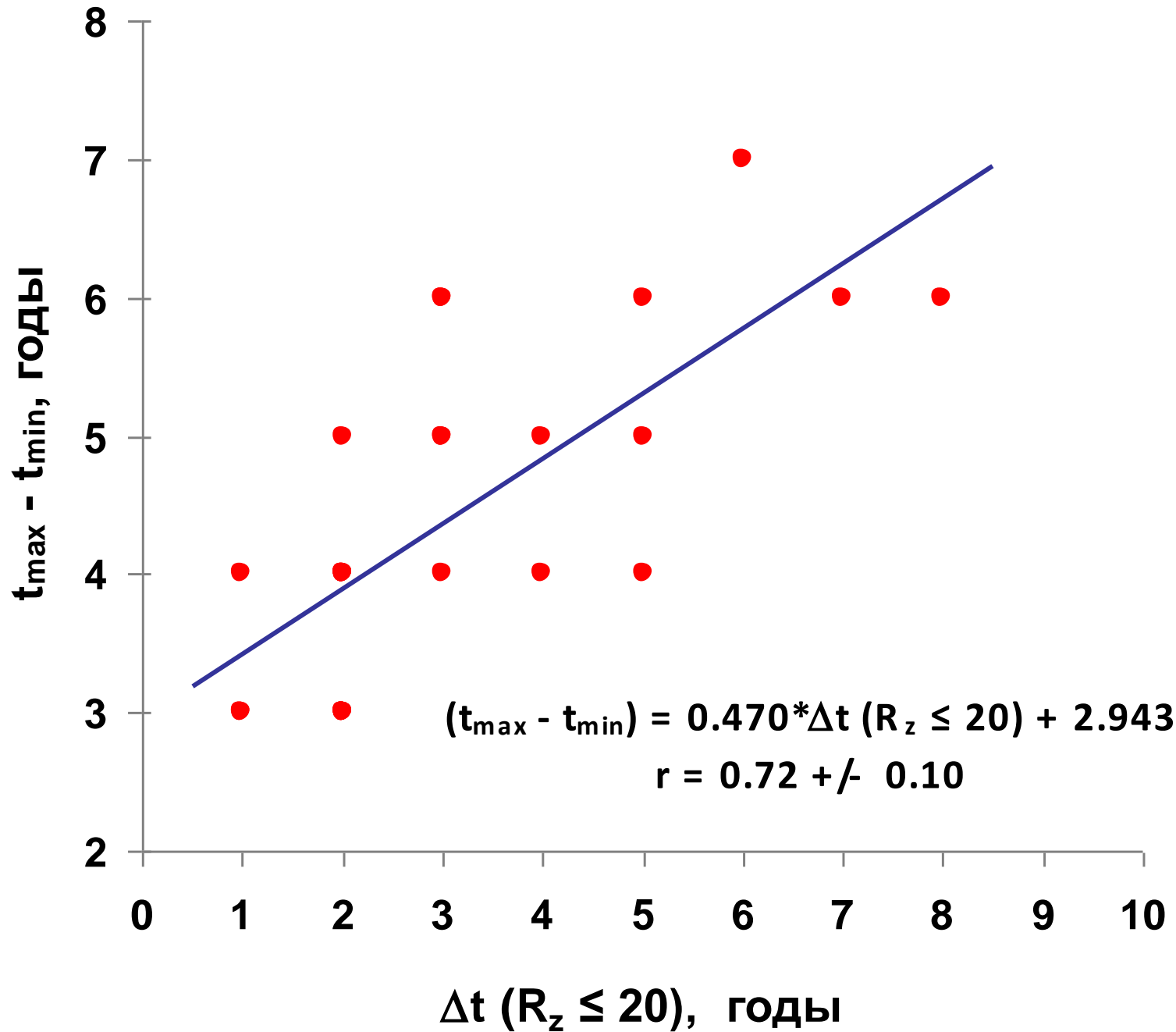


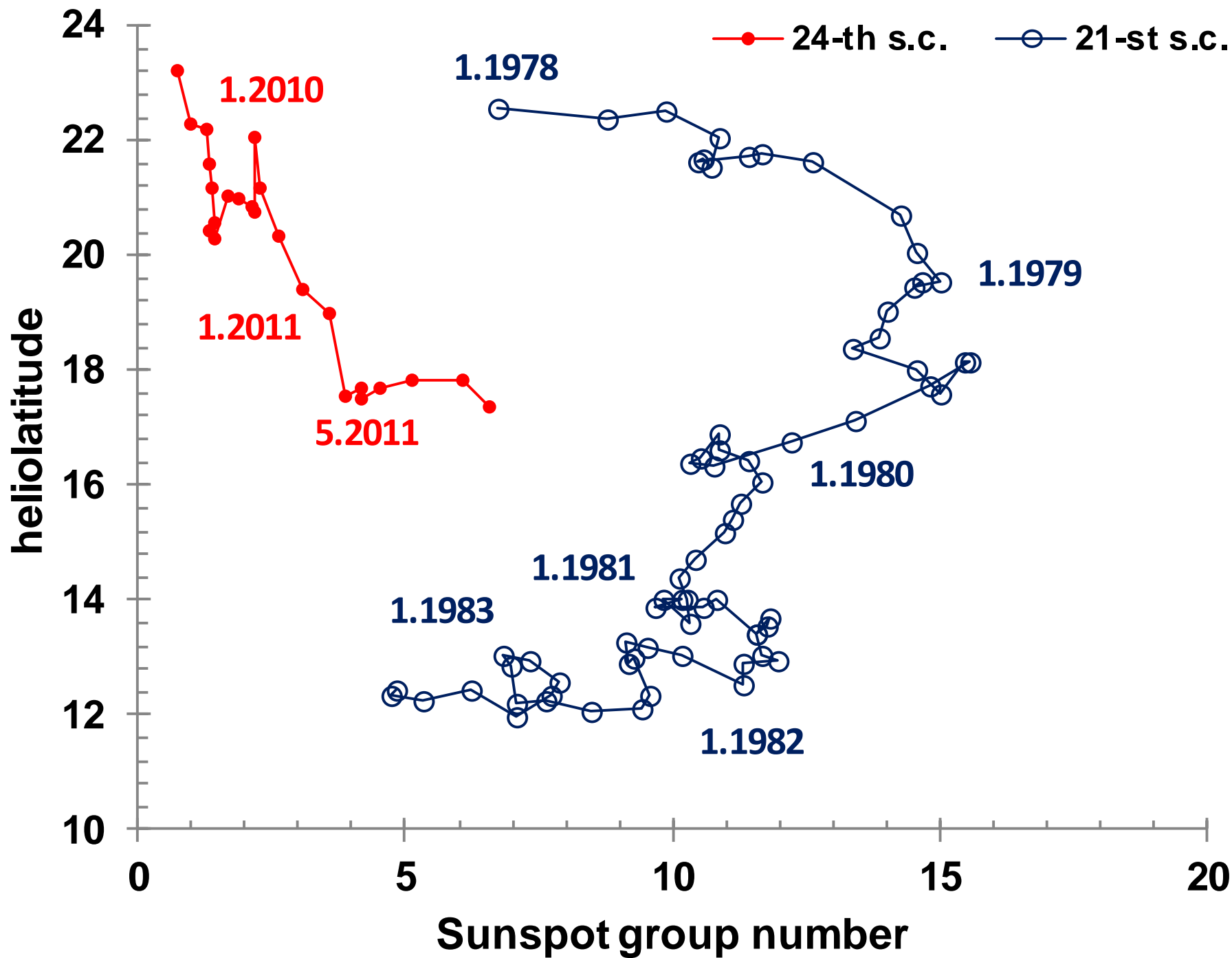
Расстояние между положением центра Солнца и положением центра масс солнечной системы (внешние планеты, включая Юпитер)



Расстояние между положением центра Солнца и положением центра масс солнечной системы (все внешние планеты,  $T_{\text{сгл}} = 40$  годам)

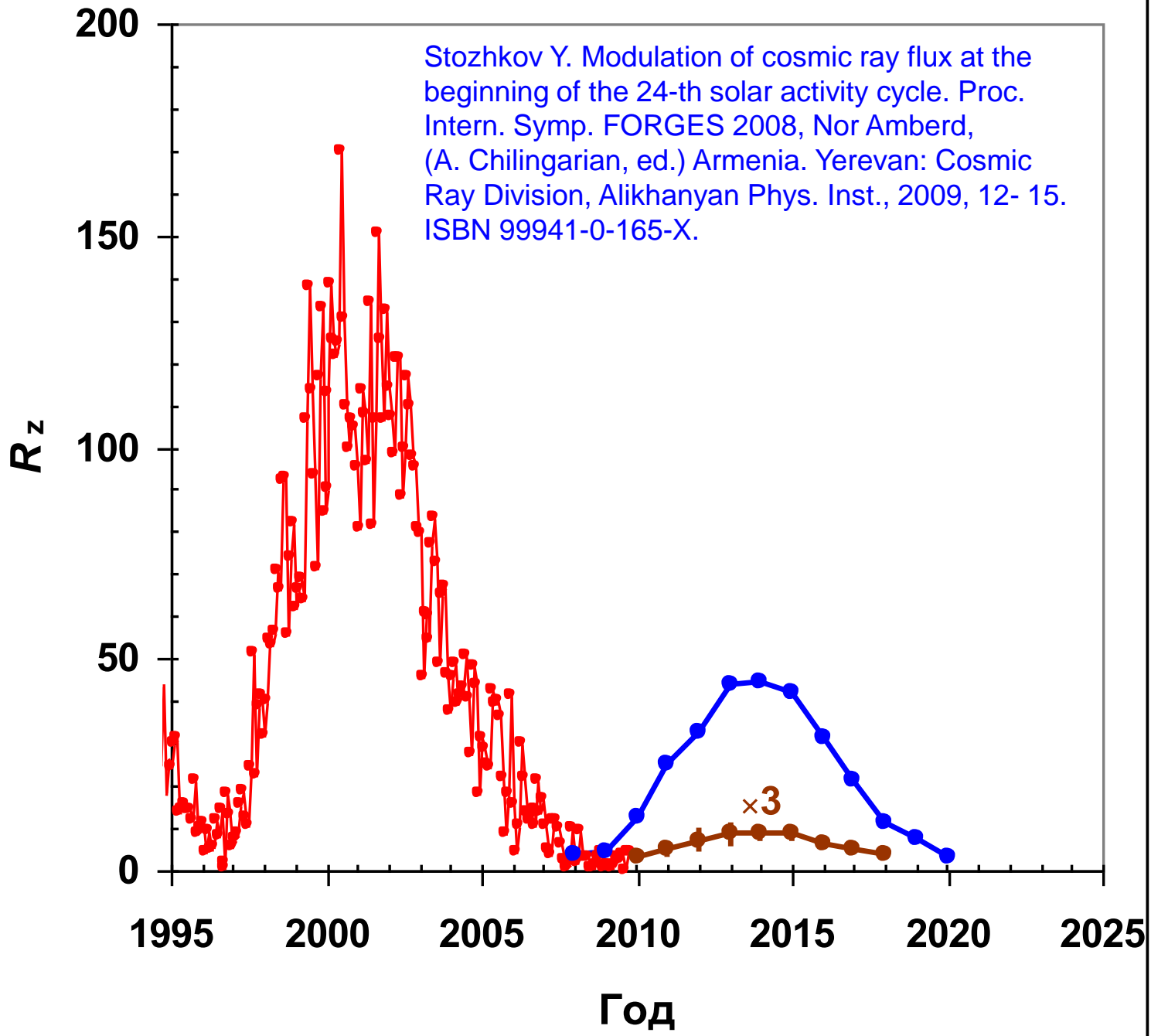


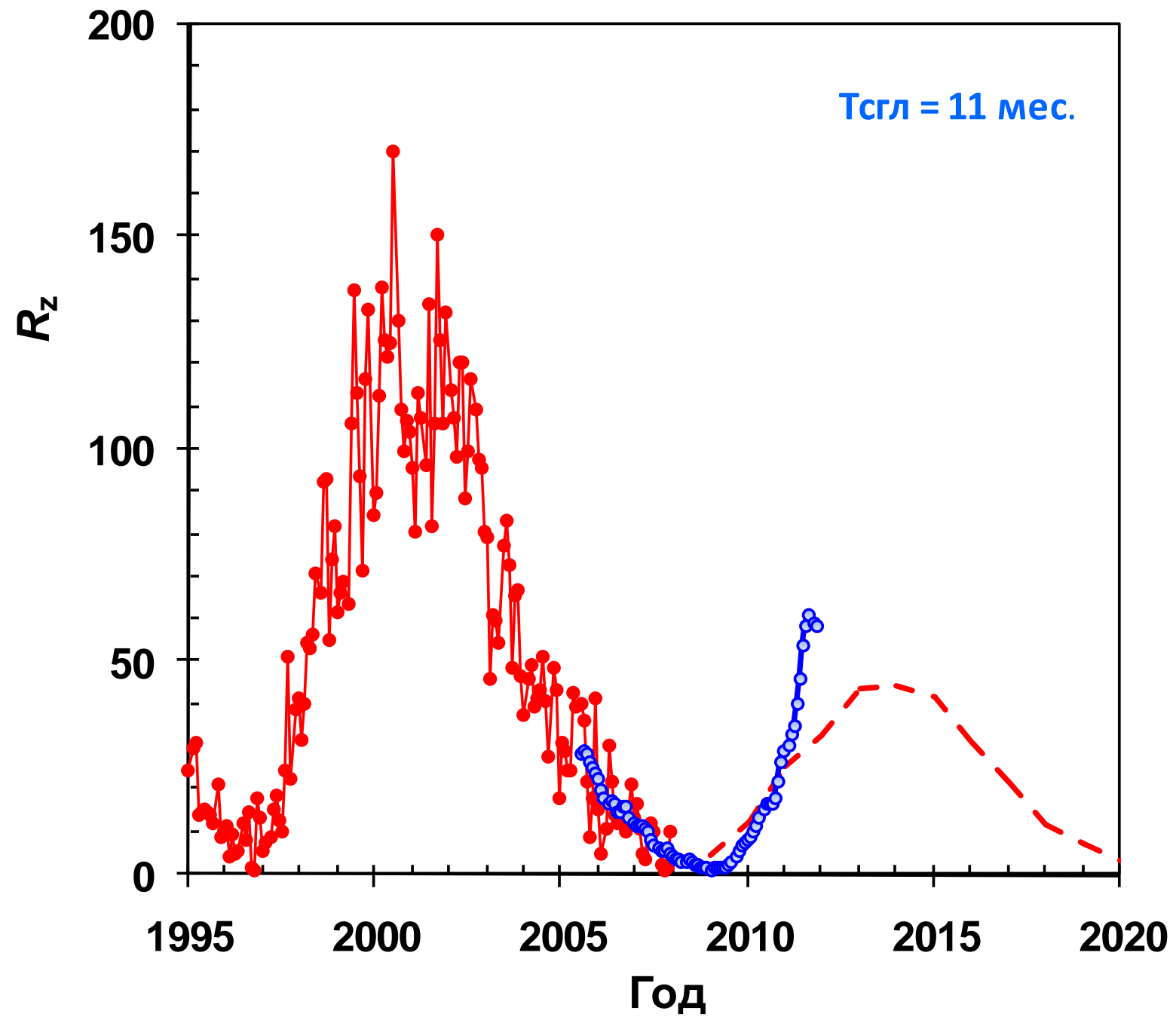




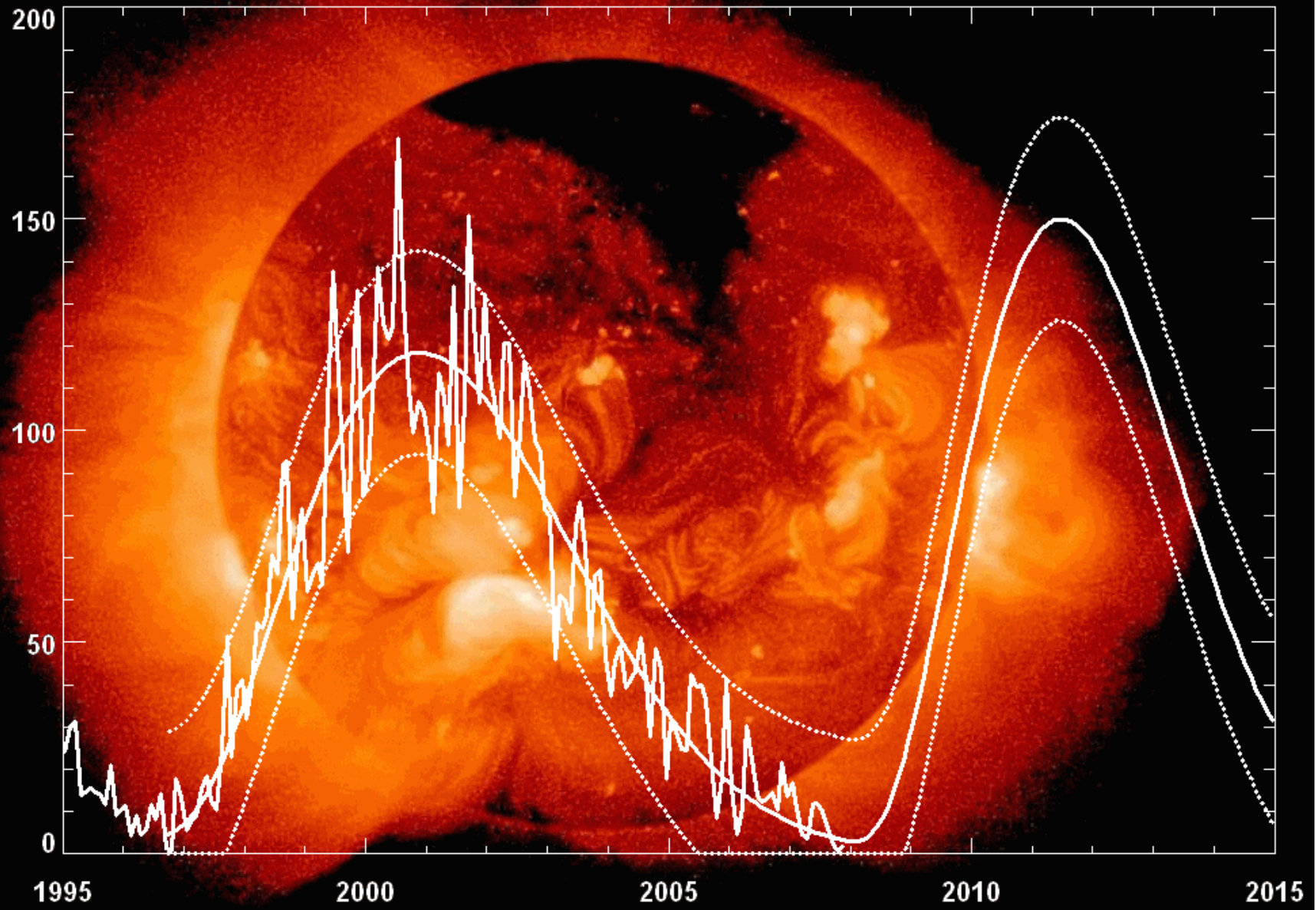


Stozhkov Y. Modulation of cosmic ray flux at the beginning of the 24-th solar activity cycle. Proc. Intern. Symp. FORGES 2008, Nor Amberd, (A. Chilingarian, ed.) Armenia. Yerevan: Cosmic Ray Division, Alikhanyan Phys. Inst., 2009, 12- 15. ISBN 99941-0-165-X.





