Вся правда проходит три стадии: первая - это удивительно; вторая - это то, против чего все; третья - это принимается как само по себе очевидное».

А. Шопенгауер

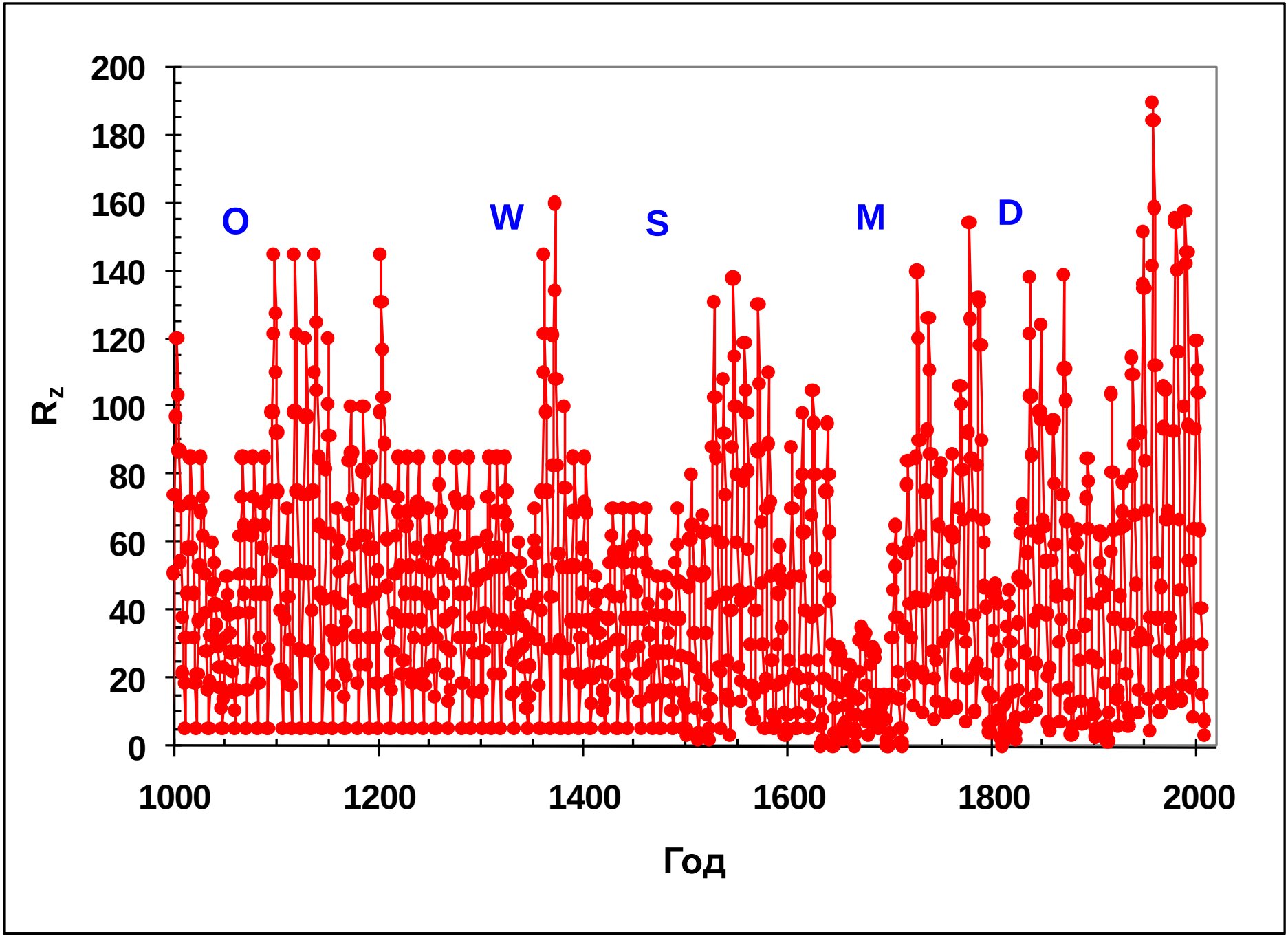
Особенности поведения солнечной активности за последние 20 лет.

Стожков Ю.И. (ФИАН),
Охлопков В.П. (НИИЯФ МГУ)

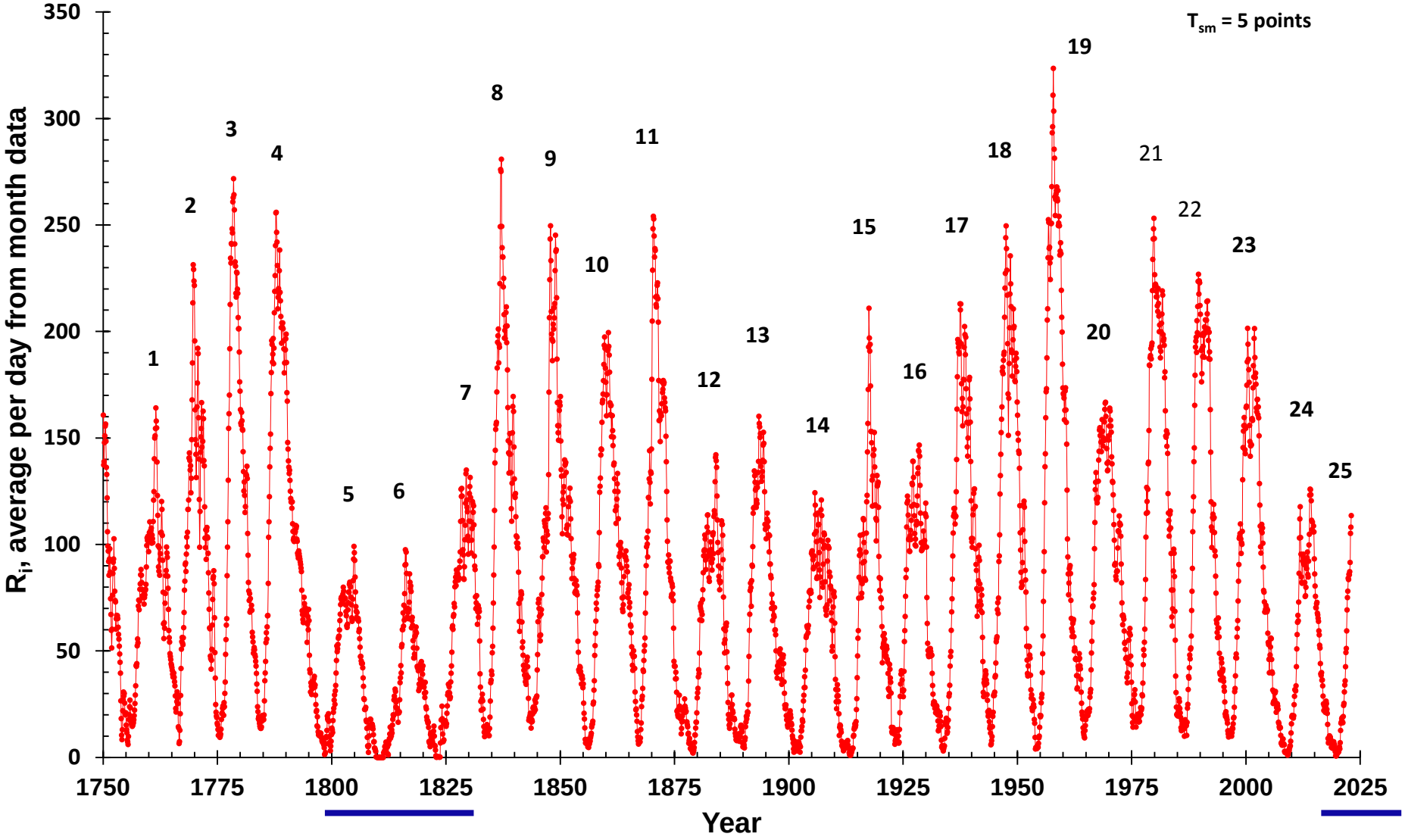
29–31 мая 2023 г., ИЗМИРАН, симпозиум «Физические основы прогнозирования гелиогеофизических процессов и событий» («ПРОГНОЗ-2023»), посвященный 120-летию со дня рождения Николая Васильевича Пушкова – основателя и многолетнего директора ИЗМИРАН

ПЛАН СООБЩЕНИЯ

1. О гранд – минимумах солнечной активности.
2. Прогноз солнечной активности.