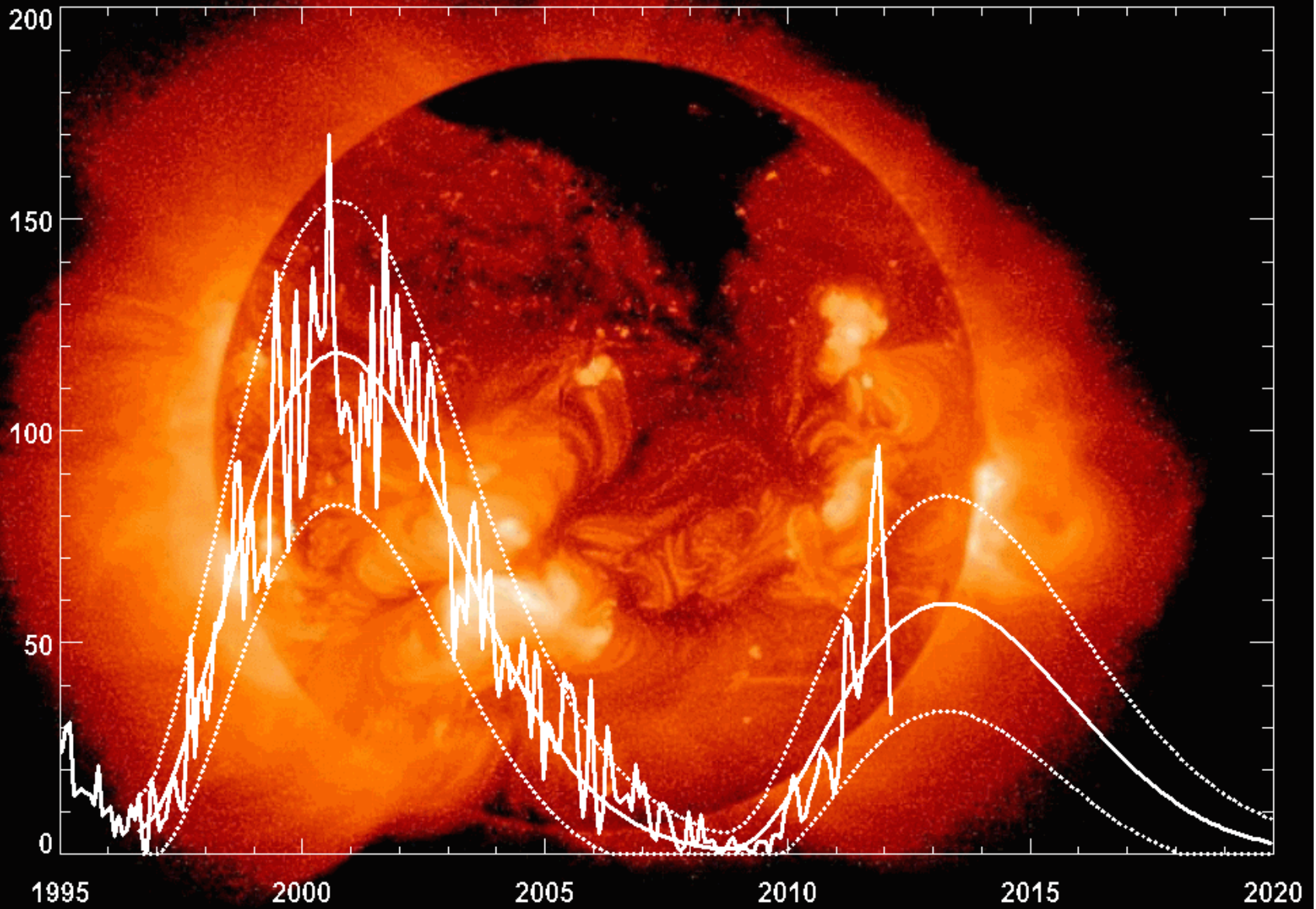
# Cycle 23-24 Sunspot Number Prediction (December 2007)



NASA/MSFC/Hathaway

[http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn\\_predict\\_l.gif](http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict_l.gif)

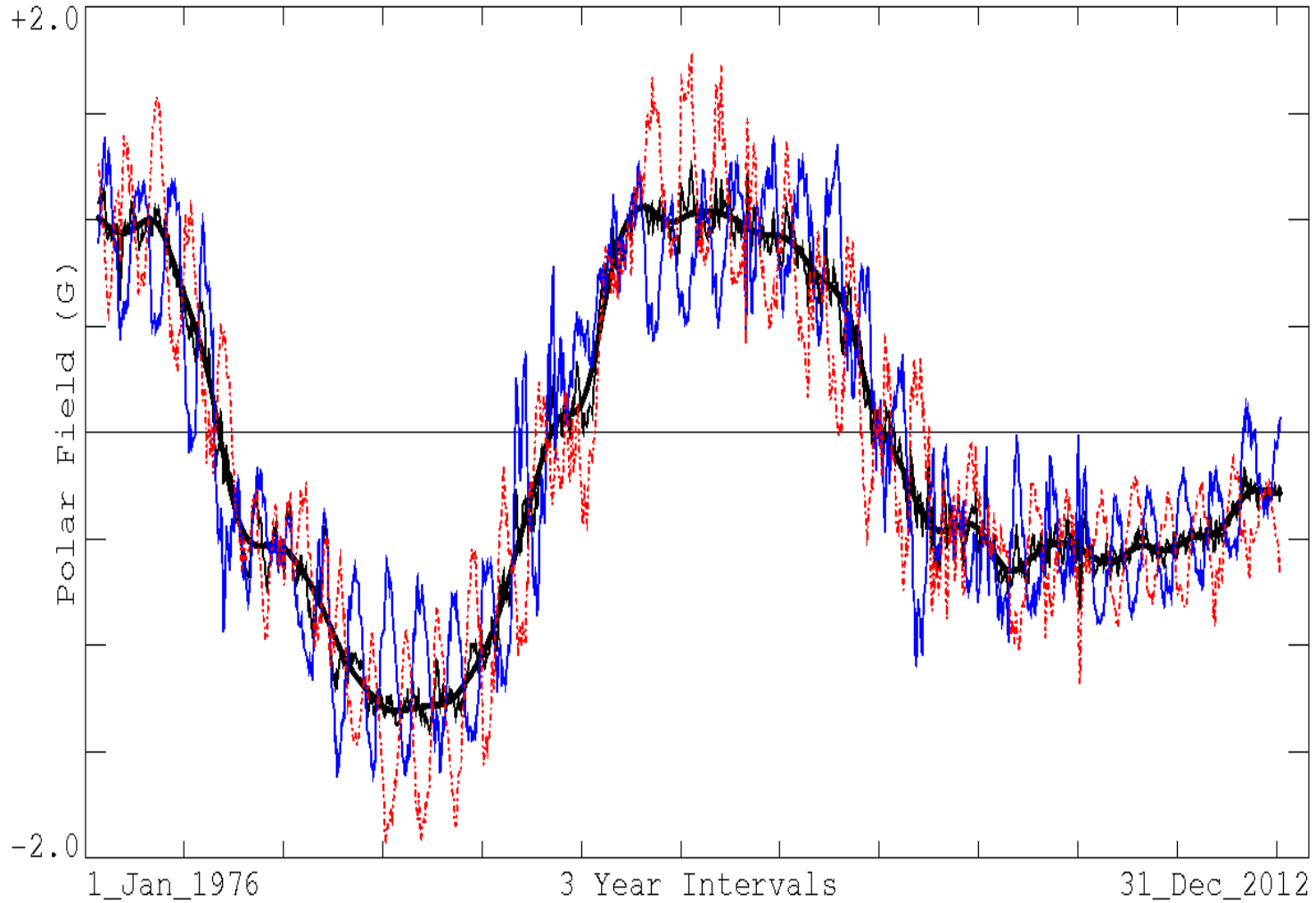
Cycle 24 Sunspot Number Prediction (March 2012)



Hathaway/NASA/MSFC

[http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn\\_predict\\_1.gif](http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict_1.gif)

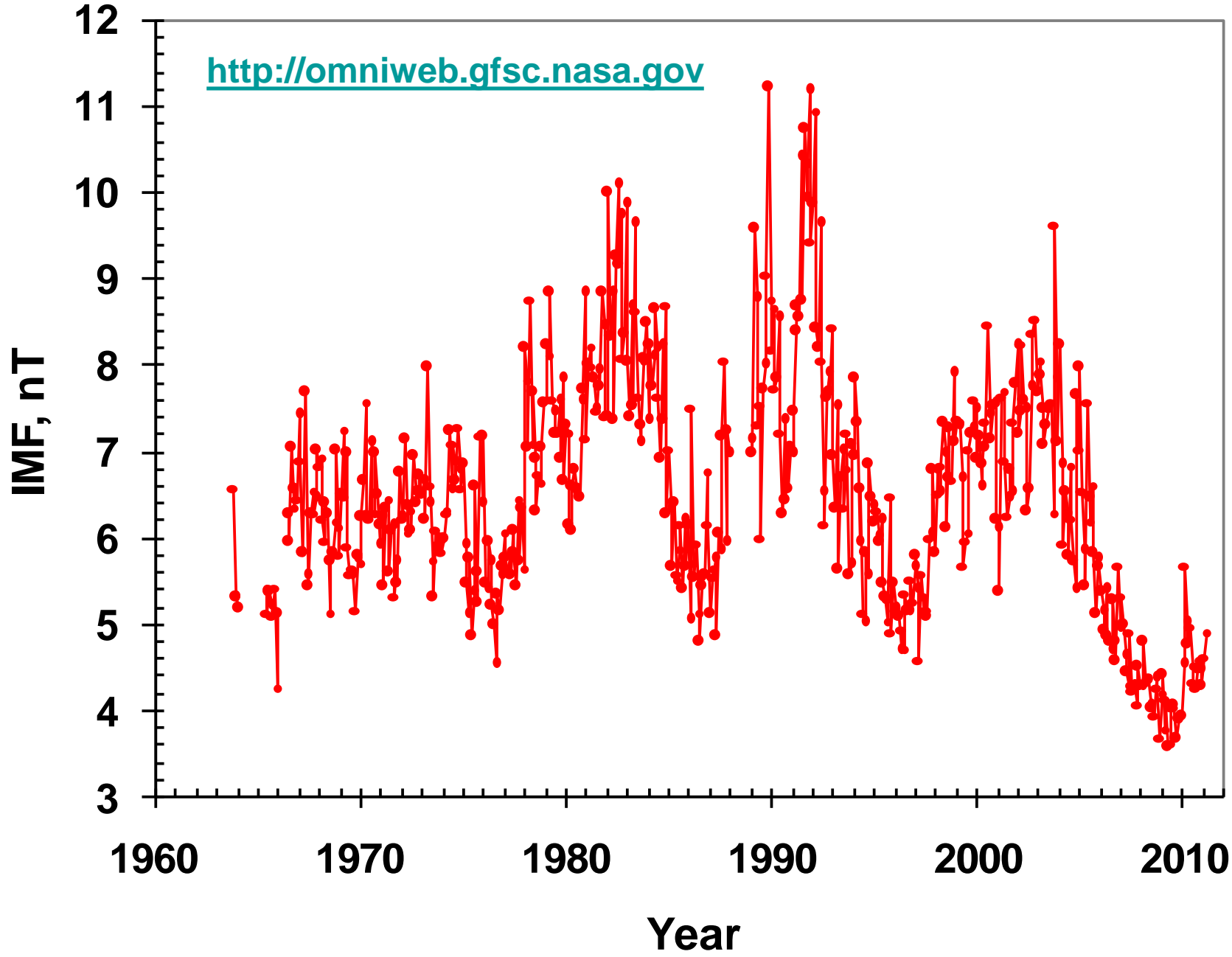
# Solar Polar Field Strength vs. Time



Key: Lt.Solid = North; Dashed = -South; Med.Solid = Average:  $(N-S)/2$ ; Hvy.Solid = Smoothed Average

**Polar magnetic field of the Sun (North+South)**

<http://wso.stanford.edu/gifs/Polar.gif>



# Выводы

- О**правдывается прогноз о наступлении нового длительного периода низкой солнечной активности (2007 г.), который будет продолжаться следующие 2-3 солнечных цикла.
- В**ероятное максимальное среднегодовое значение  $R_z$  в 24-ом солнечном цикле будет равно  $R_z \approx (50 - 70)$ .
- П**ервый максимум солнечной активности имел место в сентябре – декабре 2011 г.
- С**ледующий максимум (меньший или сравнимый с максимумом 2011 г.) возможен в 2013 г.

# Содержание

## Введение

Солнечная активность (длительные минимумы в прошлом, характеристики солнечной активности в 2006 – 2012 гг., новый длительный минимум солнечной активности, прогноз на ближайшие ~ 3 десятилетия).

Космические лучи (стратосферный эксперимент).

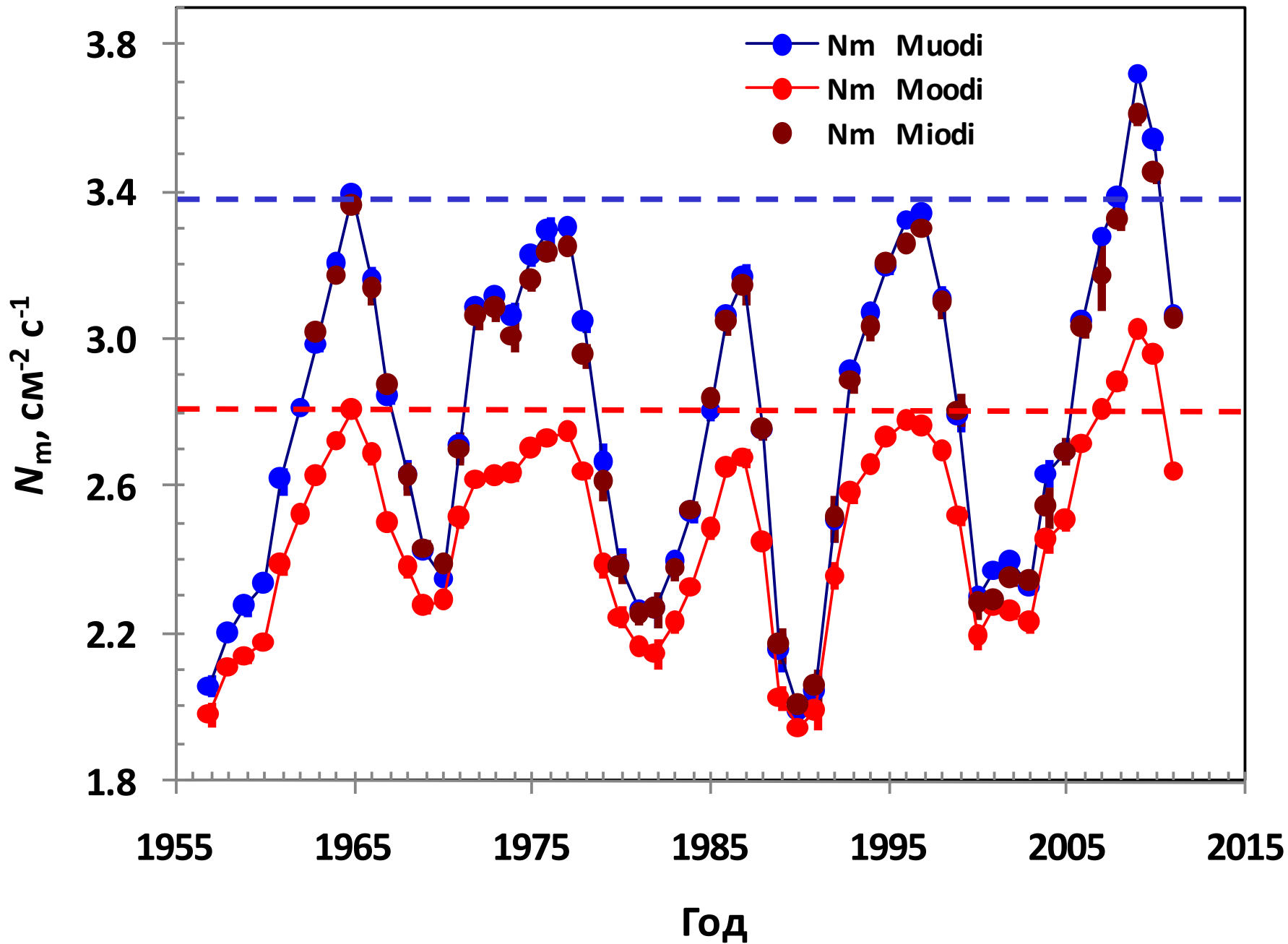
Роль космических лучей в атмосферном электричестве. Международный эксперимент CLOUD (CERN).

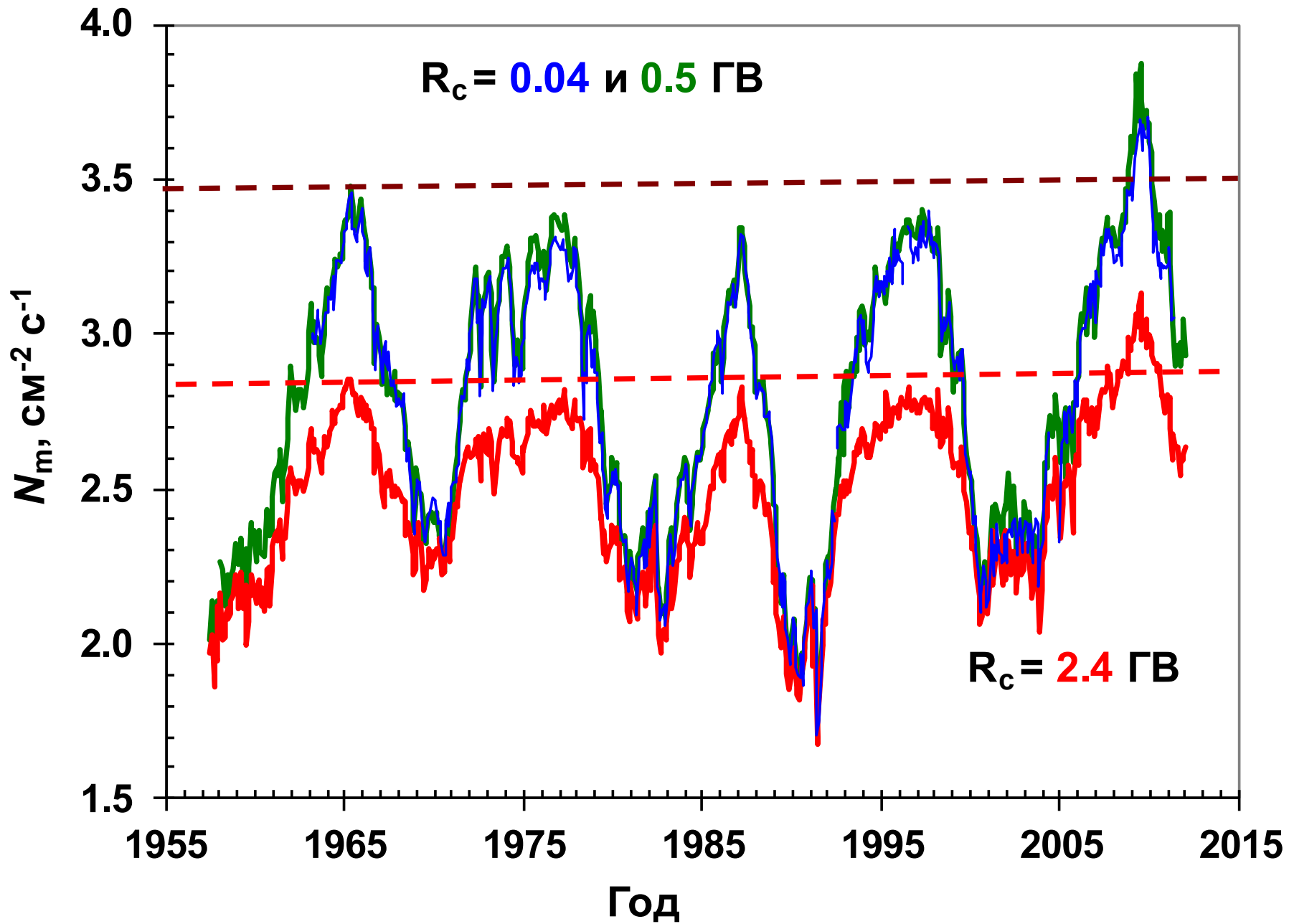
Глобальные изменения климата. Физический механизм, ответственный за его изменения. Прогноз на будущее.

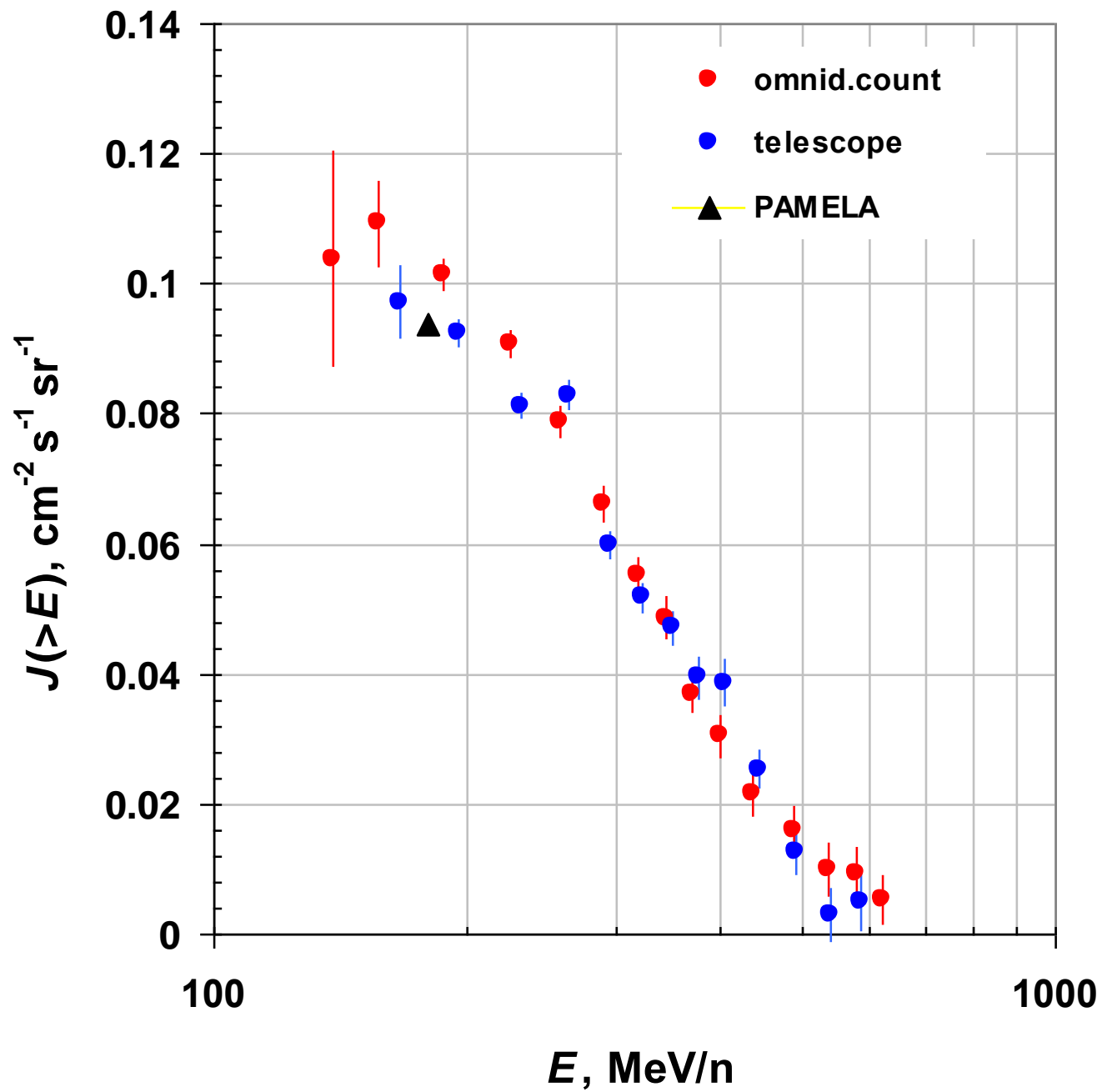
Активность научных сотрудников.

Материальное обеспечение научных работ (финансирование, хозяйственные задачи).

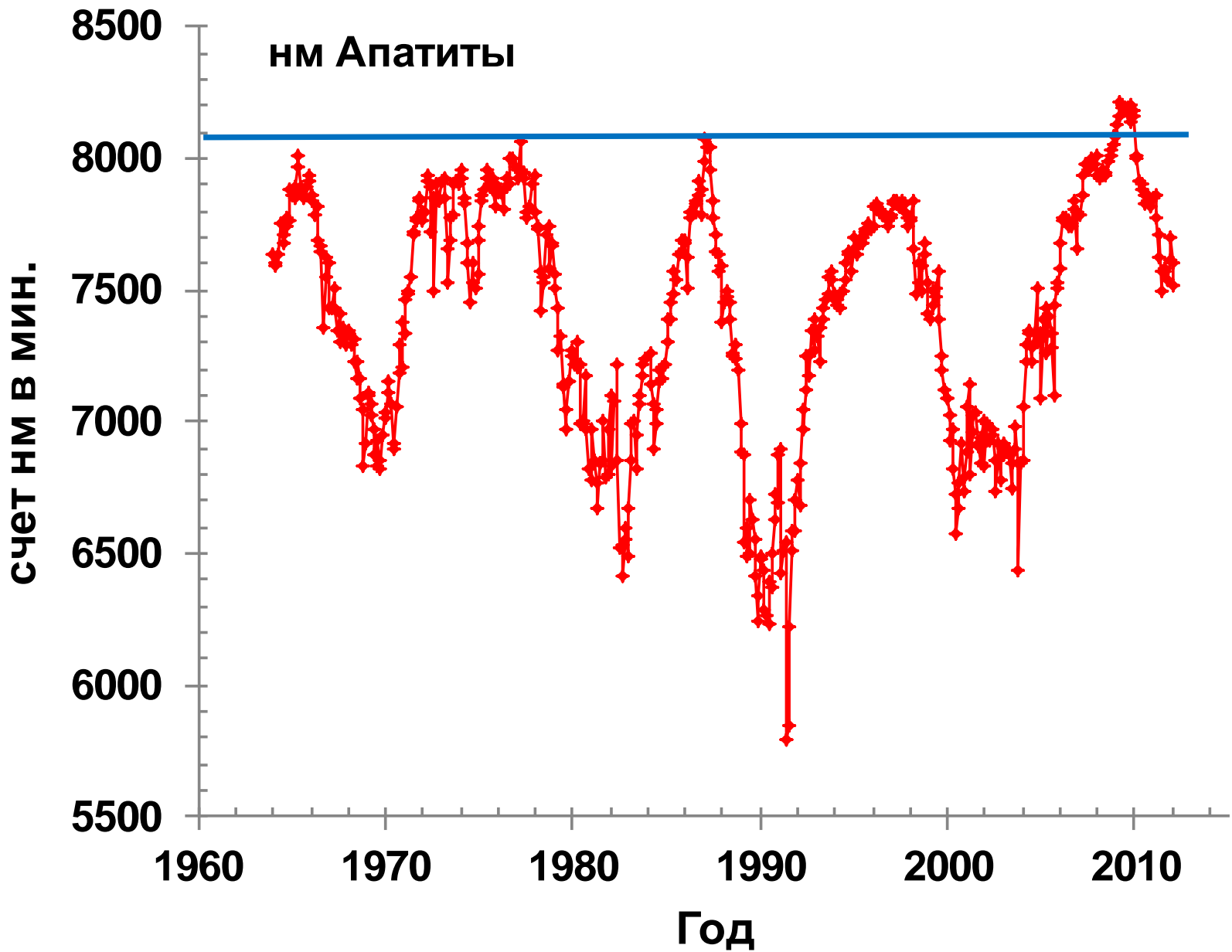


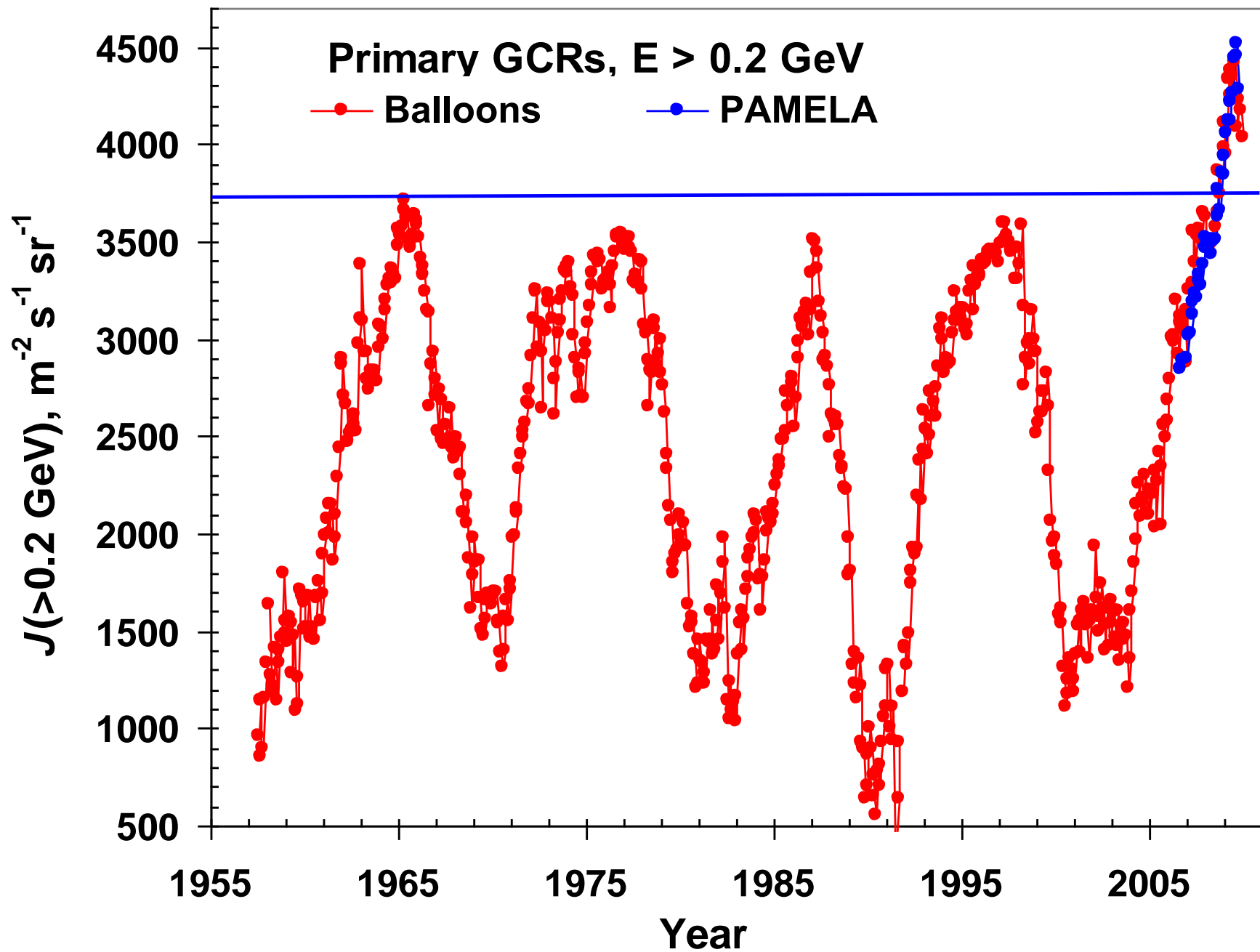






**нм Апатиты**





# Выводы

**В** настоящее время потоки *КЛ* в ~ 2 раза выше минимальных значений, которые наблюдались в предыдущих максимумах солнечной активности.

**М**аловероятно дальнейшее более или менее значительное понижение потоков *КЛ*, т.к. в ближайшем будущем прогнозируется постоянство или уменьшение уровня солнечной активности.

# Содержание

## Введение

Солнечная активность (длительные минимумы в прошлом, характеристики солнечной активности в 2006 – 2012 гг., новый длительный минимум солнечной активности, прогноз на ближайшие ~ 3 десятилетия).

Космические лучи (стратосферный эксперимент).

Роль космических лучей в атмосферном электричестве. Международный эксперимент CLOUD (CERN).

Глобальные изменения климата. Физический механизм, ответственный за его изменения. Прогноз на будущее.

Активность научных сотрудников.

Материальное обеспечение научных работ (финансирование, хозяйственные задачи).

# Energy fluxes

**Solar irradiation**

$$\approx 1.36 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$$

**Galactic cosmic rays**

**(particles with  $E > 0.1 \text{ GeV}$ )**

$$\approx 10^{-5} \text{ W/m}^2$$



# Electric characteristics of the atmosphere

## Electric charge of the Earth

$$Q \approx - 600\,000\text{ C}$$

## Electric field strength near the surface

$$E \approx 130\text{ V/m}$$

## Electric current in the atmosphere

$$J \approx 10^{-12}\text{ A/m}^2$$

$$J_{\text{tot}} \approx 2000\text{ A}$$

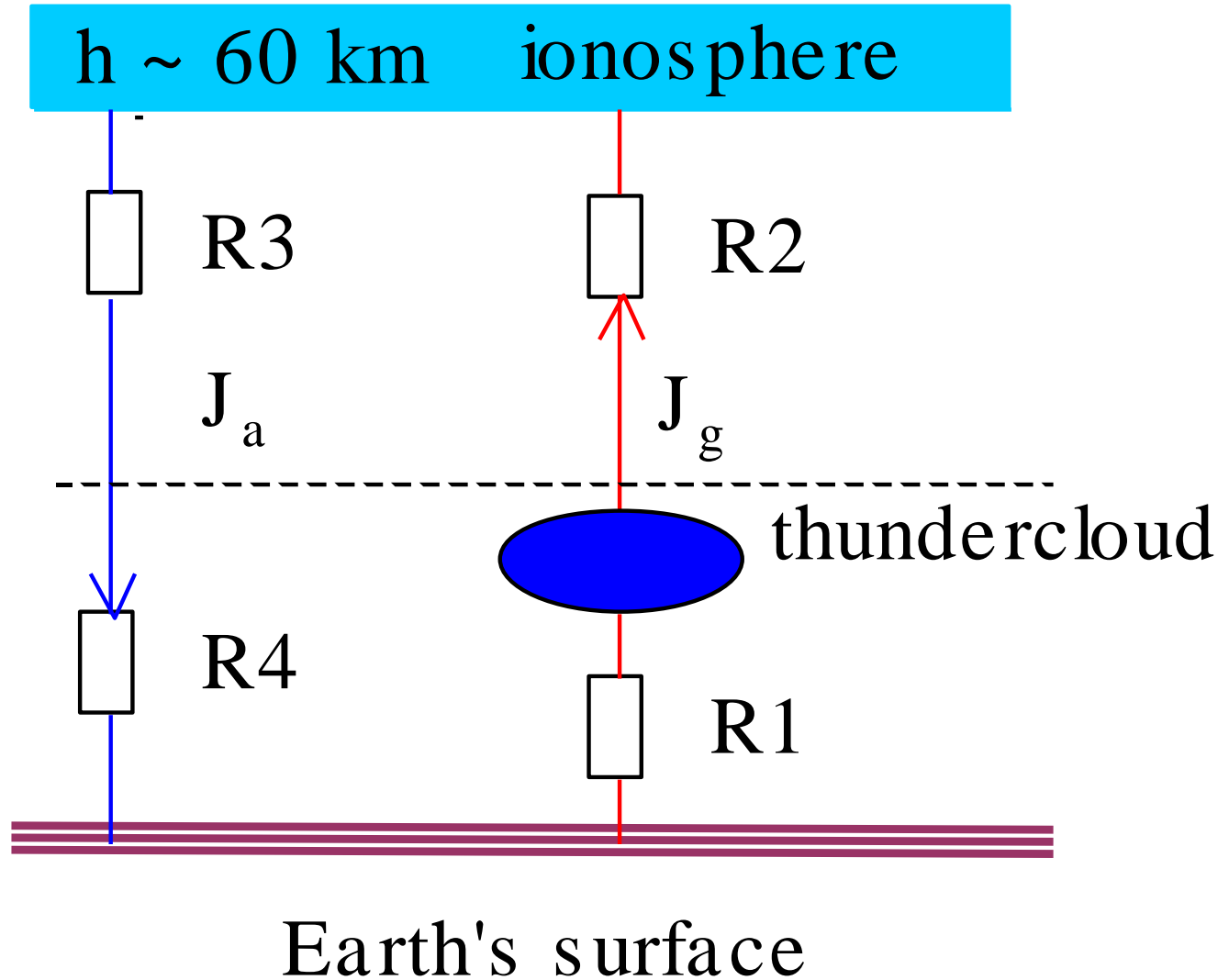
$$E_{\text{air}} \approx 0.03 \text{ eV}$$

$$E_{\text{ion}} \approx 10 \text{ eV}$$

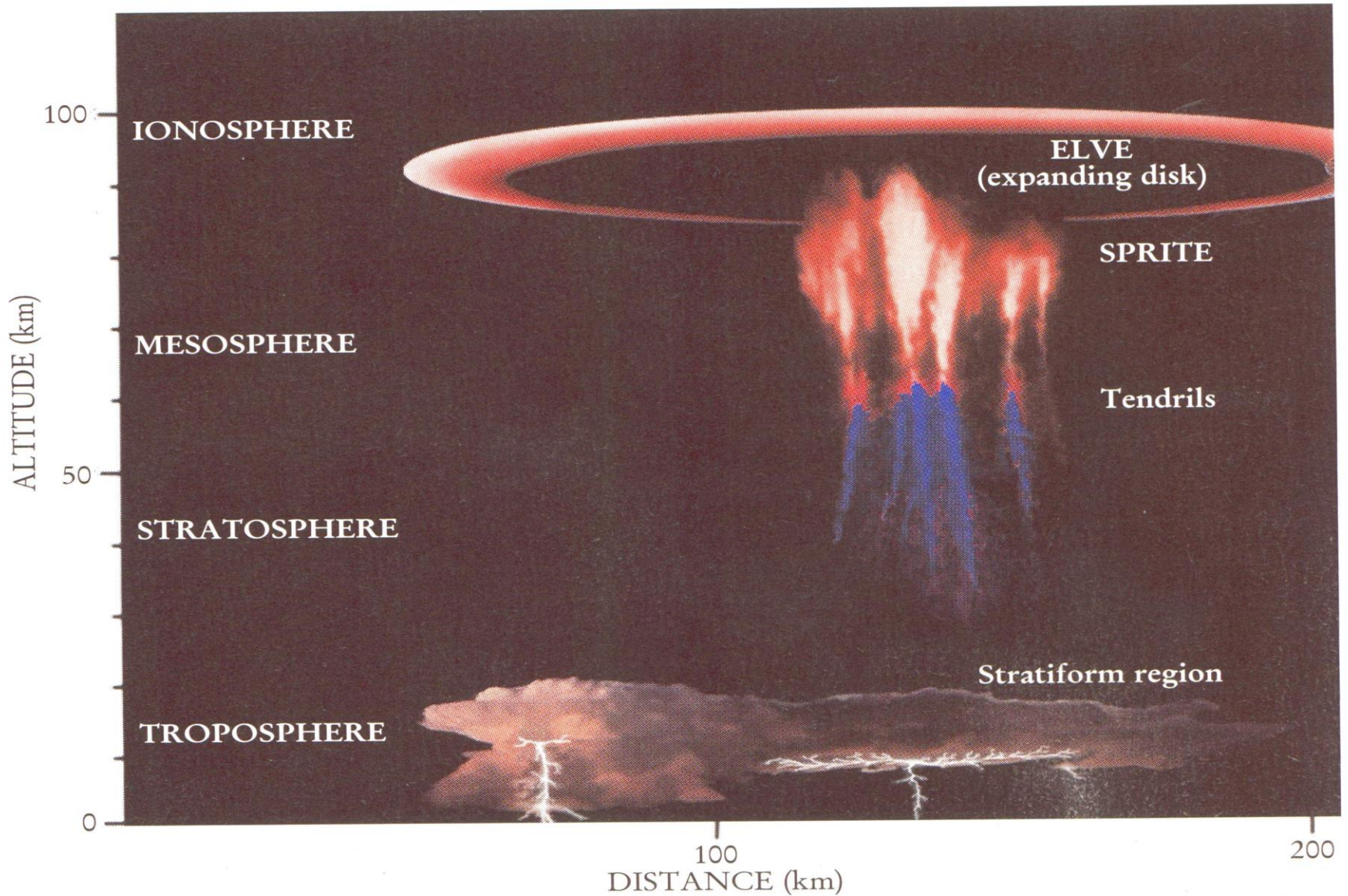
# Ion production in the atmosphere (averaged over globe)

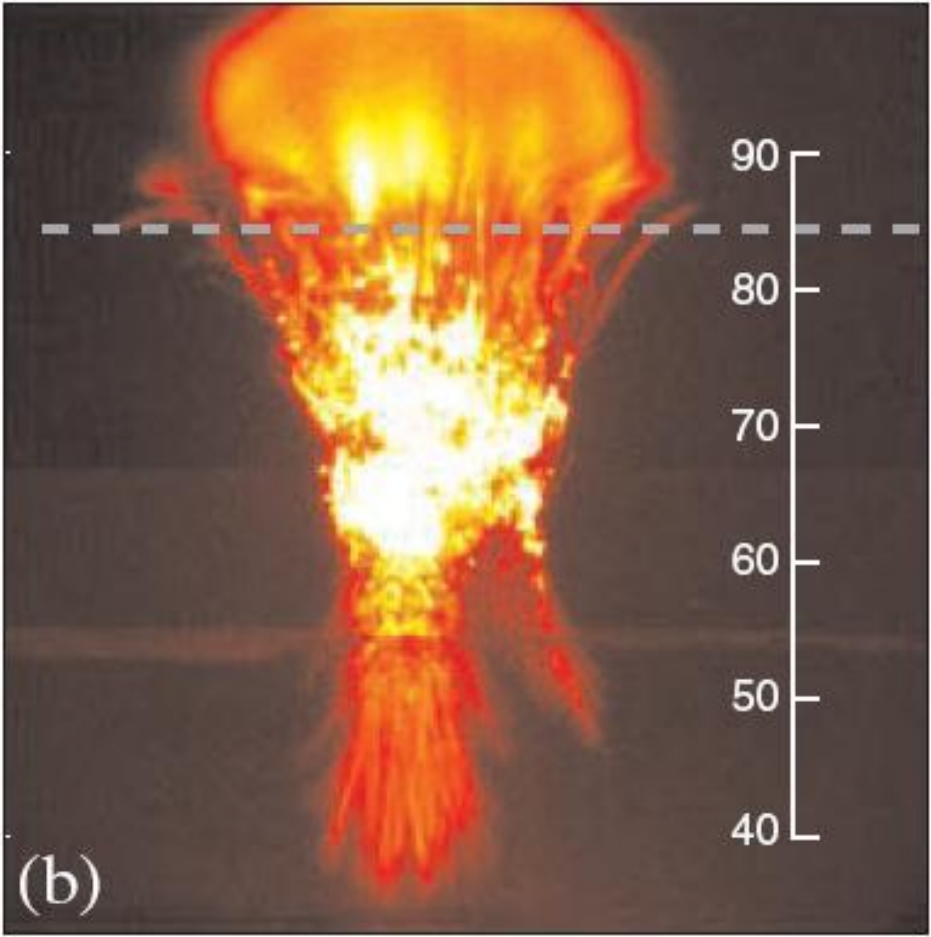
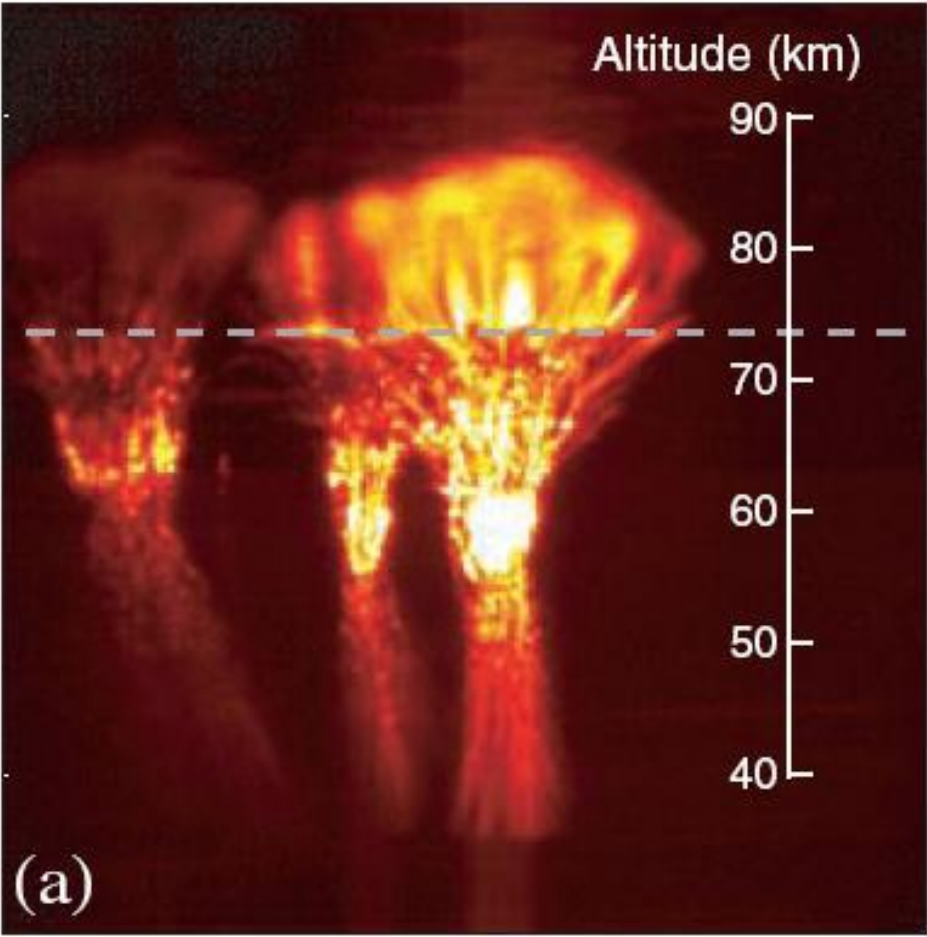
Ionization source	Ion pairs/sec
Natural radioactivity (altitudes $h < 3$ km)	$< 10^{24}$
Galactic cosmic rays (all atmosphere)	$(10^{27} - 10^{28})$
Solar CRs and precipitation (polar latitudes, sporadic)	$(10^{26} - 10^{27})$
UV- and X – solar radiation (altitudes $h > 50$ km)	$10^{28}$
Solar wind, ionosphere	$10^{26}$
Lightning (regions with thunderstorms, $h < 10$ km)	$(10^{27} - 10^{28})$

# Global electric circuit



Sprites and elves triggered by the ground-to-cloud lightning (Lyons W.A., et al., 2000, EOS, v. 81, 373).