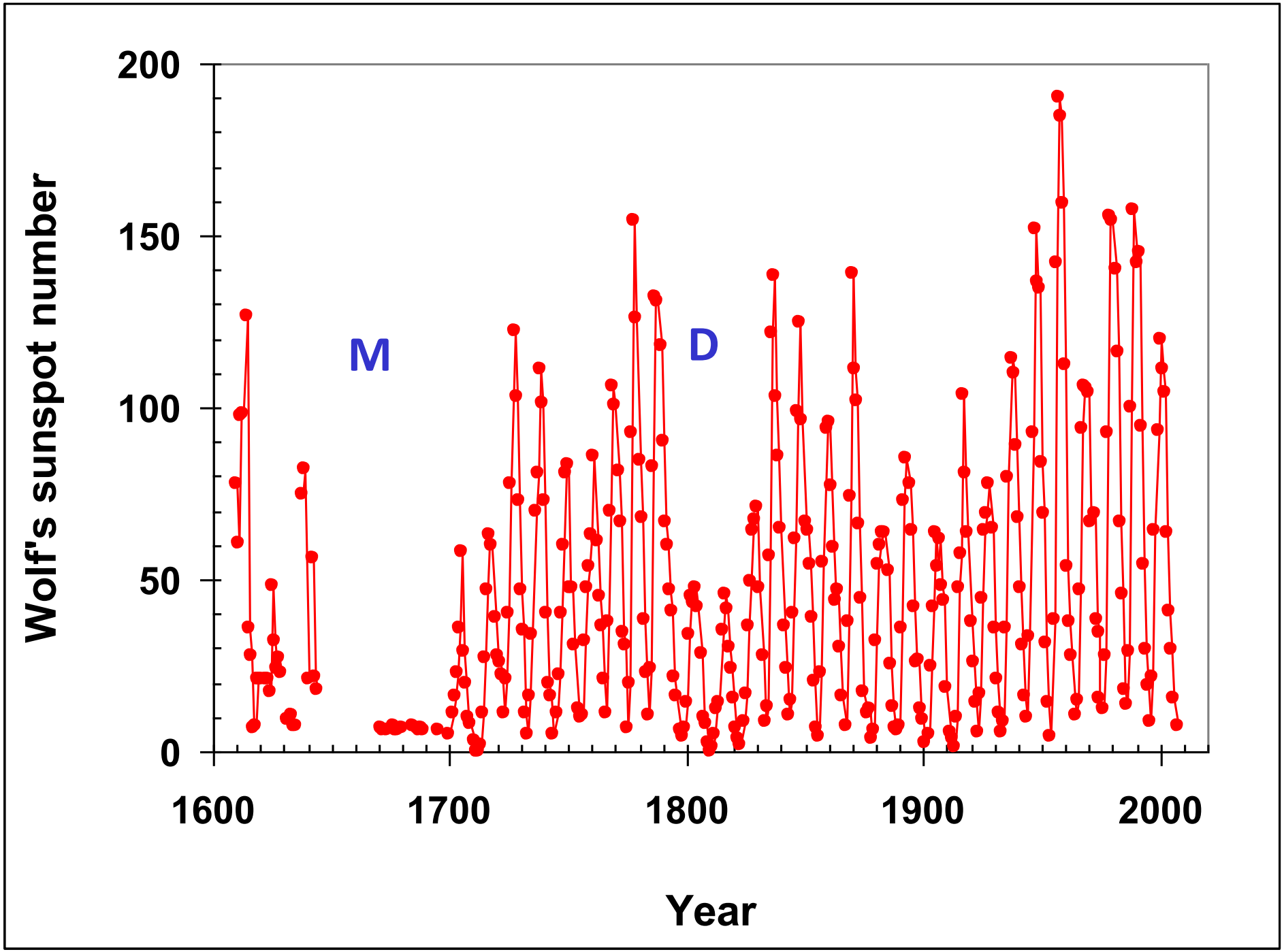


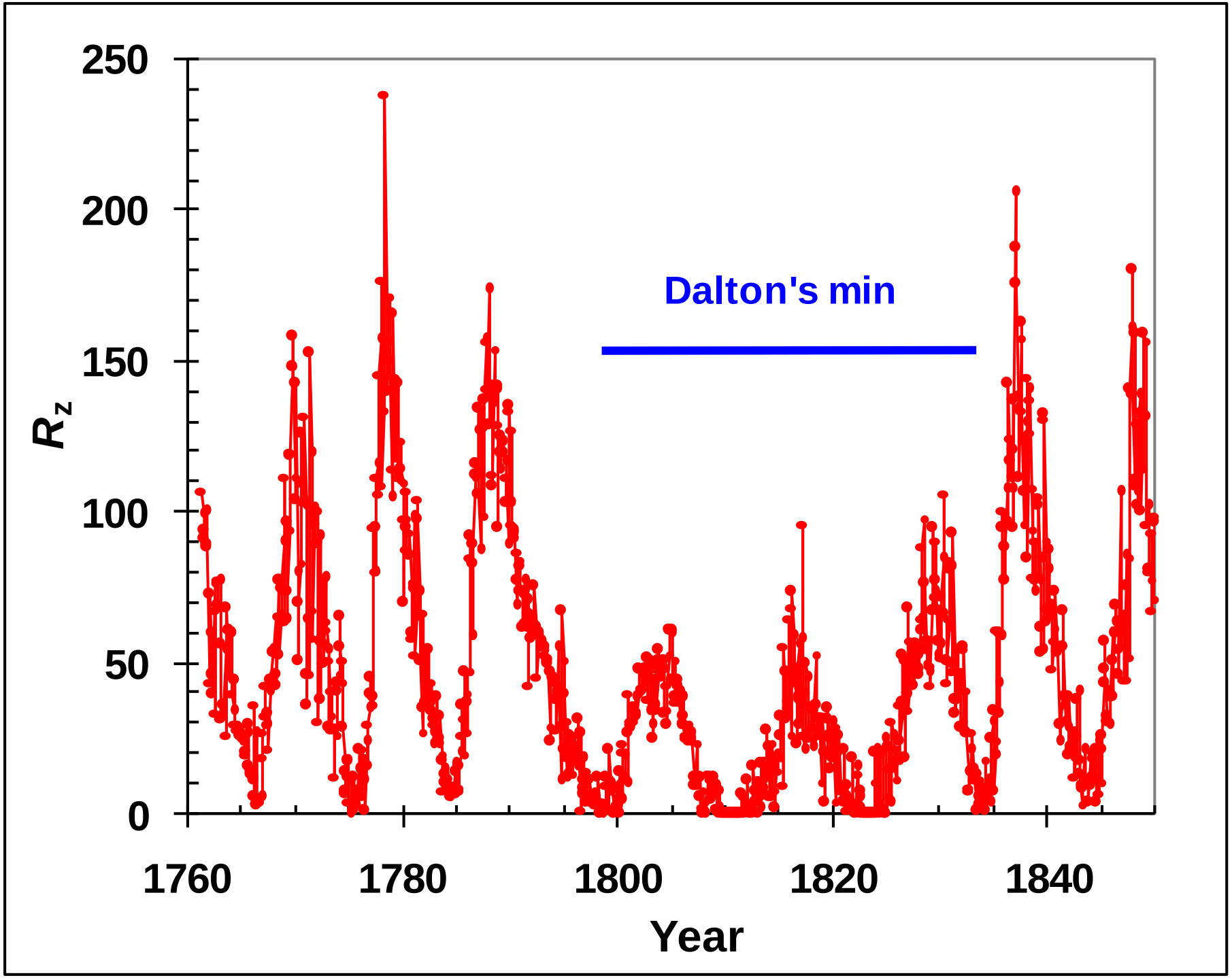
Shove D.J. Sunspots cycles, Stroudsburg,Hutchinson Ros. Publ., 1983

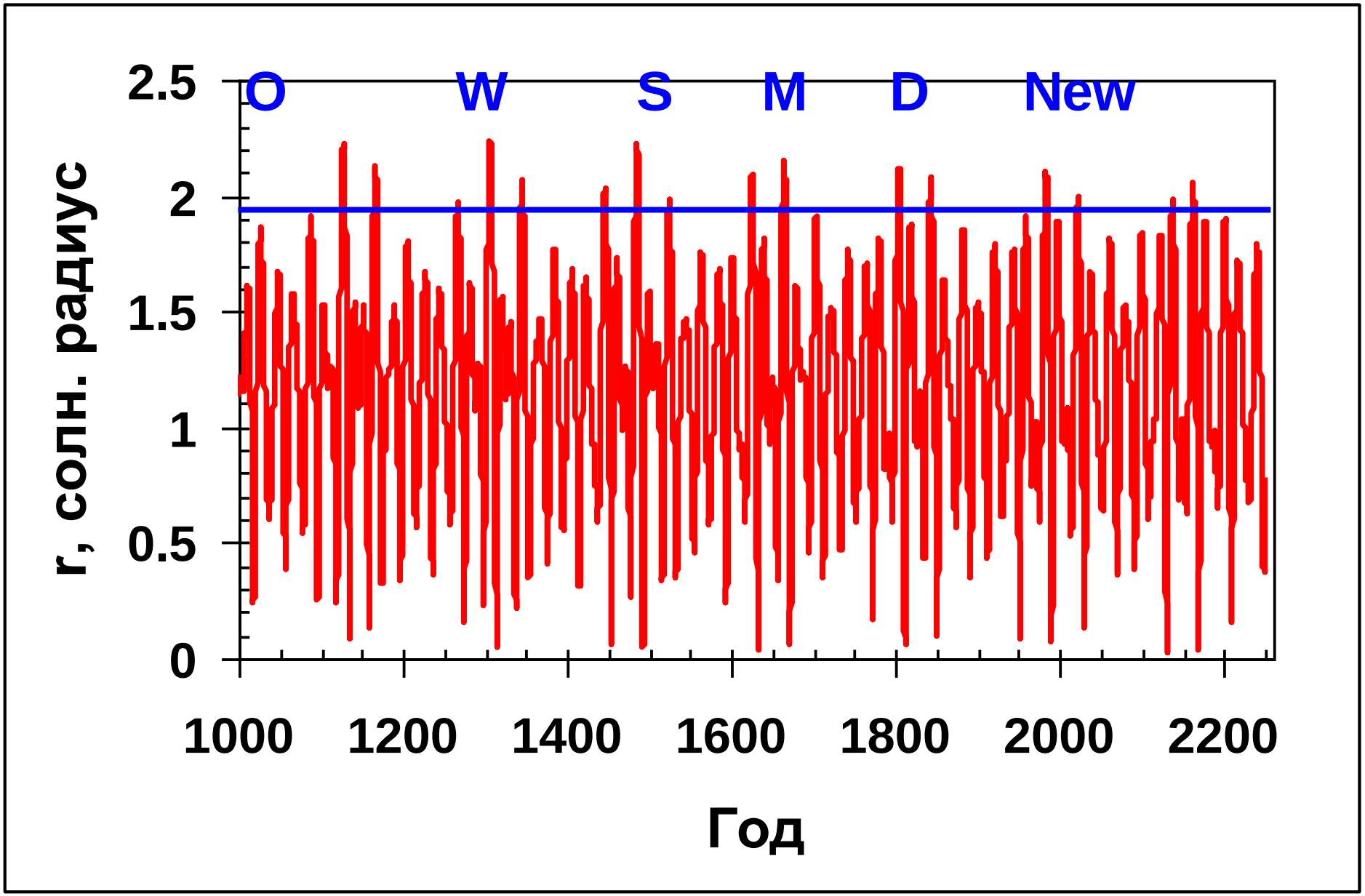


https://www.sidc.be/silso/datafiles

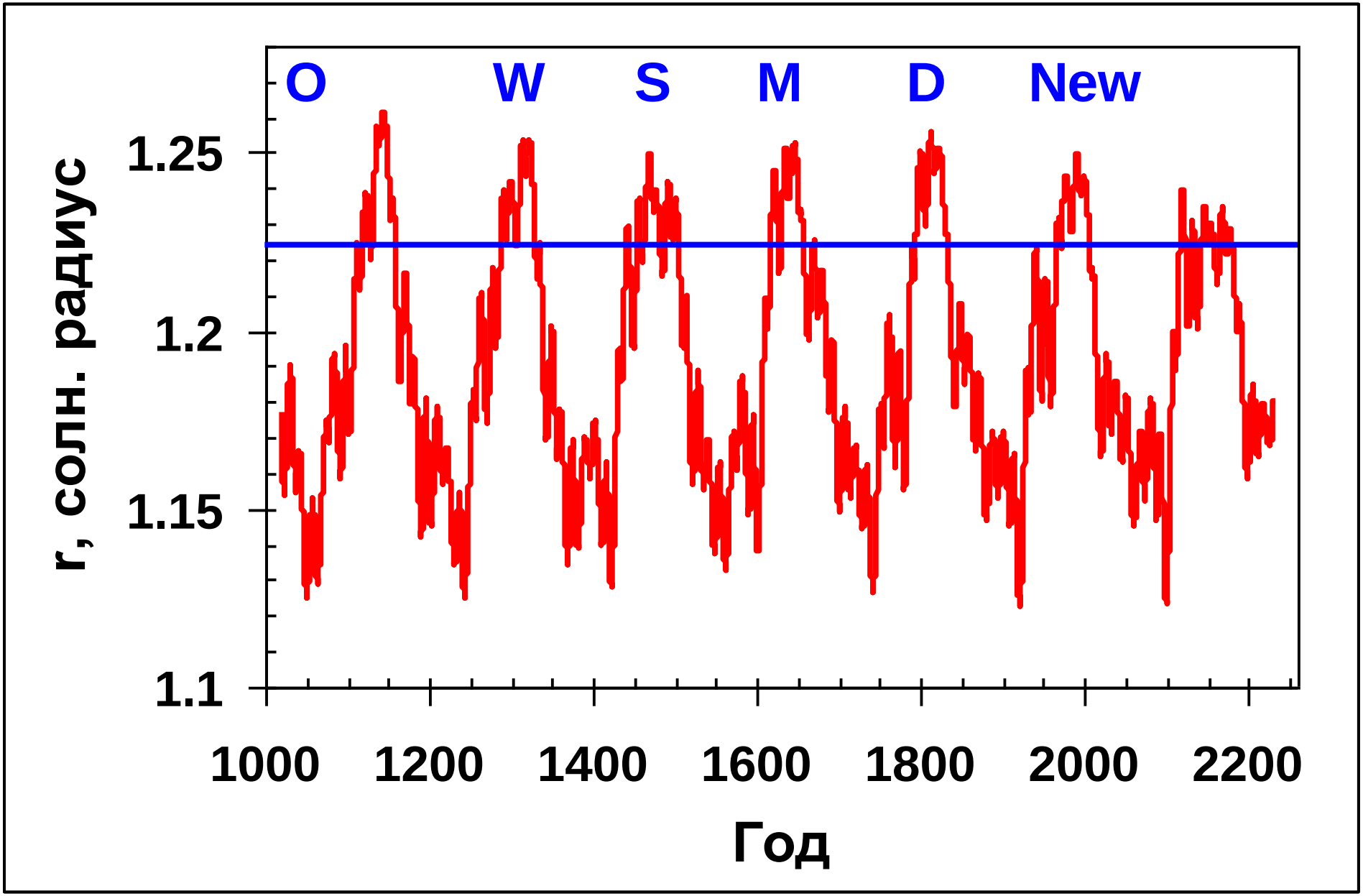
- **1280 – 1350 – Минимум Вольфа (W)**
- **1415 – 1540 – Минимум Шперера (S)**
- **1620 – 1720 – Минимум Маундера (M)**
- **1790 – 1835 – Минимум Дальтона (D)**
- **2007 – 2040 (?) – Современный (NEW) продолжительный минимум**