# Содержание

## Введение

Солнечная активность (длительные минимумы в прошлом, характеристики солнечной активности в 2006 – 2012 гг., новый длительный минимум солнечной активности, прогноз на ближайшие ~ 3 десятилетия).

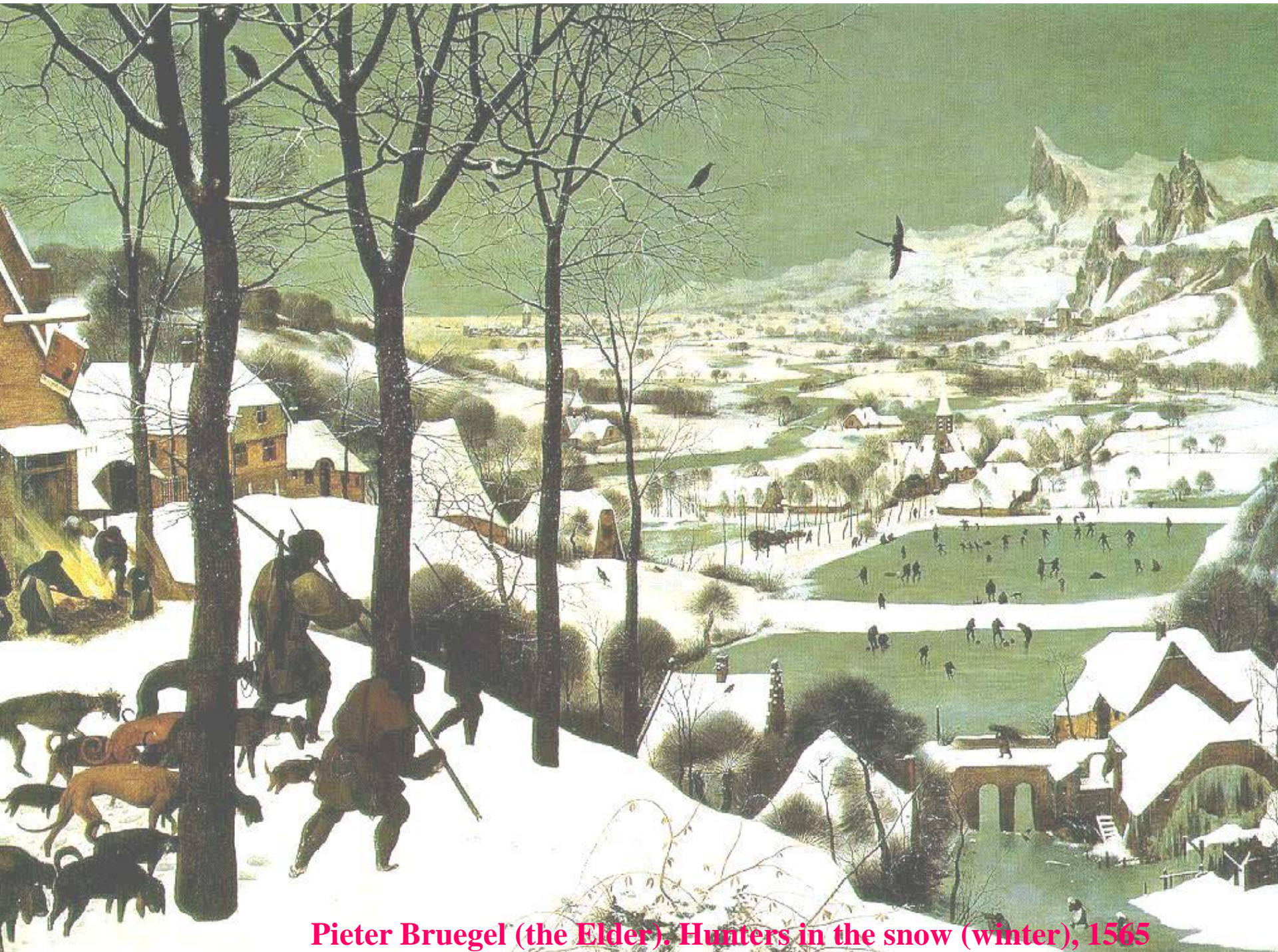
Космические лучи (стратосферный эксперимент).

Роль космических лучей в атмосферном электричестве. Международный эксперимент CLOUD (CERN).

Глобальные изменения климата. Физический механизм, ответственный за его изменения. Прогноз на будущее. Международный эксперимент CLOUD (CERN).

Активность научных сотрудников.

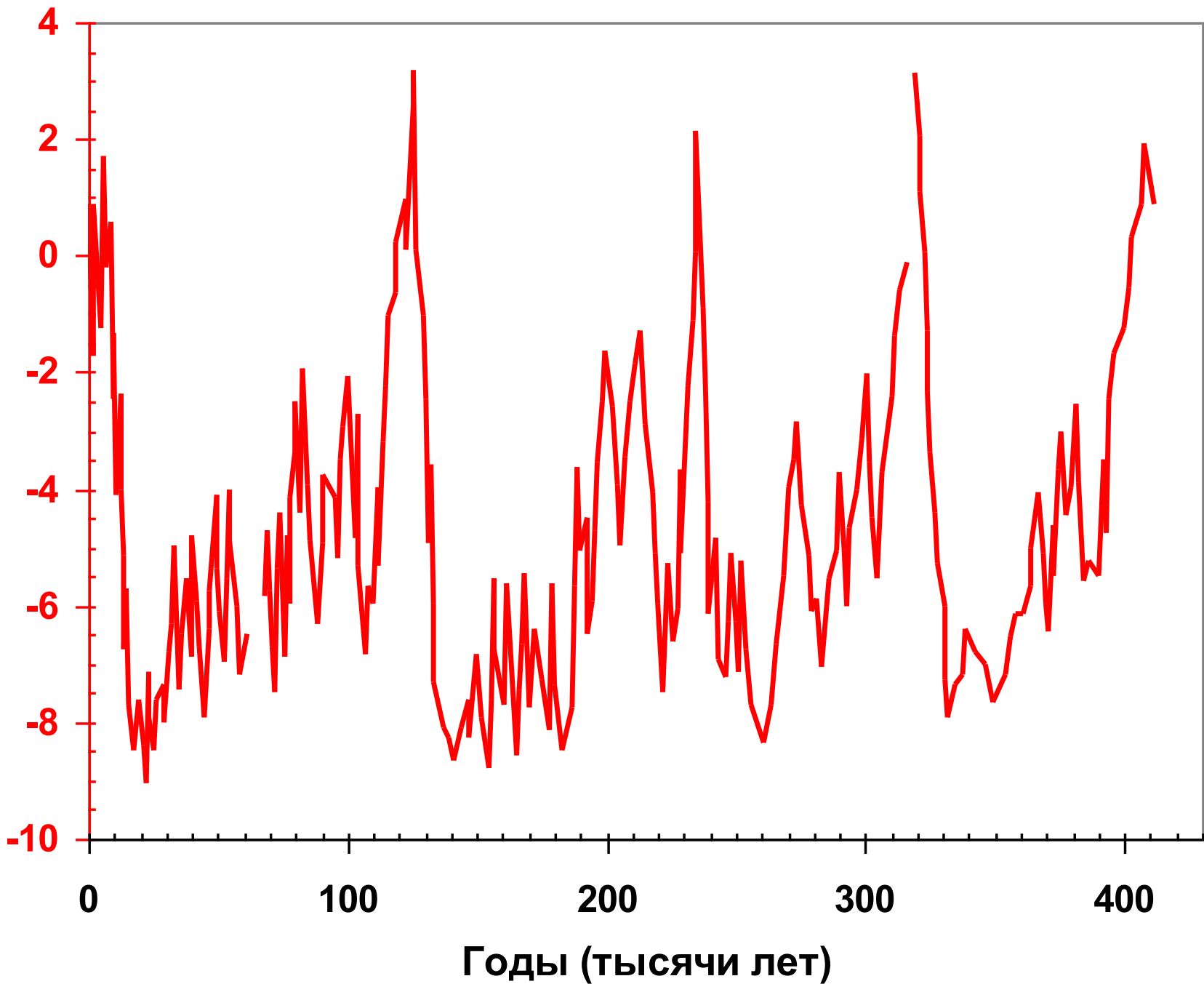
Материальное обеспечение научных работ (финансирование, хозяйственные задачи).

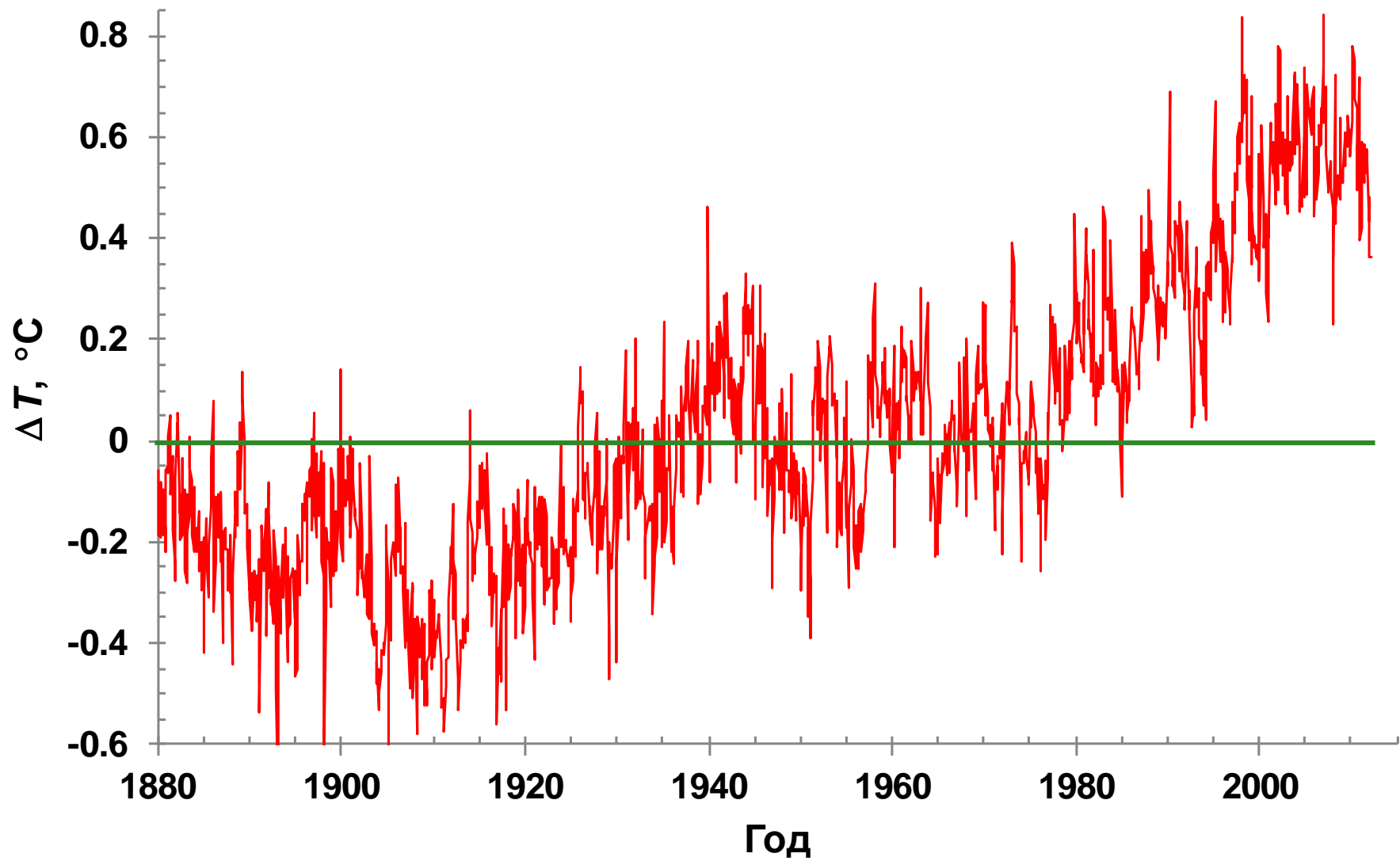


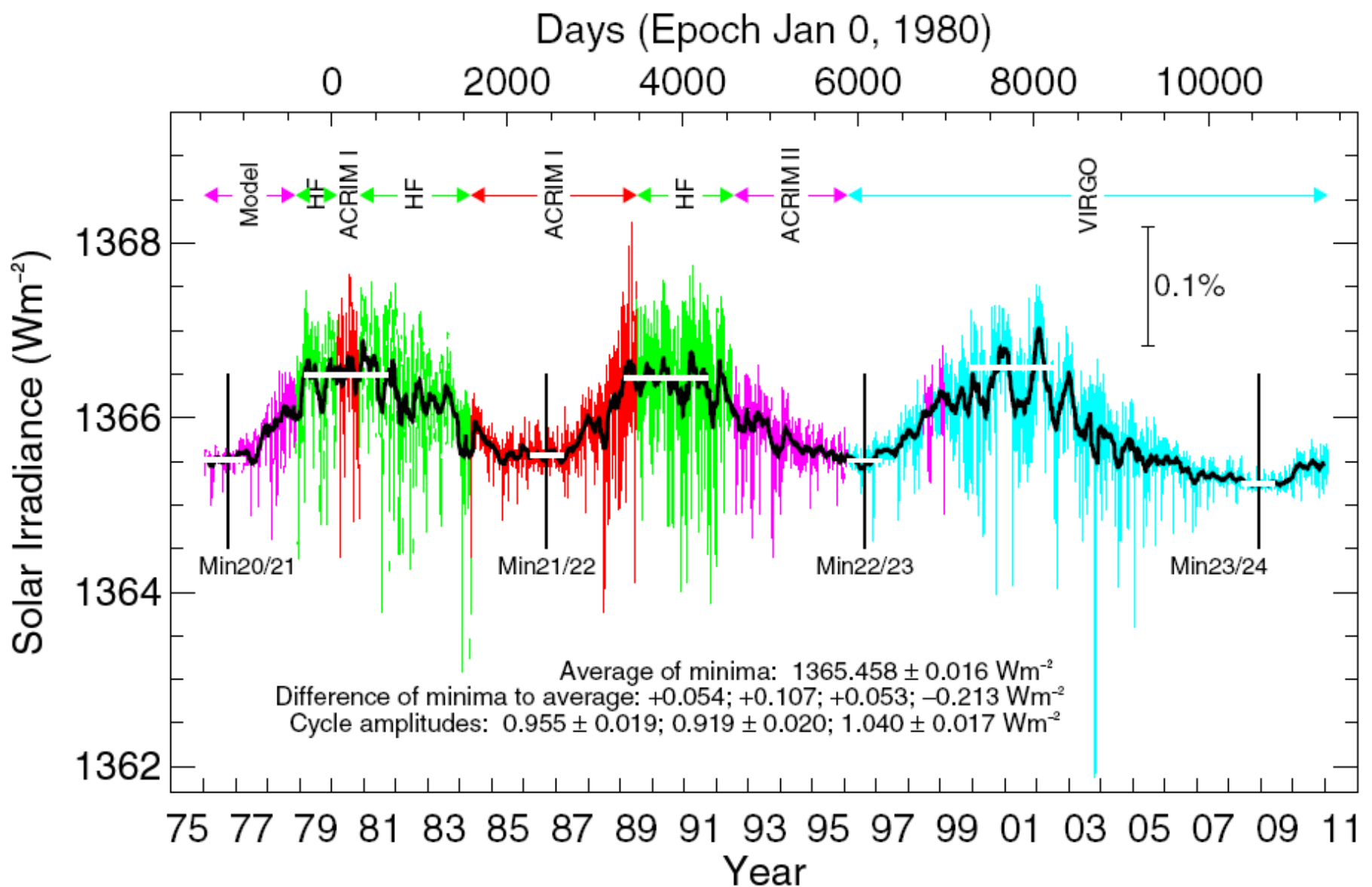
**Pieter Bruegel (the Elder). Hunters in the snow (winter), 1565**



Температура на ст. Восток  
(Антарктида, °С.)