200
150
100
50
0
Wolf's sunspot number
M
D
1600
1700
1800
1900
2000
Year

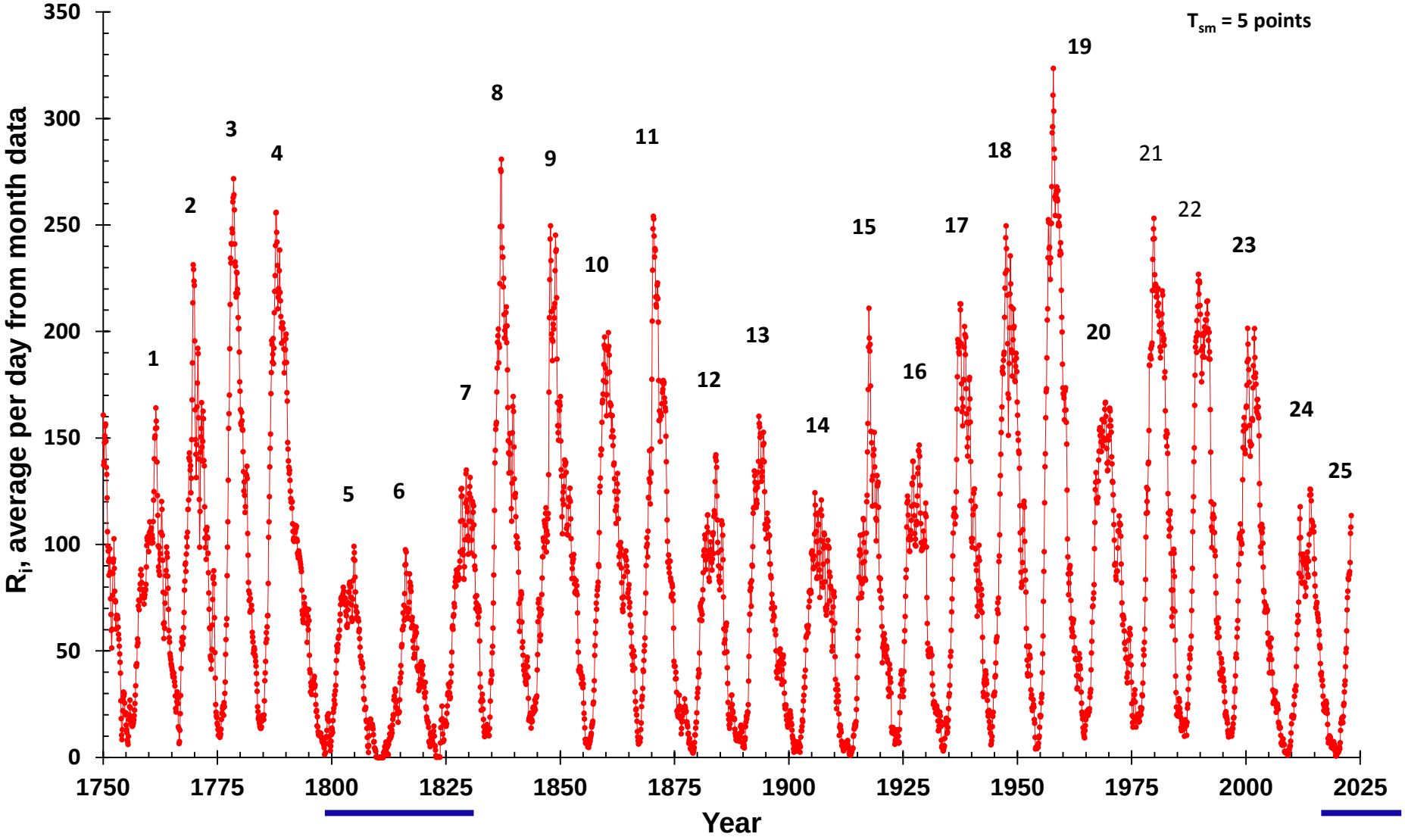

250
200
150
100
50
0
R_z
Dalton's min
1760
1780
1800
1820
1840
Year



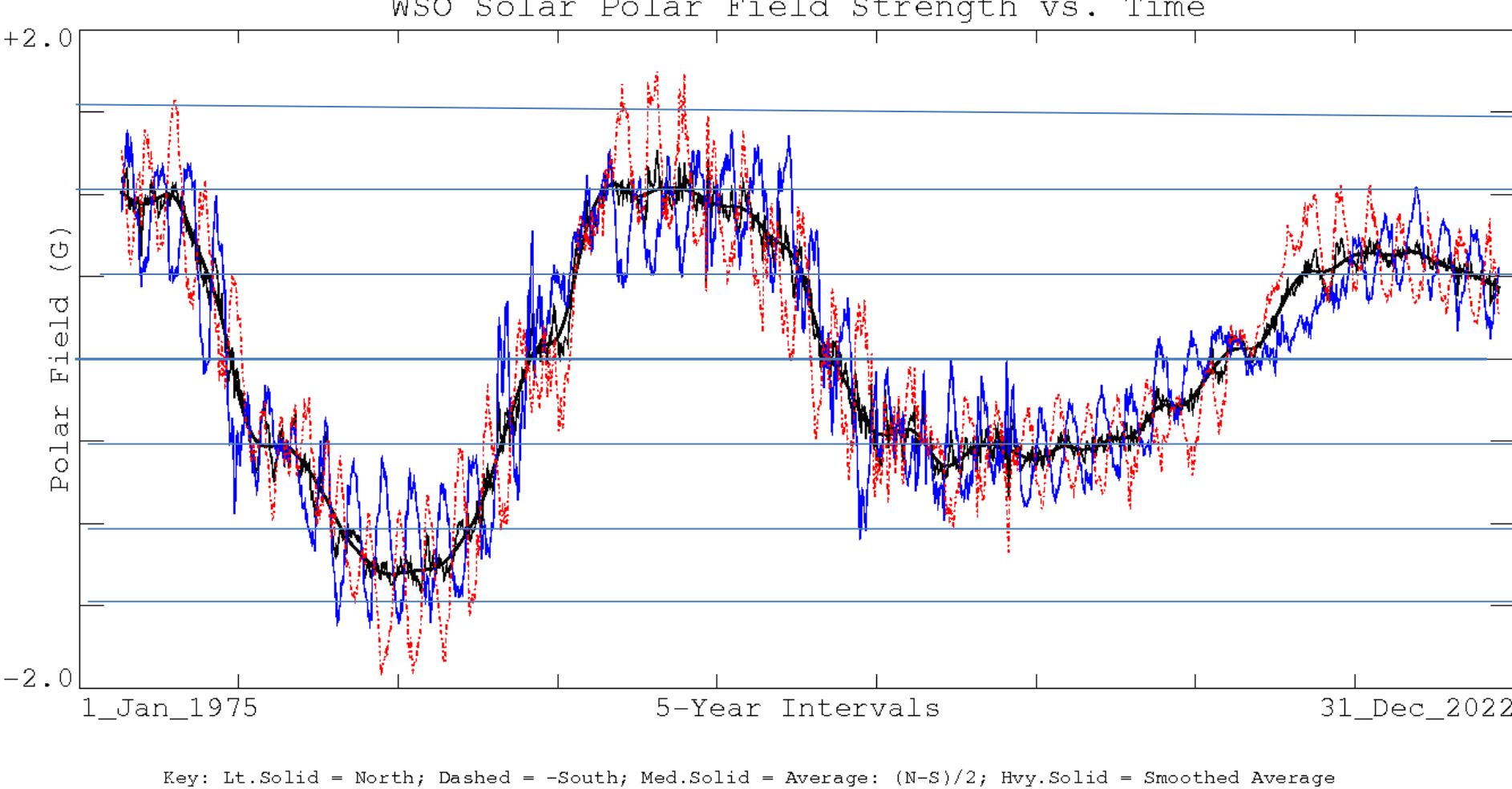
Расстояние между положением центра Солнца и положением центра масс солнечной системы (внешние планеты, включая Юпитер)