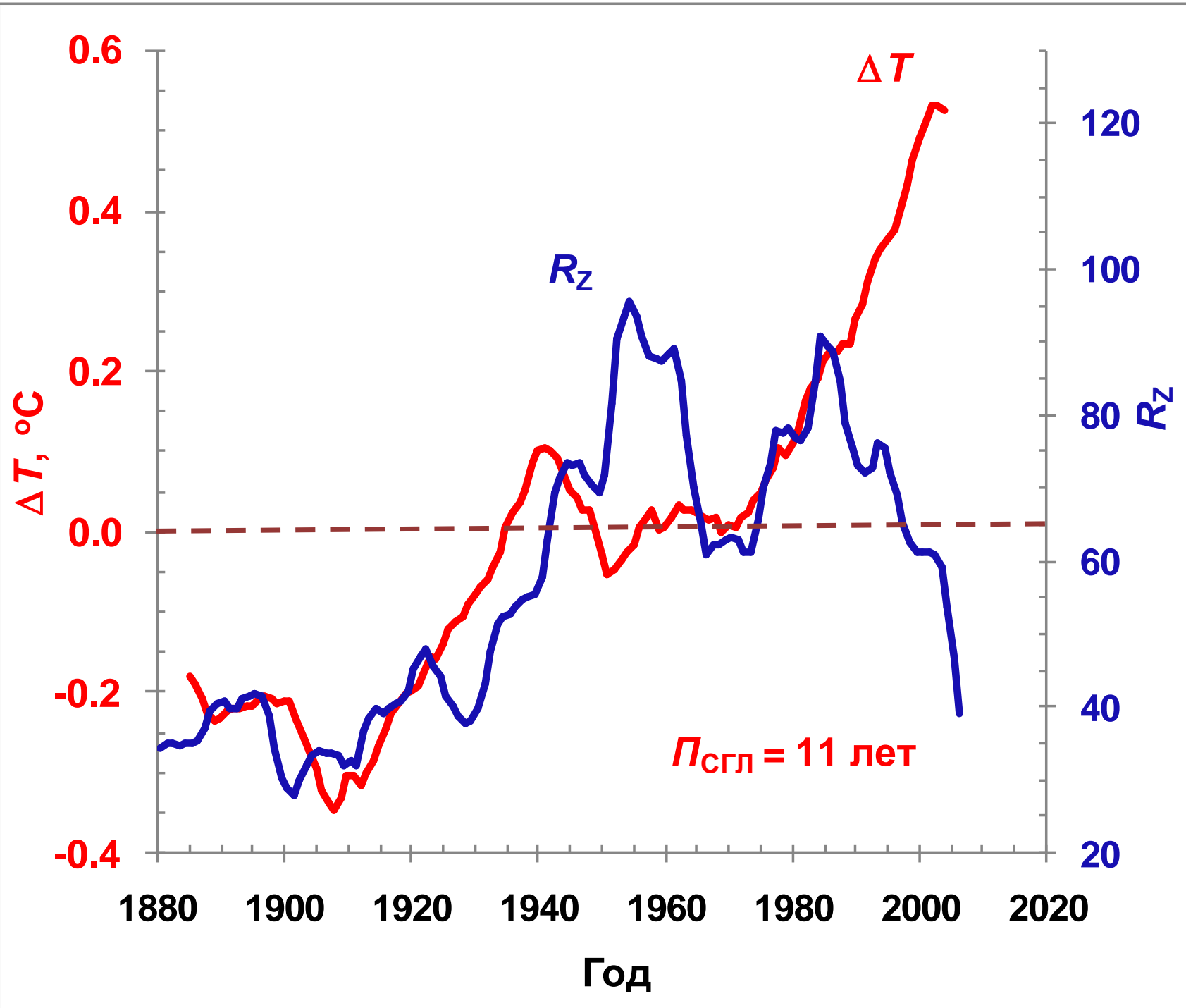


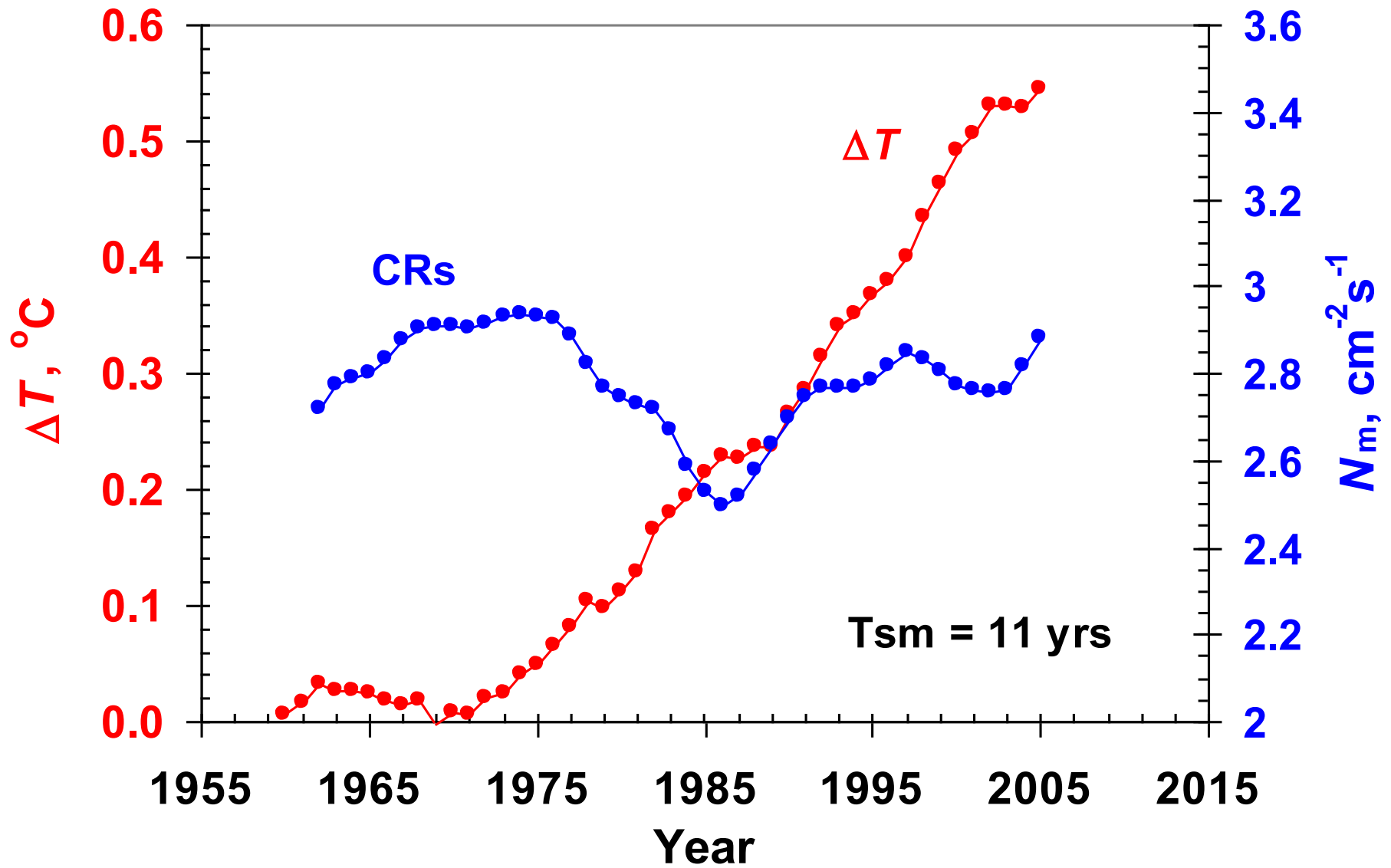




**Изменения солнечной постоянной  $S$  в 11-летнем цикле солнечной активности составляют менее 0.1 % ( $\sim 1 \text{ Вт/м}^2$ ).**

**Изменения  $S$  могут вызвать соответствующие изменения  $T_p$ , не более чем на  $0.05 \text{ }^\circ\text{C}$ .**





# Уравнение энергетического (теплового) баланса климатической системы Земли

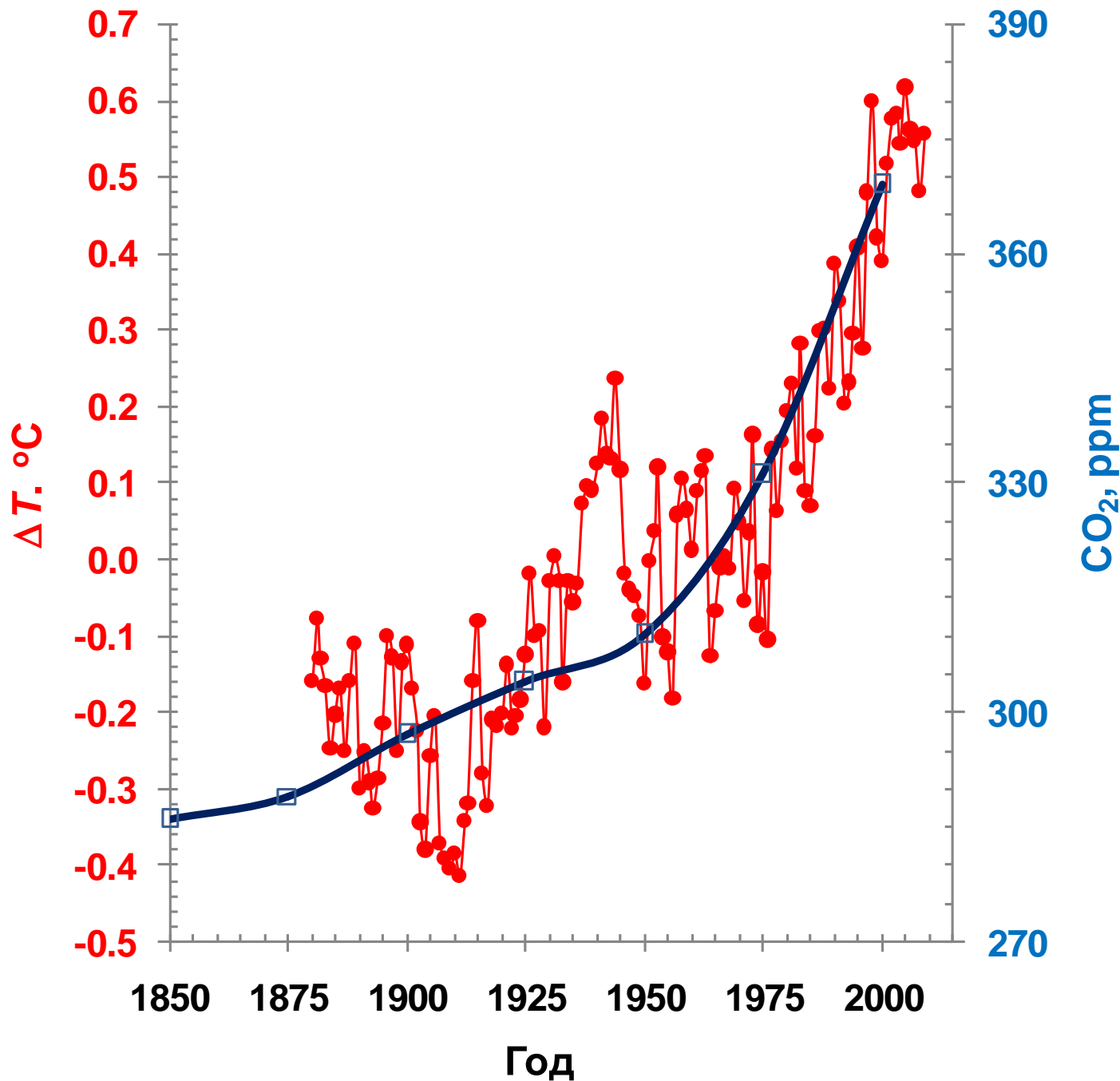
$$\pi r^2 \cdot S \cdot (1 - A) + W_3 = 4\pi r^2 \cdot \sigma \cdot T_e^4,$$

где  $r$  – радиус Земли,  $S$  – солнечная постоянная, рассчитанная на удалении от Солнца в одну астрономическую единицу,  $A$  – сферическое альbedo Земли,  $W_3$  - мощность теплового потока, поступающего в климатическую систему из недр Земли,  $\sigma$  - постоянная Стефана-Больцмана,  $T_e$  – эффективная (излучательная) температура климатической системы.

# Выводы

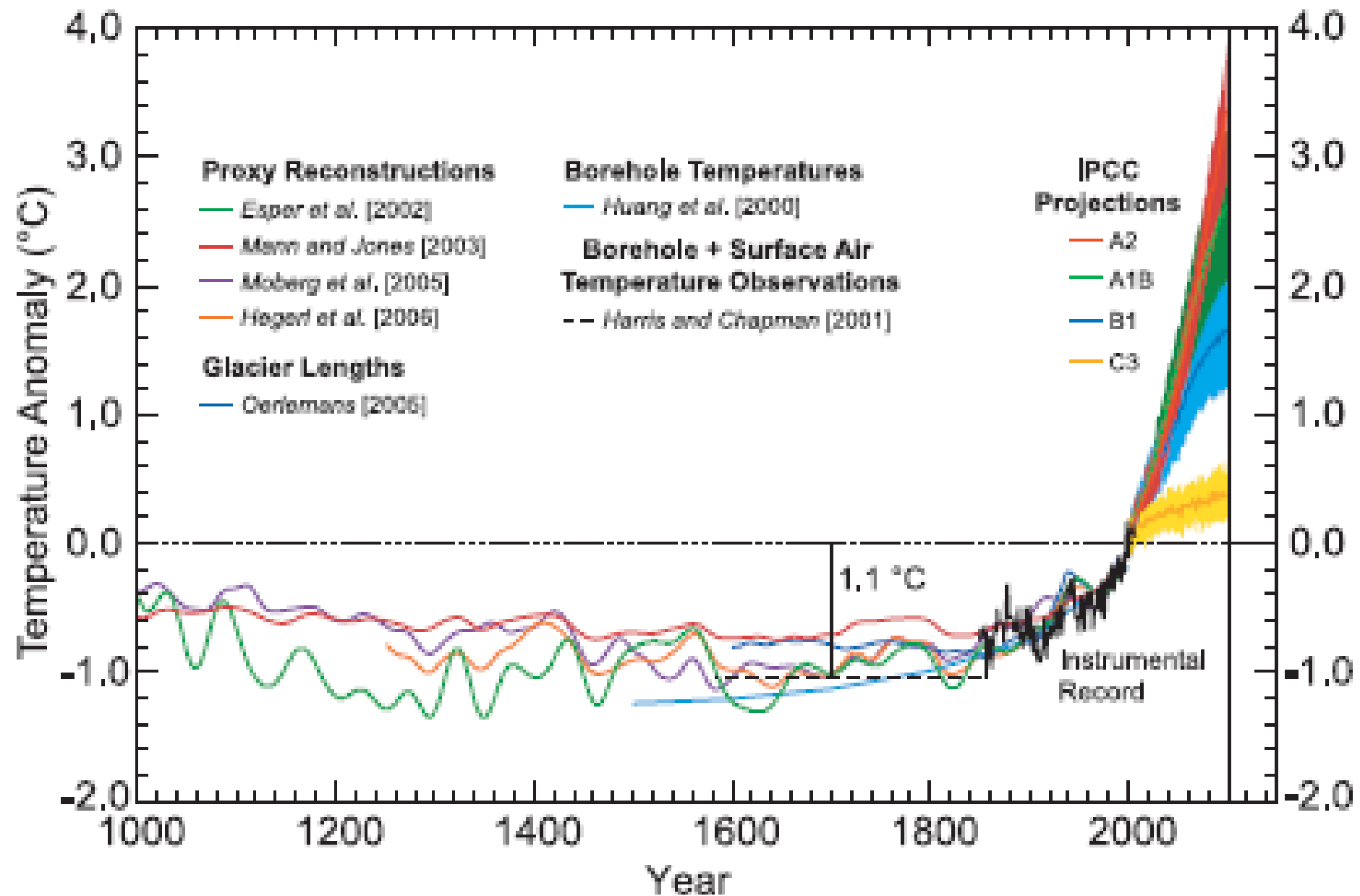
- изменений потока солнечной энергии, поступающего в климатическую систему Земли, явно недостаточно для объяснения глобального потепления;
- вариации солнечной активности не являются главной причиной наблюдаемых изменений климата;
- изменения потока КЛ не являются главной причиной наблюдаемых изменений климата.

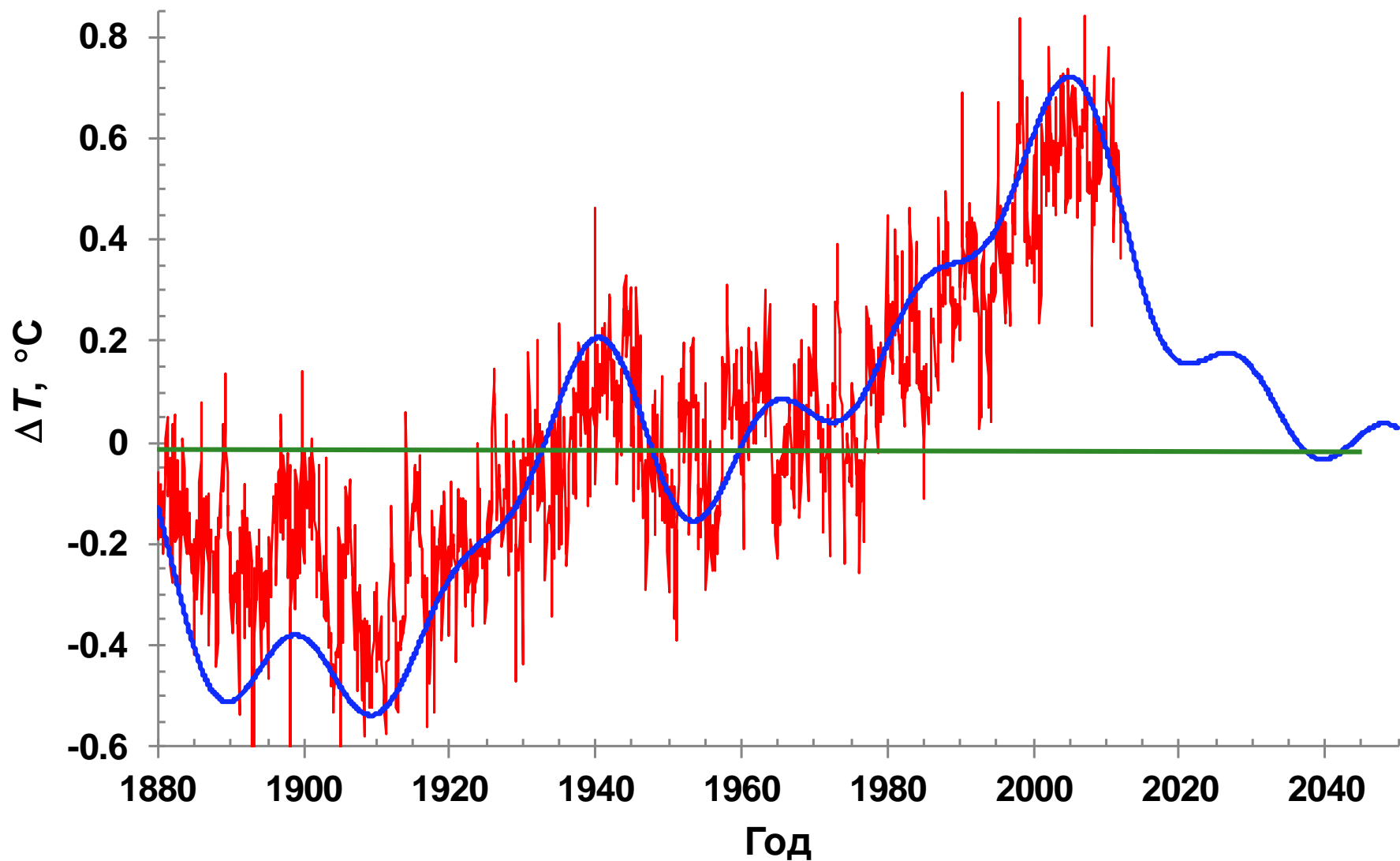




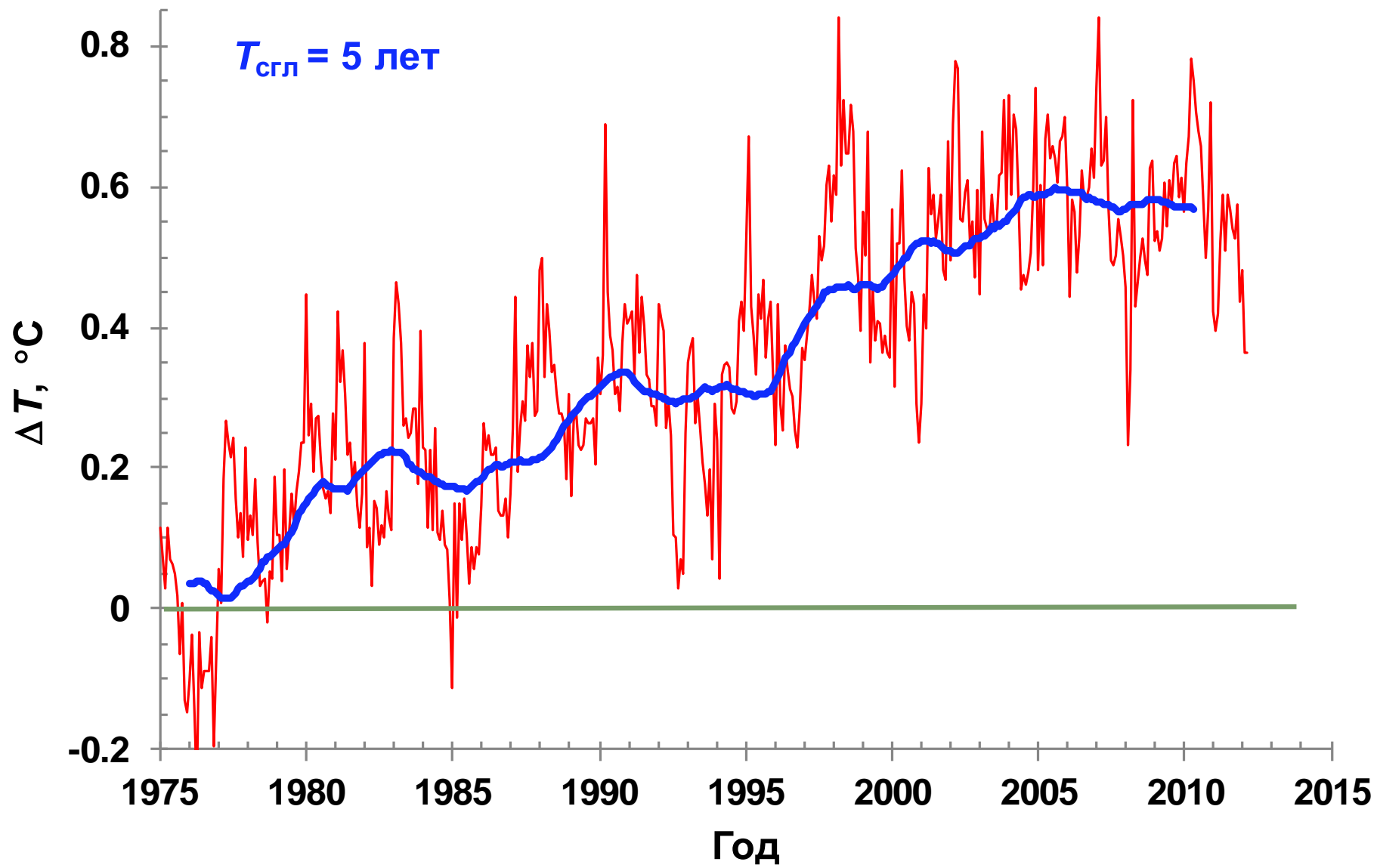
**The simple model, comprising mainly the direct heating from the absorption of infrared radiation, illustrates the main principles of the science involved. Here we only consider carbon dioxide and methane. The effect they produce leads to further heating due to increased water vapour. This is discussed. The predicted temperature increase due to the increase of greenhouse gases in the atmosphere over the last century follows roughly the observed temperature increase.**

**A.D. Erlykin, T. Sloan, A.W. Wolfendale. Man made global warming explained - closing the blinds, May 10, 2010**





$P = 198.25; 66.42; 33.64; 21.56$  (период в годах)





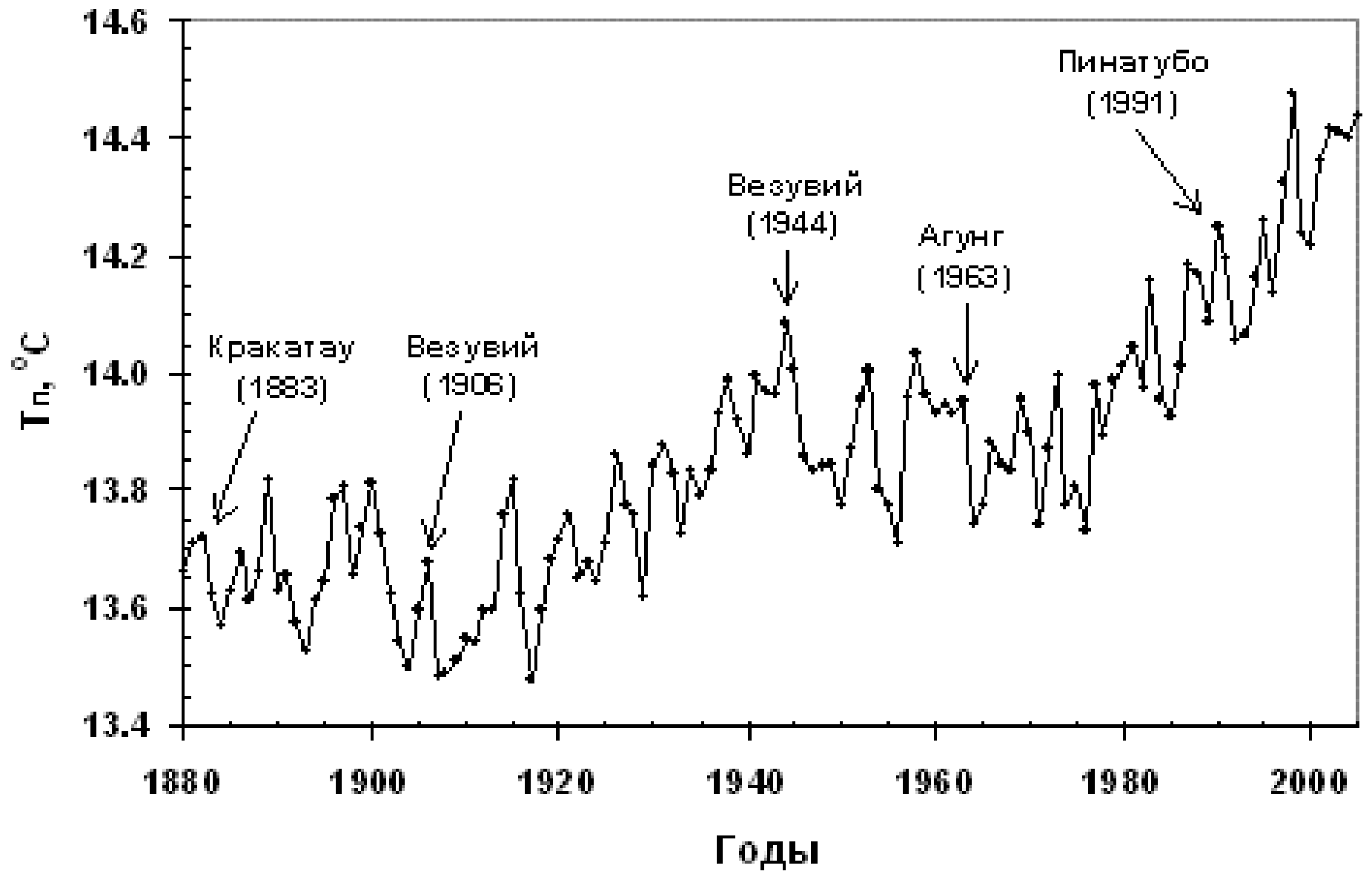
Юпитер

Земля

Зодиакальное  
пылевое  
облако

Венера

Кольцо главного  
пояса астероидов









Пинатубо, 1991 г.

## Заключение

- Потепление климата Земли в (1880 – 2005) гг. нельзя объяснить антропогенным влиянием или изменением активности и светимости Солнца и КЛ;
- Основной причиной изменений климата, как в недалеком так и далеком прошлом является изменение альbedo климатической системы Земли;
- Величина альbedo зависит от поступления в атмосферу космической пыли, концентрация которой изменяется в процессе орбитального движения Земли вокруг Солнца через зодиакальное пылевое облако;
- Поступление космической пыли определяется кометами и рассеянием метеорных потоков, на которые влияет расположение тяжелых планет;
- На основании спектрального анализа температурных данных за период (1880-2005) гг. дан прогноз о похолодании климата в первой половине 21-го века.



**Первые результаты международного эксперимента CLOUD в ЦЕРНе**

LETTER doi:10.1038/nature10343

430 | NATURE | VOL 476 | 25 AUGUST 2011

# Role of sulphuric acid, ammonia and galactic cosmic rays in atmospheric aerosol nucleation

Jasper Kirkby<sup>1</sup>, Joachim Curtius<sup>2</sup>, João Almeida<sup>2,3</sup>, Eimear Dunne<sup>4</sup>, Jonathan Duplissy<sup>1,5,6</sup>, Sebastian Ehrhart<sup>2</sup>, Alessandro Franchin<sup>5</sup>, Stephanie Gagne<sup>5,6</sup>, Luisa Ickes<sup>2</sup>, Andreas Kurtén<sup>2</sup>, Agnieszka Kupc<sup>7</sup>, Axel Metzger<sup>8</sup>, Francesco Riccobono<sup>9</sup>, Linda Rondo<sup>2</sup>, Siegfried Schobesberger<sup>5</sup>, Georgios Tsagkogeorgas<sup>10</sup>, Daniela Wimmer<sup>2</sup>, Antonio Amorim<sup>3</sup>, Federico Bianchi<sup>9,11</sup>, Martin Breitenlechner<sup>8</sup>, Andre. David<sup>1</sup>, Josef Dommen<sup>9</sup>, Andrew Downard<sup>12</sup>, Mikael Ehn<sup>5</sup>, Richard C. Flagan<sup>12</sup>, Stefan Haider<sup>1</sup>, Armin Hansel<sup>8</sup>, Daniel Hauser<sup>8</sup>, Werner Jud<sup>8</sup>, Heikki Junninen<sup>5</sup>, Fabian Kreissl<sup>12</sup>, Alexander Kvashin<sup>13</sup>, Ari Laaksonen<sup>14</sup>, Katrianne Lehtipalo<sup>5</sup>, Jorge Lima<sup>3</sup>, Edward R. Lovejoy<sup>15</sup>, **Vladimir Makhmutov**<sup>13</sup>, Serge Mathot<sup>1</sup>, Jyri Mikkilä<sup>5</sup>, Pierre Minginette<sup>1</sup>, Sandra Mogo<sup>3</sup>, Tuomo Nieminen<sup>5</sup>, Antti Onnela<sup>1</sup>, Paulo Pereira<sup>3</sup>, Tuukka Petäjä<sup>5</sup>, Ralf Schnitzhofer<sup>8</sup>, John H. Seinfeld<sup>12</sup>, Mikko Sipilä<sup>5,6</sup>, **Yuri Stozhkov**<sup>13</sup>, Frank Stratmann<sup>10</sup>, Antonio Tome<sup>3</sup>, Joonas Vanhanen<sup>5</sup>, Yrjö Viisanen<sup>16</sup>, Aron Vrtala<sup>7</sup>, Paul E. Wagner<sup>7</sup>, Hansueli Walther<sup>9</sup>, Ernest Weingartner<sup>9</sup>, Heike Wex<sup>10</sup>, Paul M. Winkler<sup>7</sup>, Kenneth S. Carslaw<sup>4</sup>, Douglas R. Worsnop<sup>5,17</sup>, Urs Baltensperger<sup>9</sup> & Markku Kulmala<sup>5</sup>



T11 - PS beam

HODOSCOPE

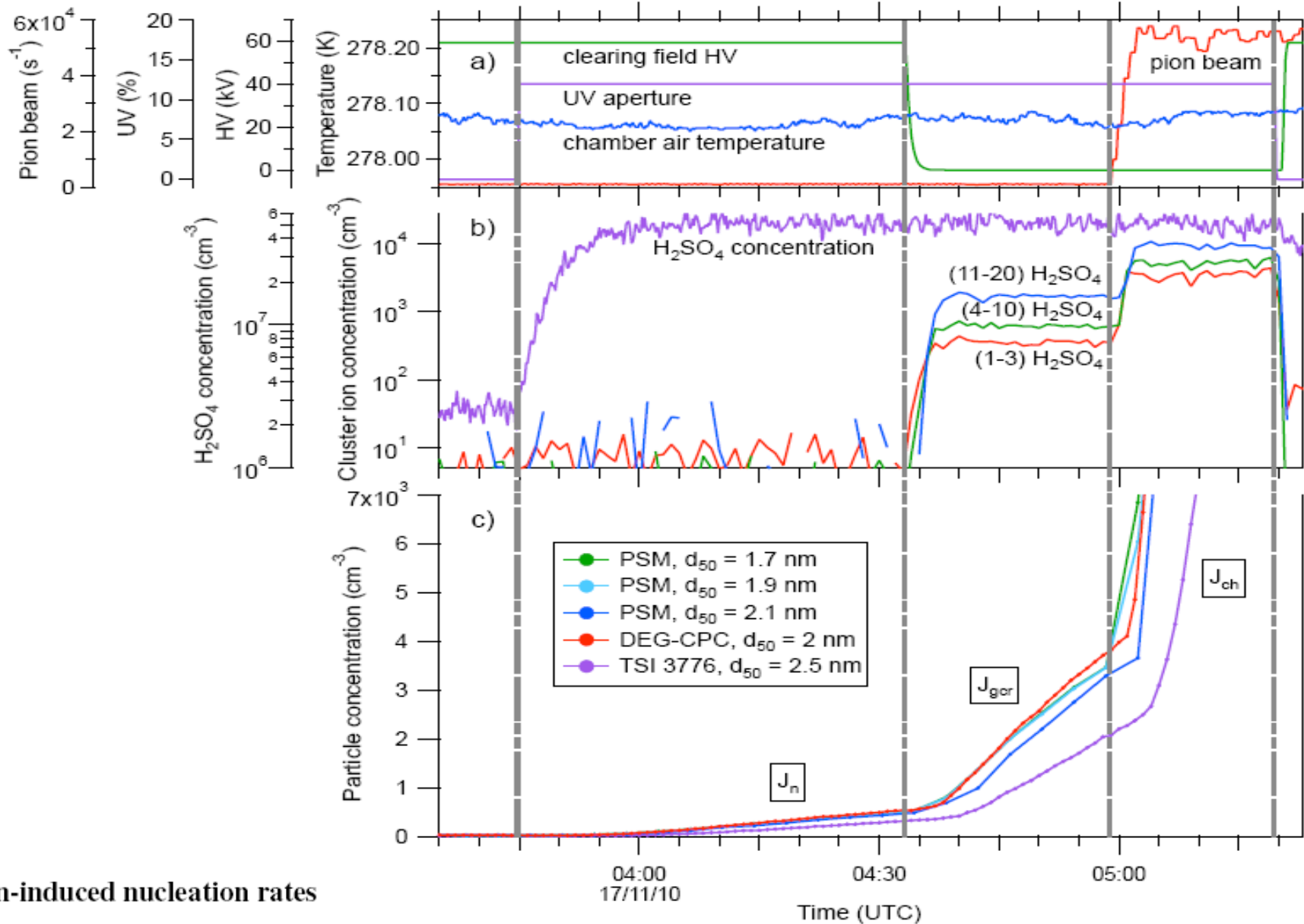
CLOUD CHAMBER



July'09, CERN



# CLOUD $J_n - J_{gcr} - J_{ch}$ run sequence



Ion-induced nucleation rates

# Содержание

## Введение

Солнечная активность (длительные минимумы в прошлом, характеристики солнечной активности в 2006 – 2012 гг., новый длительный минимум солнечной активности, прогноз на ближайшие ~ 3 десятилетия).

Космические лучи (стратосферный эксперимент).

Роль космических лучей в атмосферном электричестве. Международный эксперимент CLOUD (CERN).

Глобальные изменения климата. Физический механизм, ответственный за его изменения. Прогноз на будущее.

Активность научных сотрудников.

Материальное обеспечение научных работ (финансирование, хозяйственные задачи).



# 1993-2011 Индекс Хирша и цитируемость работ: [www.isiknowledge.com](http://www.isiknowledge.com)

## Сотрудники ДНС ФИАН

№ п/п	Ф.И.О.	h индекс Хирша	цитируем. (N/n)	цитируем. б/самоцит
1	Квашнин. А.Н.	8	23.04	<b>21.45</b>
2	Базилевская Г.А.	14	17.41	<b>15.92</b>
3	Стожков Ю.И.	16	13.56	<b>12.62</b>
4	Свиржевская А.К.	5	9.50	<b>8.83</b>
5	Махмутов В.С.	12	7.09	<b>6.45</b>
6	Крайнев М.Б.	7	6.67	<b>6.31</b>
7	Свиржевский Н.С.	5	6.77	<b>6.27</b>

## Другие

1	Гуревич А.В.	40	26.04	<b>23.60</b>
2	Гаврин В.Н.	14	21.10	<b>19.85</b>
3	Рубаков В.А.	23	20.35	<b>19.29</b>
4	Скринский А.Н.	31	13.61	<b>12.07</b>
5	Гальпер А.М.	15	10.47	<b>9.13</b>
6	Рябов В.А.	14	9.34	<b>8.13</b>
7	Фильков Л.В.	10	8.48	<b>7.30</b>

## Сотрудники ДНС ФИАН

№ п/п	Ф.И.О.	<b>h индекс</b>	цитируем.	цитируем.
		<b>Хирша</b>	(N/n)	без самоцит.
1	Стожков Ю.И.	<b>16</b>	13.56	12.62
2	Базилевская Г.А.	<b>14</b>	17.41	15.92
3	Махмутов В.С.	<b>12</b>	7.09	6.45
4	Квашнин. А.Н.	<b>8</b>	23.04	21.45
5	Крайнев М.Б.	<b>7</b>	6.67	6.31
6	Подгорный А.И.	<b>7</b>	3.94	1.26
7	Свиржевская А.К.	<b>5</b>	9.50	8.83
8	Свиржевский Н.С.	<b>5</b>	6.77	6.27

## Другие

1	Гуревич А.В.	<b>40</b>	26.04	23.60
2	Скринский А.Н.	<b>31</b>	13.61	12.07
3	Рубаков В.А.	<b>23</b>	20.35	19.29
4	Wolfendale A.	<b>18</b>	5.23	3.42
5	Гальпер А.М.	<b>15</b>	10.47	9.13
6	Гаврин В.Н.	<b>14</b>	21.10	19.85
7	Рябов В.А.	<b>14</b>	9.34	8.13
8	Ерлыкин А.Д.	<b>14</b>	5.54	3.61
9	Полухина Н.Т	<b>13</b>	6.64	4.58
10	Домогацкий Г.В.	<b>12</b>	7.73	4.91
11	Панасюк М.И.	<b>12</b>	5.44	4.76
12	Фильков Л.В.	<b>10</b>	8.48	7.30
13	Чубенко А.П.	<b>7</b>	2.76	1.91
14	Лазутин Л.Л.	<b>6</b>	3.07	2.59
15	Пучков В.С.	<b>5</b>	2.95	2.51
16	Яковлев В.И.	<b>5</b>	2.71	2.26

# Финансирование

1. Программы Президиума РАН и отделений РАН (4 программы)
2. Гранты РФФИ (4 - 5 грантов)
3. Договорные работы (МИФИ, ЦНИИМАШ)

# Хозяйственные работы

За последние ~ 7 лет выполнены следующие хозяйственные работы:

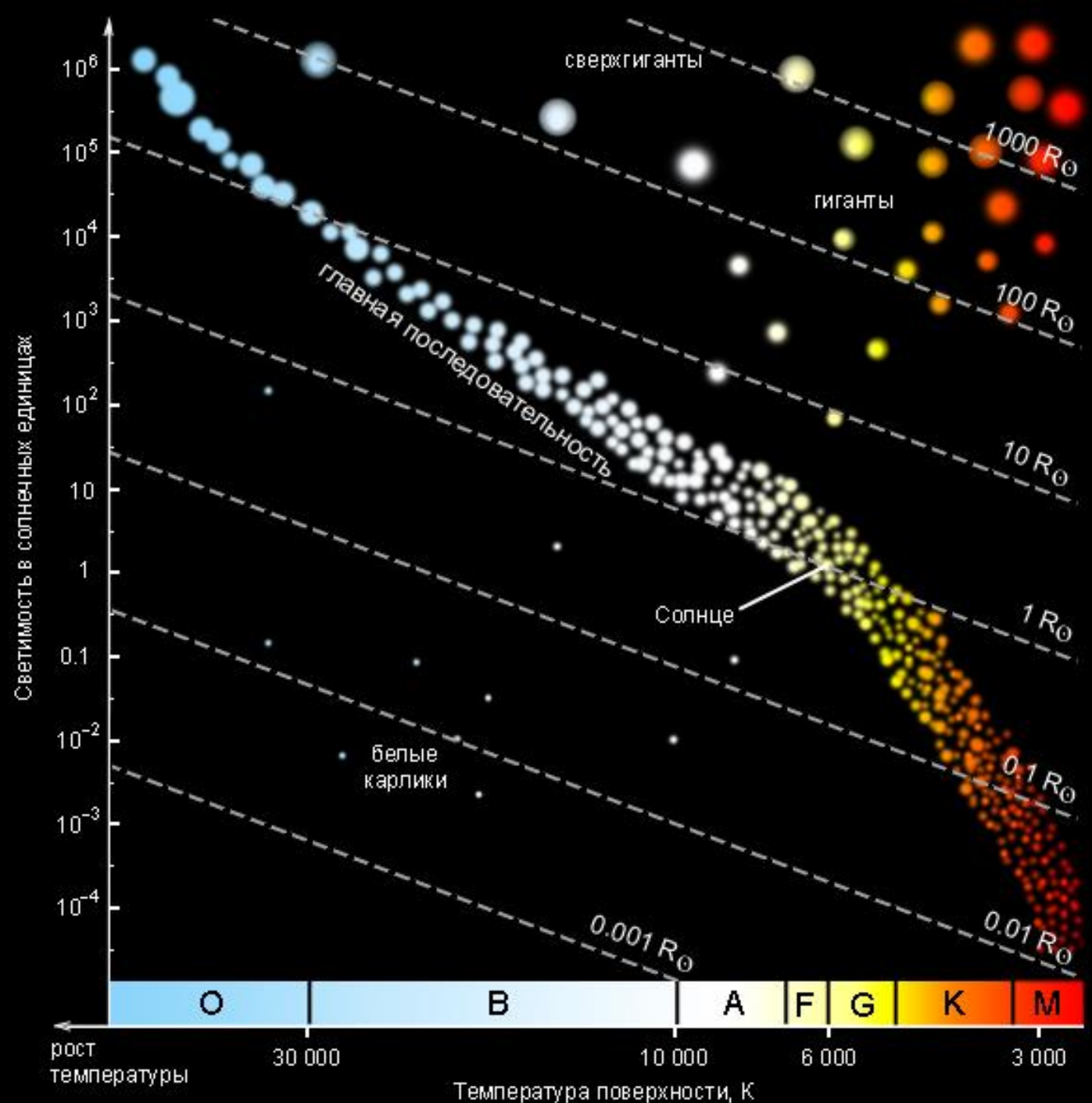
1. Капитальный ремонт теплотрассы (замена труб)
  2. Замена кровли на крыше главного здания
  3. Внутренний ремонт помещений главного корпуса
  4. Замена электропроводки главного корпуса
  5. Асфальтирование территории
  6. Замена деревянного забора на металлический
  7. Заштукатурен главный корпус
  8. Отремонтирована эстакада для хранения баллонов
- 

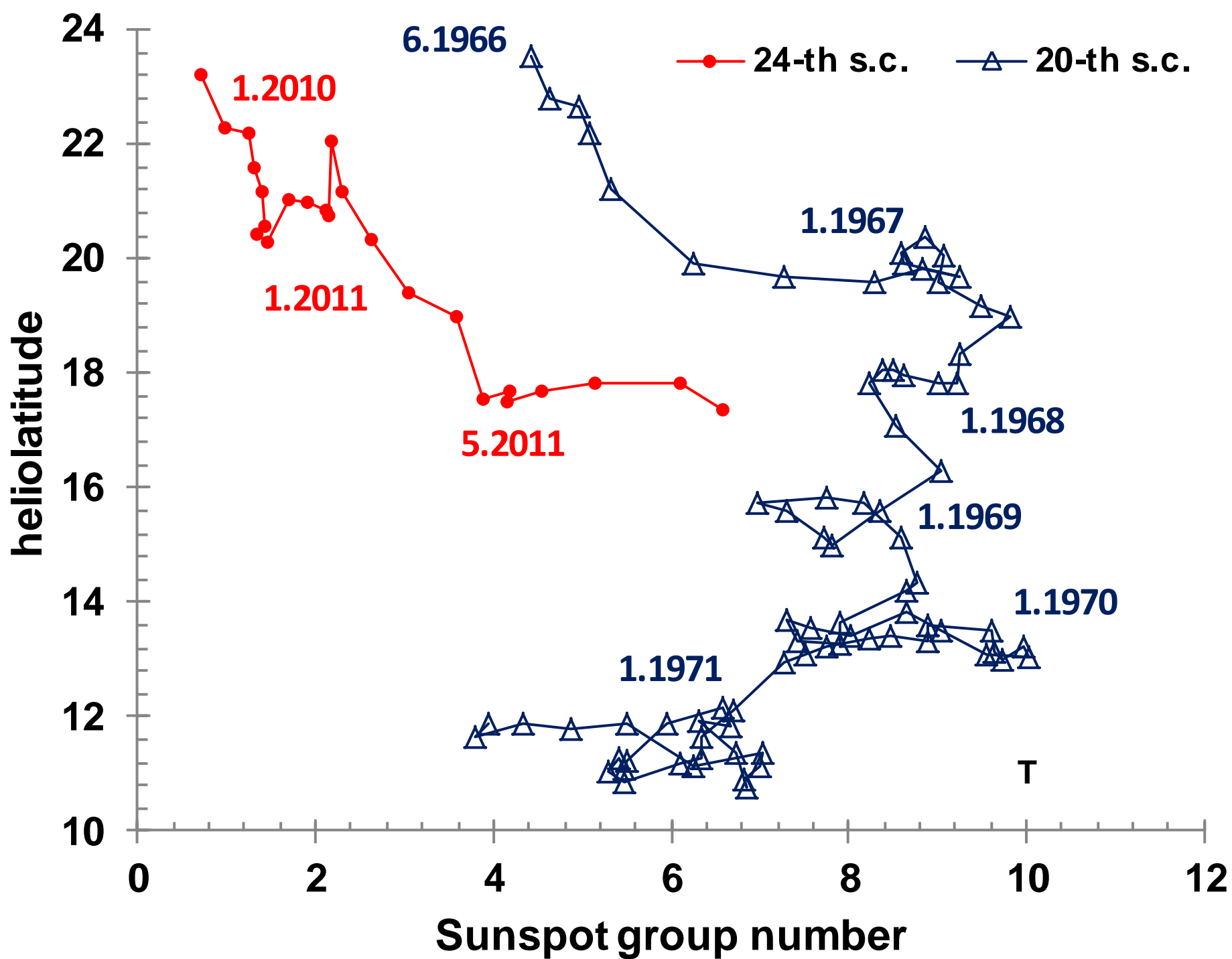
Необходимо провести капитальный ремонт 3 - х лабораторных домов. Стоимость ремонта одного дома составляет ~ 1 млн. руб.