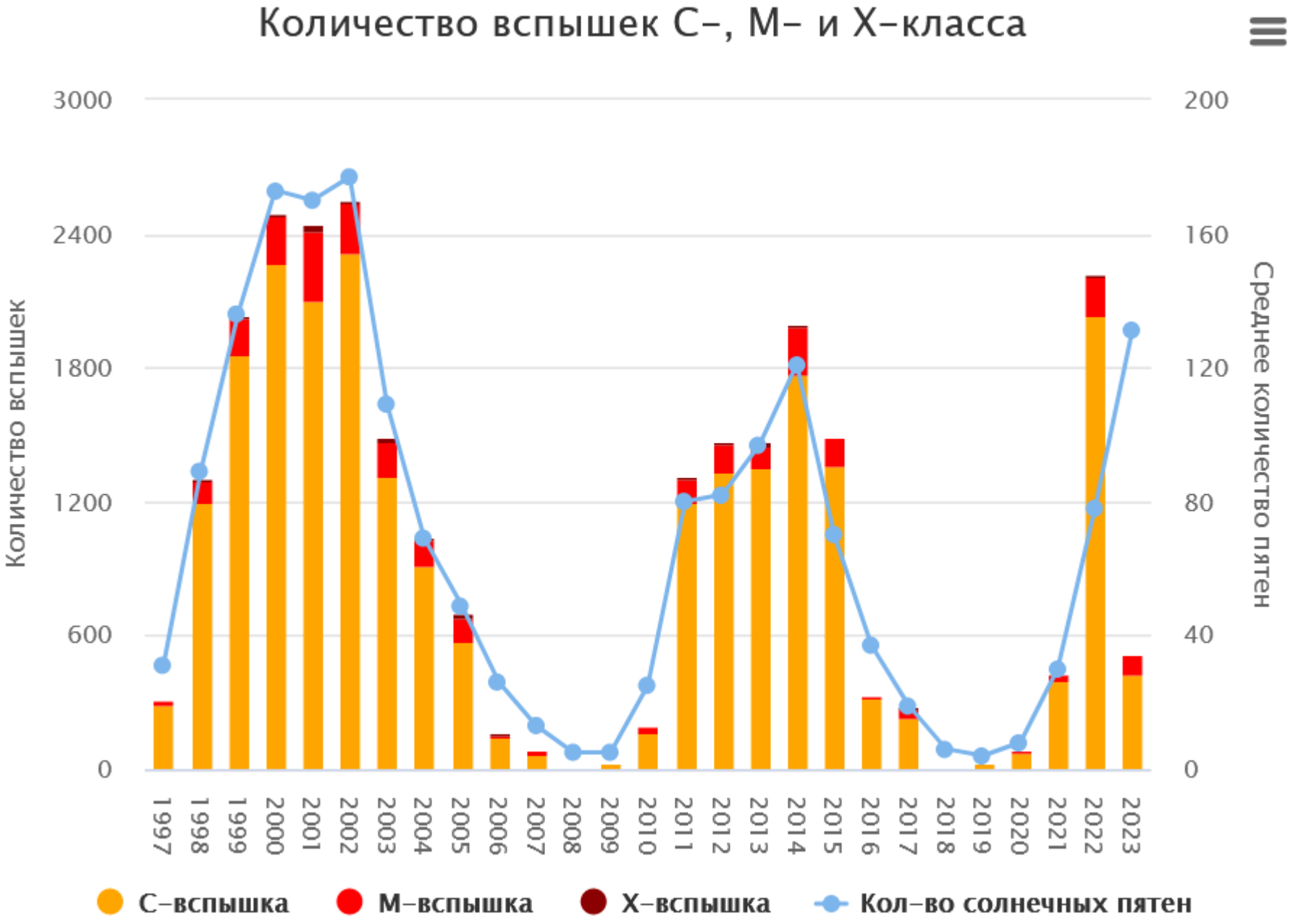
Расстояние между положением центра Солнца и положением центра масс солнечной системы (все внешние планеты, $T_{сгл}$ = 40 годам)