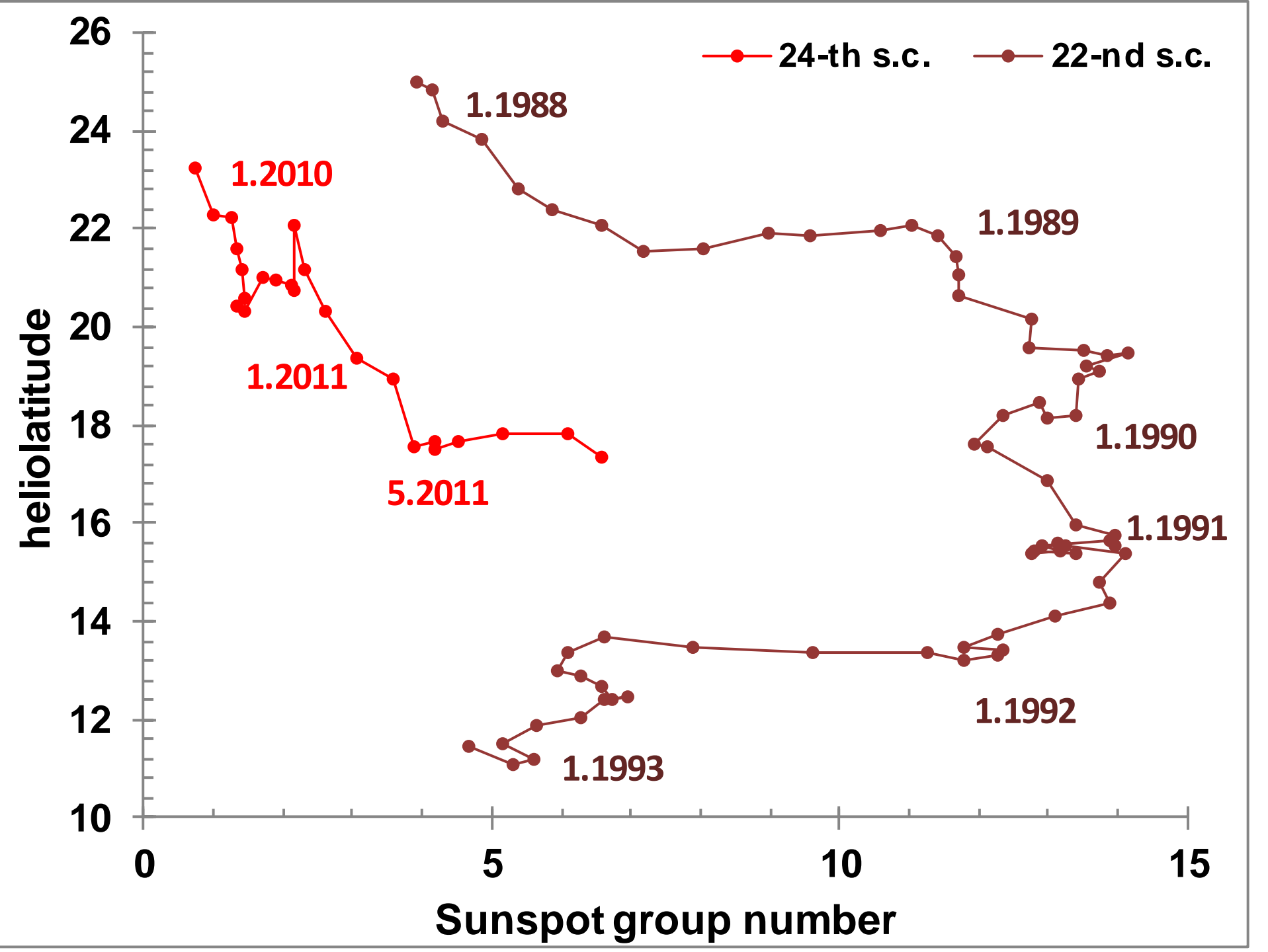
**Долгопрудненская научная станция ФИАН**  
**им.академика С.Н. Вернова**  
*(Лаборатория физики Солнца и космических лучей ФИАН)*



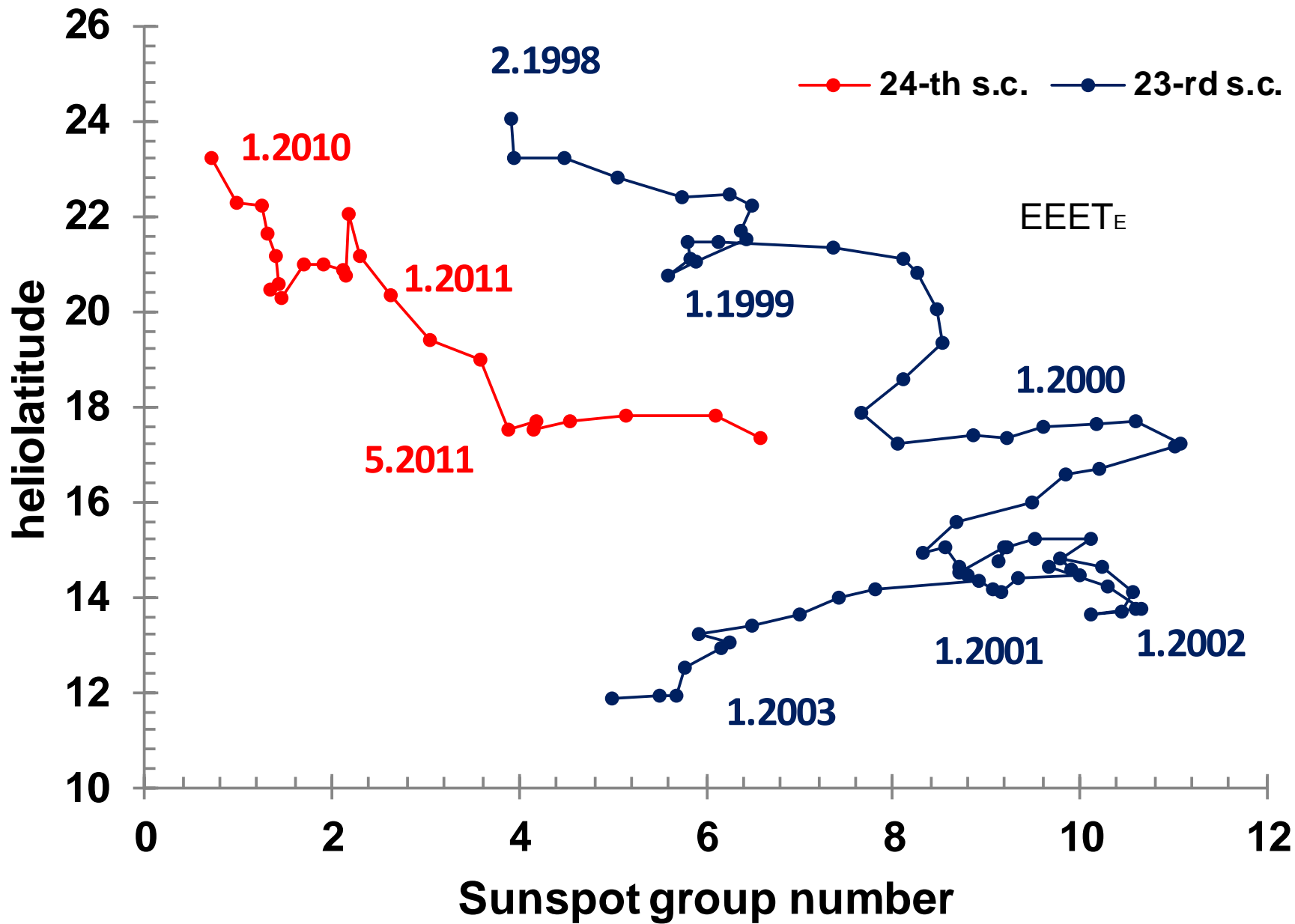
**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**







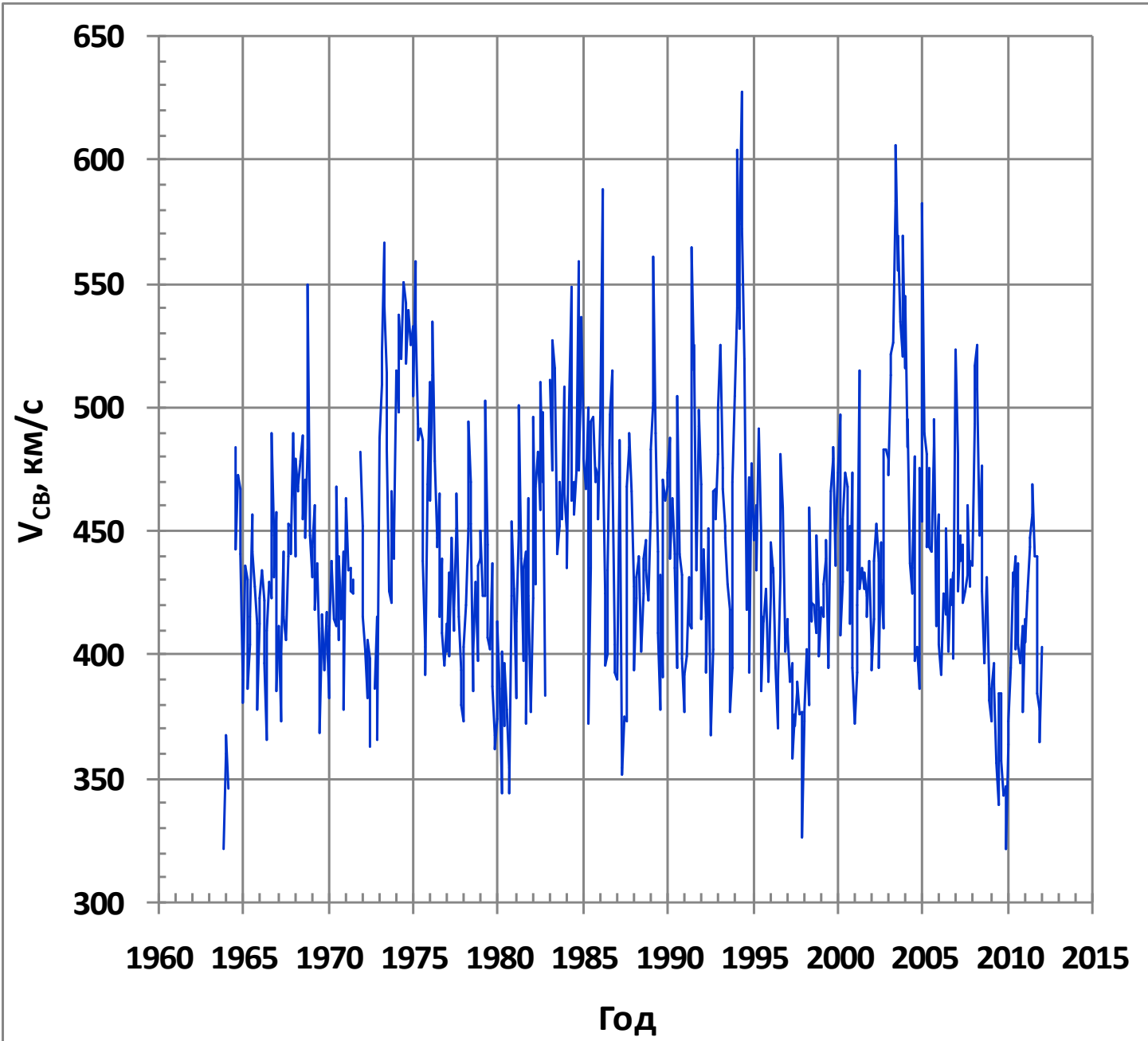




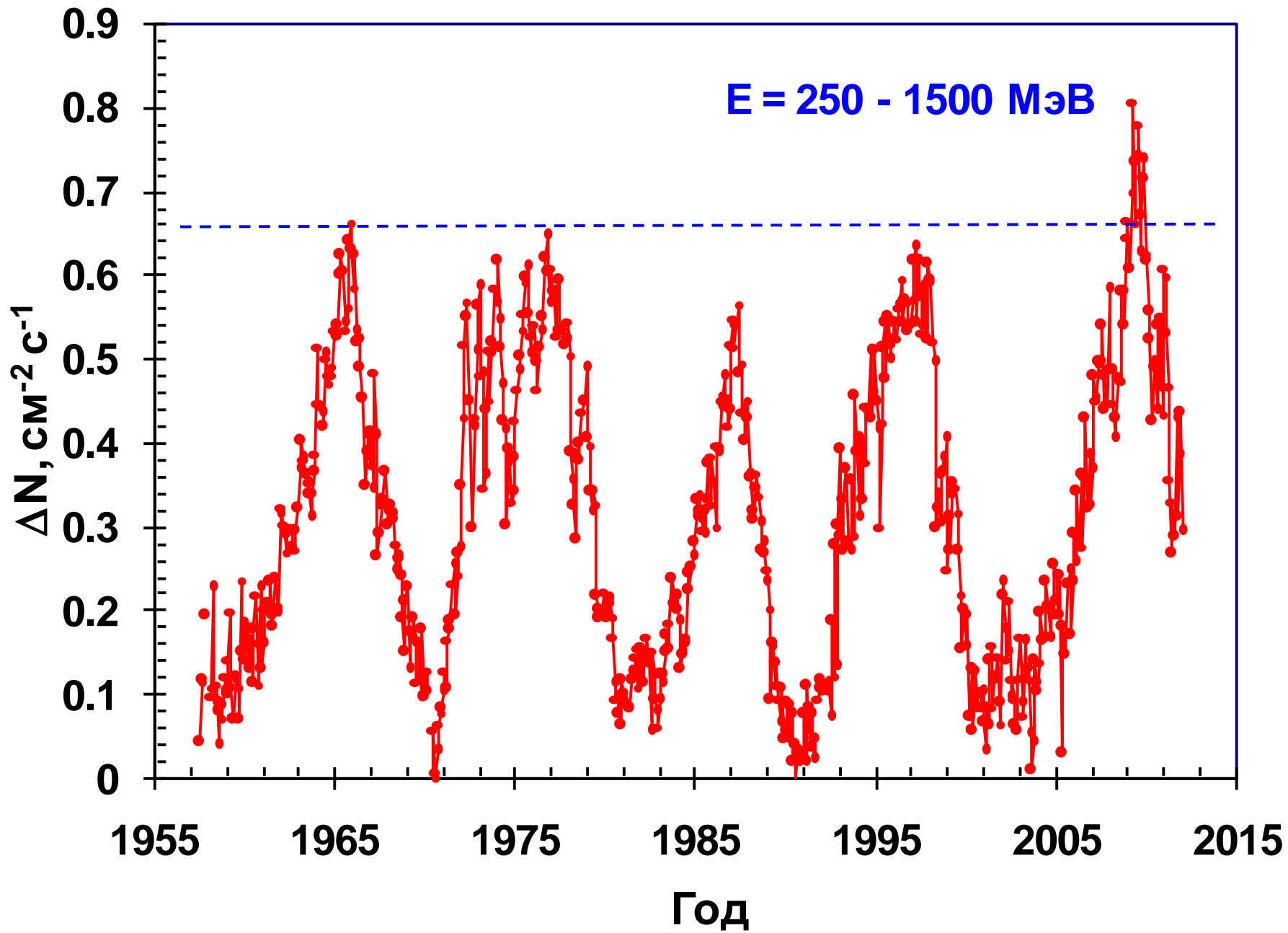
T<sub>7</sub>

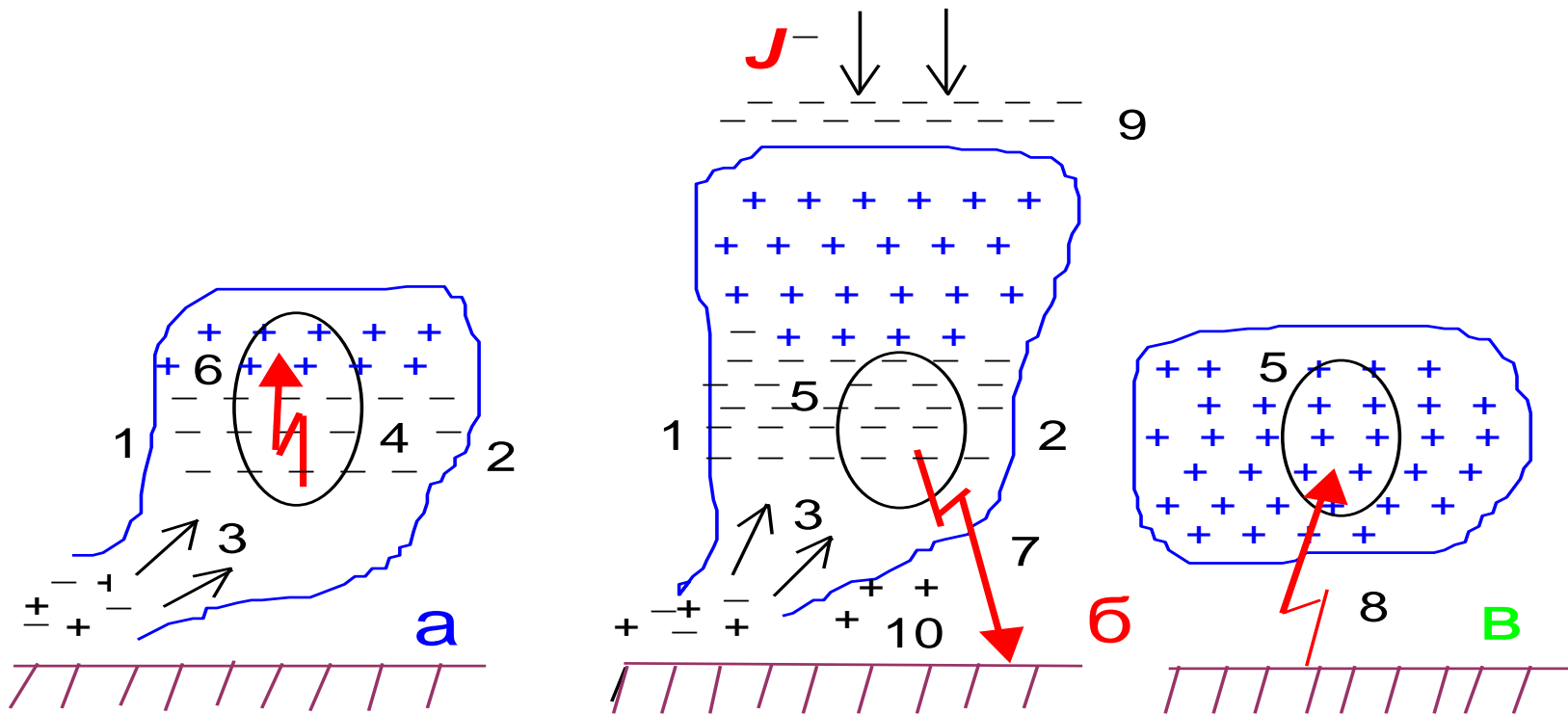
	<b>T, годы</b>	<b>M/M<sub>3</sub></b>	<b>r, a.e.</b>
<b>Юпитер</b>	<b>11.8622</b>	<b>318</b>	<b>5.2</b>
<b>Сатурн</b>	<b>29.4577</b>	<b>95.2</b>	<b>9.54</b>
<b>Уран</b>	<b>84.0139</b>	<b>14.6</b>	<b>19.2</b>
<b>Нептун</b>	<b>165.793</b>	<b>17.2</b>	<b>30.1</b>
<b>Плутон</b>	<b>247.78</b>	<b>~ 0.002</b>	<b>39.4</b>

**(M<sub>3</sub> = 5.975×10<sup>27</sup> г    M<sub>c</sub> = 1.989×10<sup>33</sup> г)**



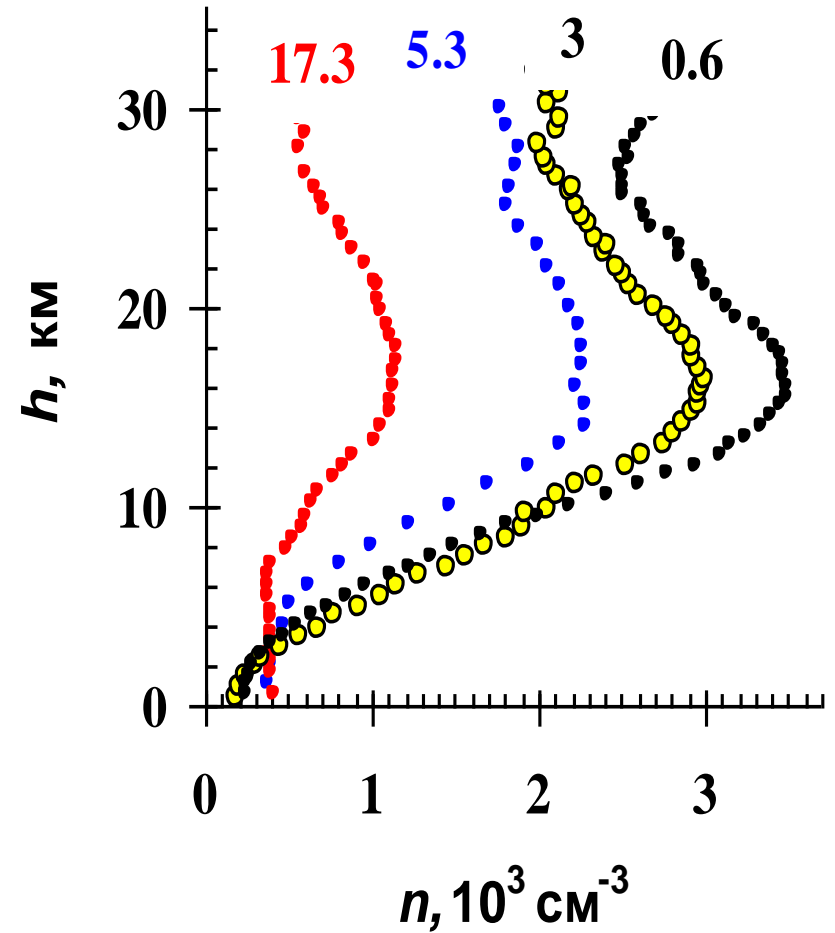
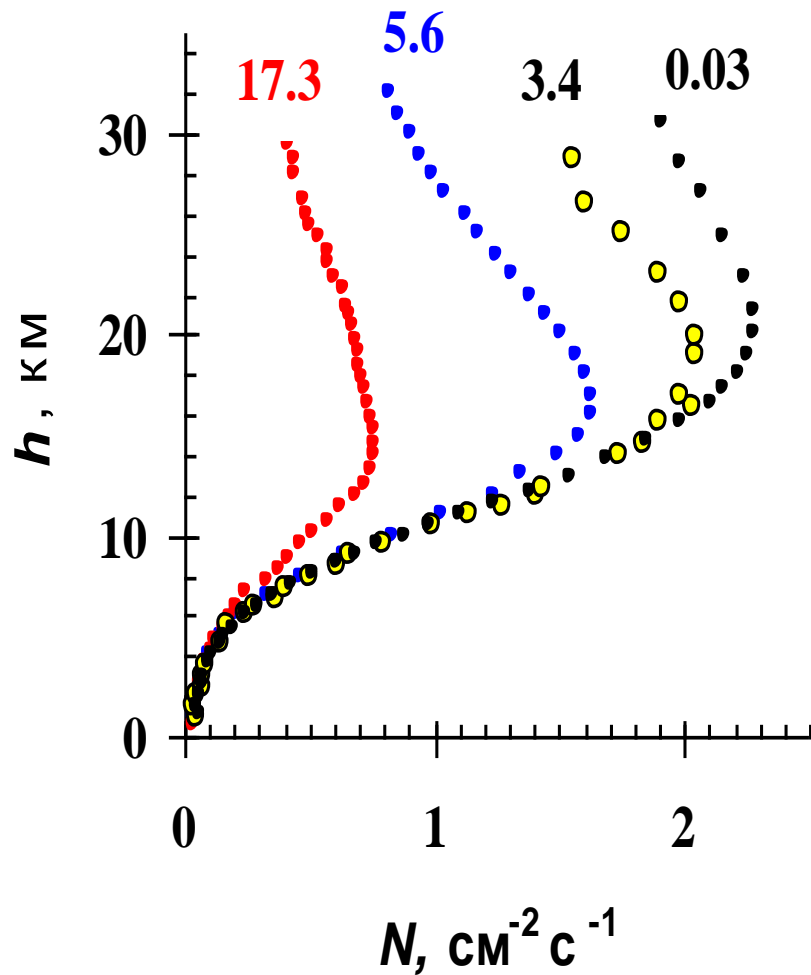
<http://omniweb.gfsc.nasa.gov/>; <http://spaceweather.com/>



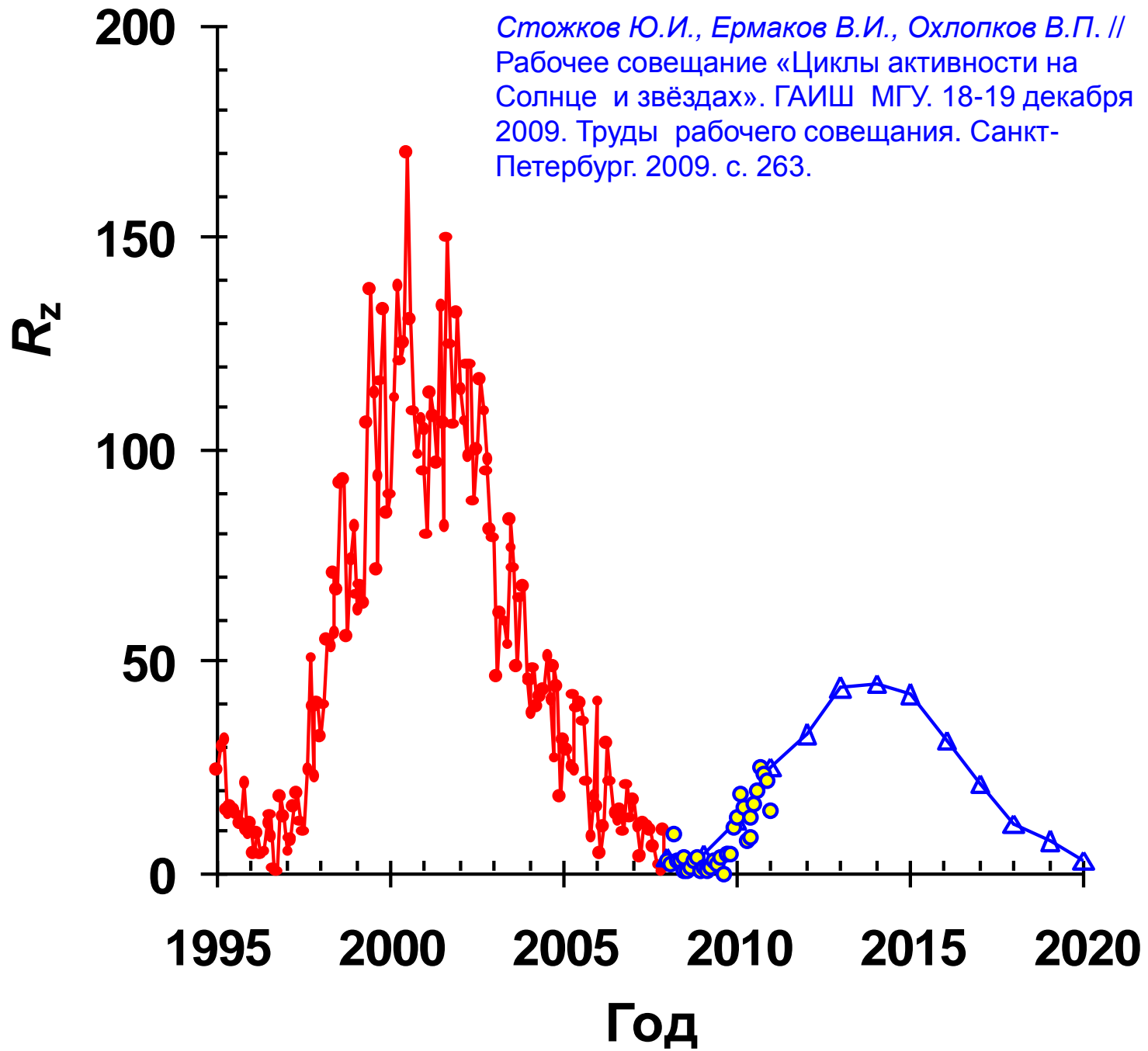


**Схема зарождения, развития и распада грозового облака: а - фаза зарождения облака; б - фаза зрелости облака; в - распад облака;  $J^-$  - ток отрицательных ионов из ионосферы к вершине облака; 1 - теплый фронт; 2 - холодный фронт; 3 - восходящие потоки влажного воздуха; 4, 5 - широкие атмосферные ливни, образуемые частицами с  $E > 10^{14}$  эВ и с  $E > 10^{15}$  эВ; 6 - разряды внутри облака; 7 - нисходящие молниевые разряды; 8 - восходящие молниевые разряды; 9 - отрицательный заряд у вершины облака; 10 - положительный заряд на нижней границе облака.**

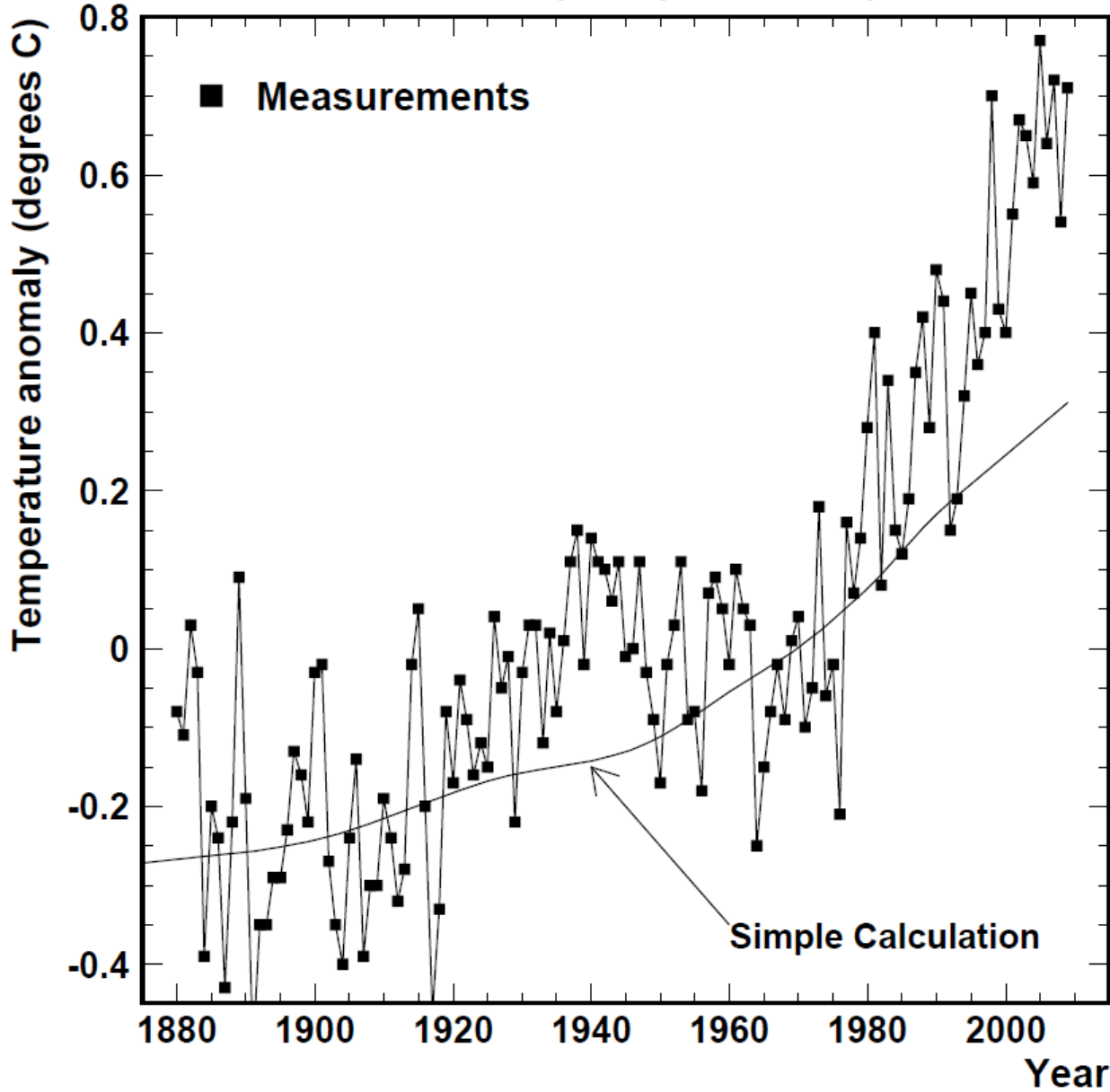
# Космические лучи и ионы в атмосфере



Стожков Ю.И., Ермаков В.И., Охлопков В.П. // Рабочее совещание «Циклы активности на Солнце и звёздах». ГАИШ МГУ. 18-19 декабря 2009. Труды рабочего совещания. Санкт-Петербург. 2009. с. 263.



# Global mean surface temp compared to simple calculation



The point joined by solid lines show the measurements of the global average annual mean surface temperature of the Earth from meteorological stations as a function of time since 1880. The smooth curve shows the change in temperature predicted by the simple model as CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations increase from their 1850 values.

(A.D. Erlykin, T. Sloan, A.W. Wolfendale. Man made global warming explained – closing the blinds. May 10, 2010)



# EOS

EOS, TRANSACTIONS, AMERICAN GEOPHYSICAL UNION

VOLUME 91 NUMBER 37

14 SEPTEMBER 2010

PAGES 325–332

## Climate Change: Past, Present, and Future

PAGES 325–326

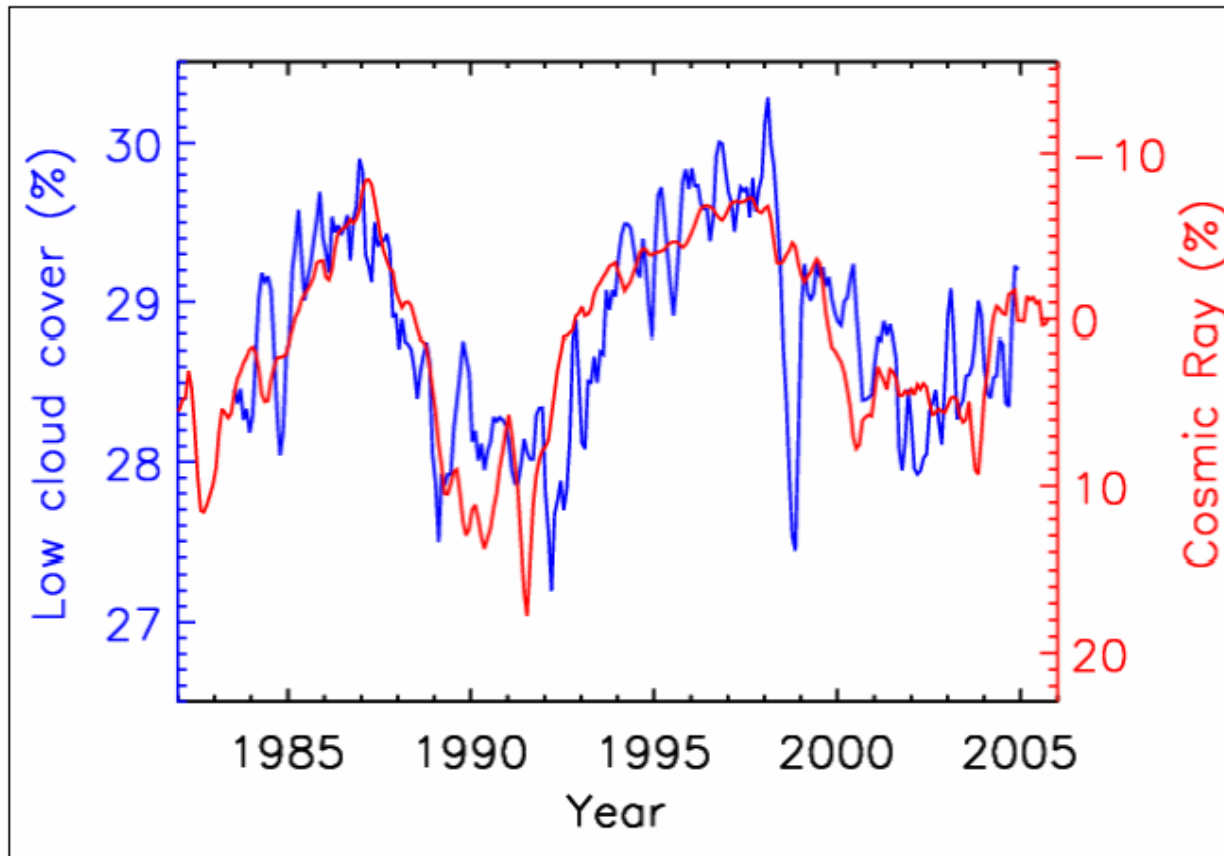
anomaly, the zero point on the scale is arbitrary. The reference level in Figure 1 is

reconstruction method [NRC, 2006, and references therein]. Differences between the various curves represent different spatial sampling, latitudinal emphasis, seasonality, and methodologies. This collection of curves suggests that the Northern Hemisphere was relatively warm around 1000 C (but not as warm as current temperature).

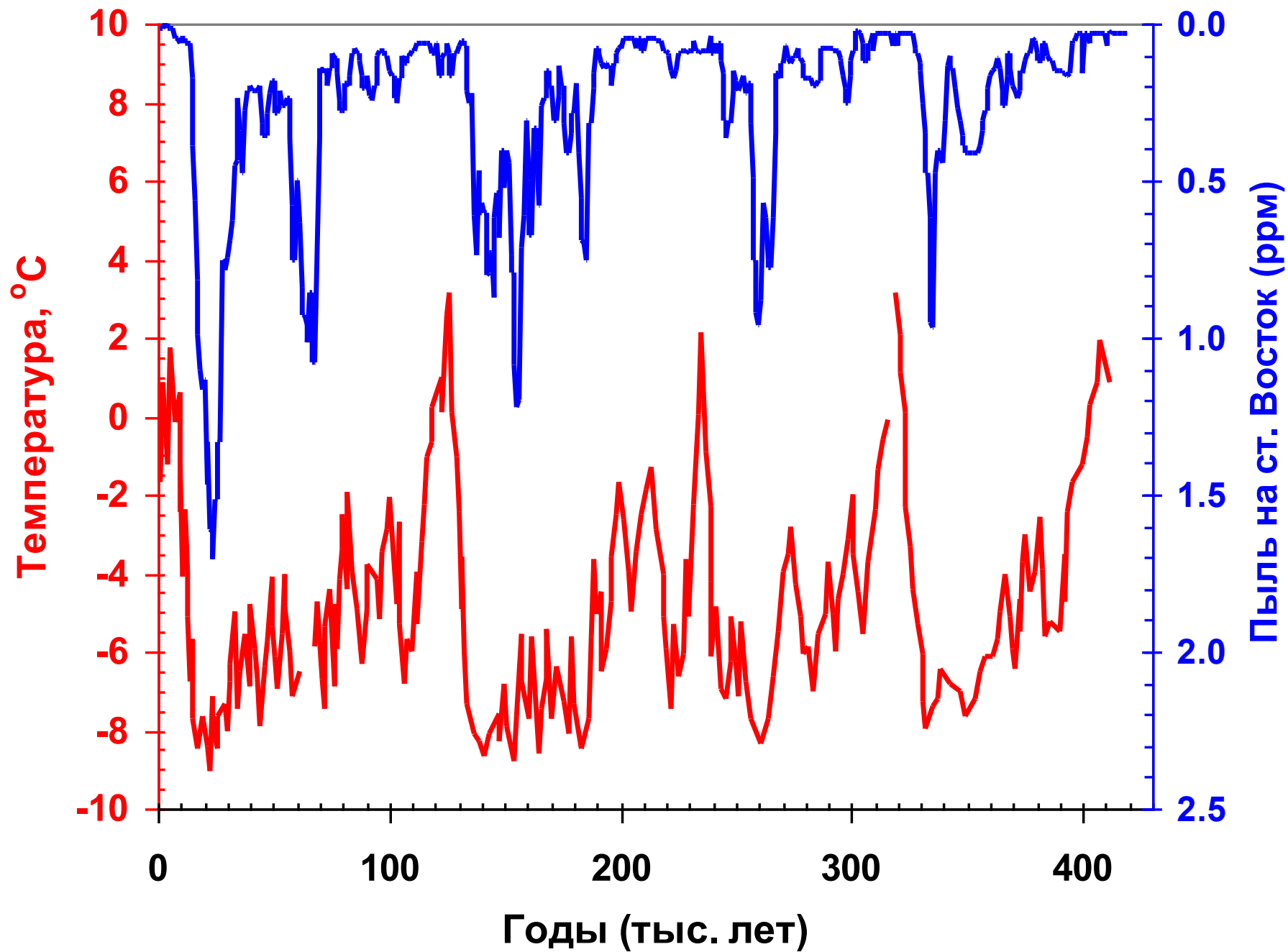
*Fig. 1. Views of temperature change in the next century are informed by temperature changes in the past. For illustrative and educational purposes, three sets of surface temperatures have been assembled: 1000-year reconstructions of past temperature change based on proxies (tree rings, corals, etc.), glacier lengths, and borehole temperatures; the instrumental record; and Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) projections for temperature change from 2000 to 2100. Figure modified from National Research Council [2006] and IPCC [2007].*

**David S. Chapman and Michael G. Davis, Department of Geology and Geophysics, University of**

# Link between Low Cloud Cover and Galactic Cosmic Rays?



Low Cloud Cover vs GCR.  
Marsh and Svensmark, PRL, 2000.



**В орбитальном движении Земли вокруг Солнца присутствуют периоды Миланковича: ~ 21, 41 и 100 тыс. лет.**

**Эти периоды возникают из-за влияния планет на орбиту Земли. Они же присутствуют в вариациях температуры, определенной по антарктическим ледовым кернам (ст. Восток) за последние 420 тыс. лет.**

**Вариации климата можно связать с влиянием планет на климатическую систему Земли (через космическую пыль).**

**При прохождении через рукава Галактики Солнечная система проходит через гигантские молекулярные облака (ГМО), области увеличенной концентрации межзвездной пыли и звезд.**

**Своим тяготением ГМО вызывают приток комет из облака Оорта в Солнечную систему и тем самым влияют на климатическую систему Земли.**

**Этим механизмом объясняются изменения климата Земли на шкале времени в ~ 520 млн. лет.**

# CLOUD at the CERN PS, July 2010