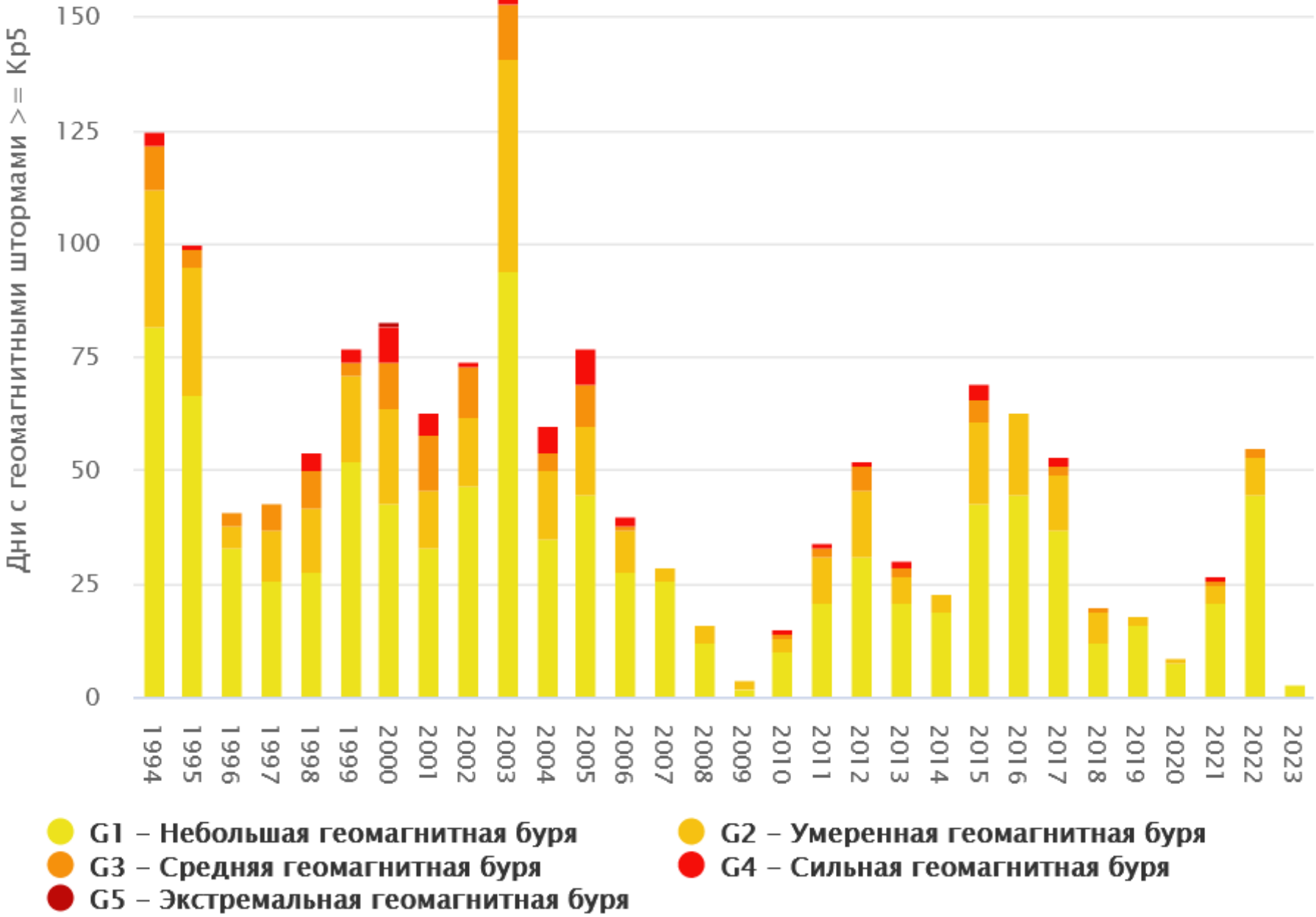
https://www.sidc.be/silso/datafiles



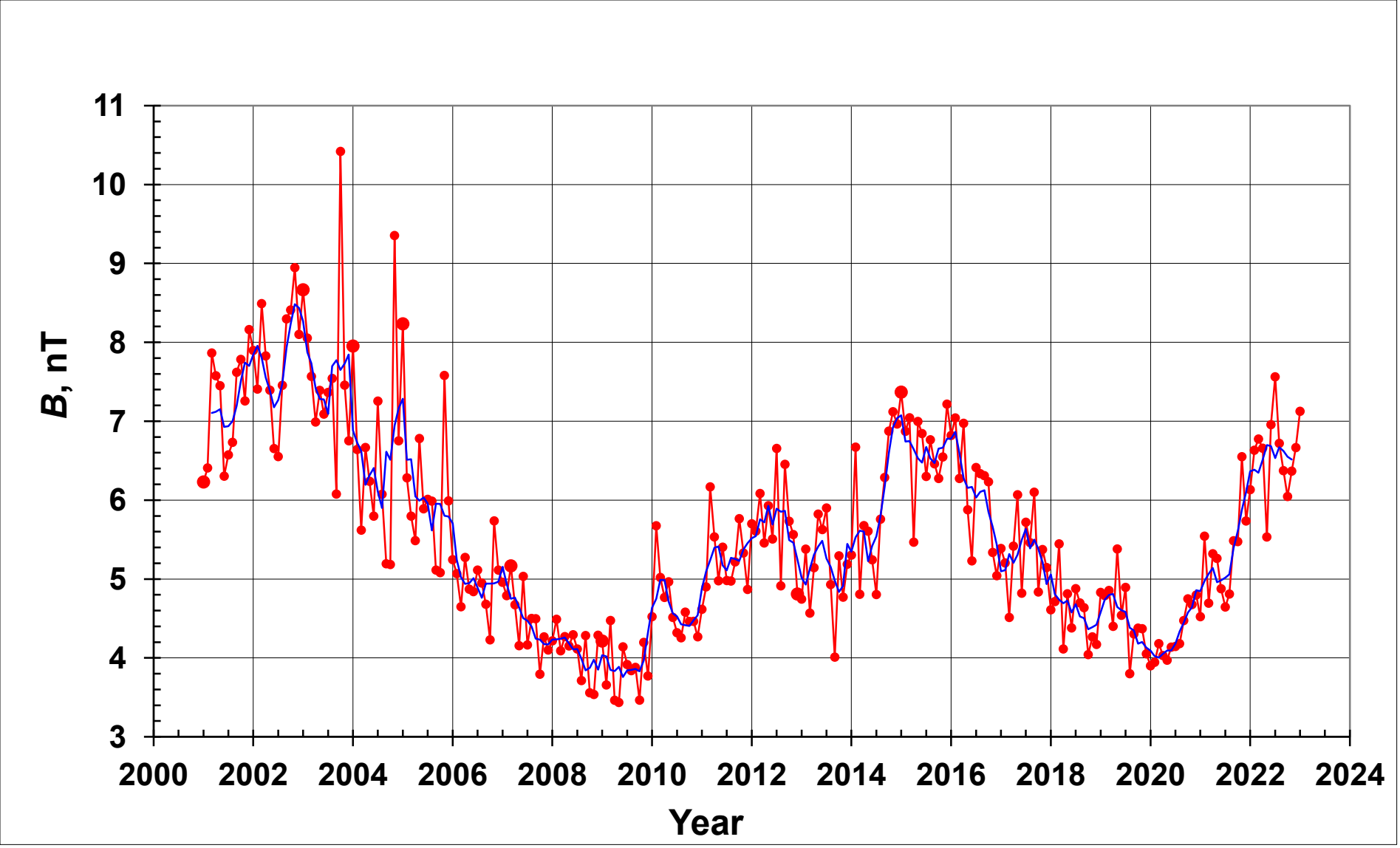
http://wso.stanford.edu/gifs/Polar.gif

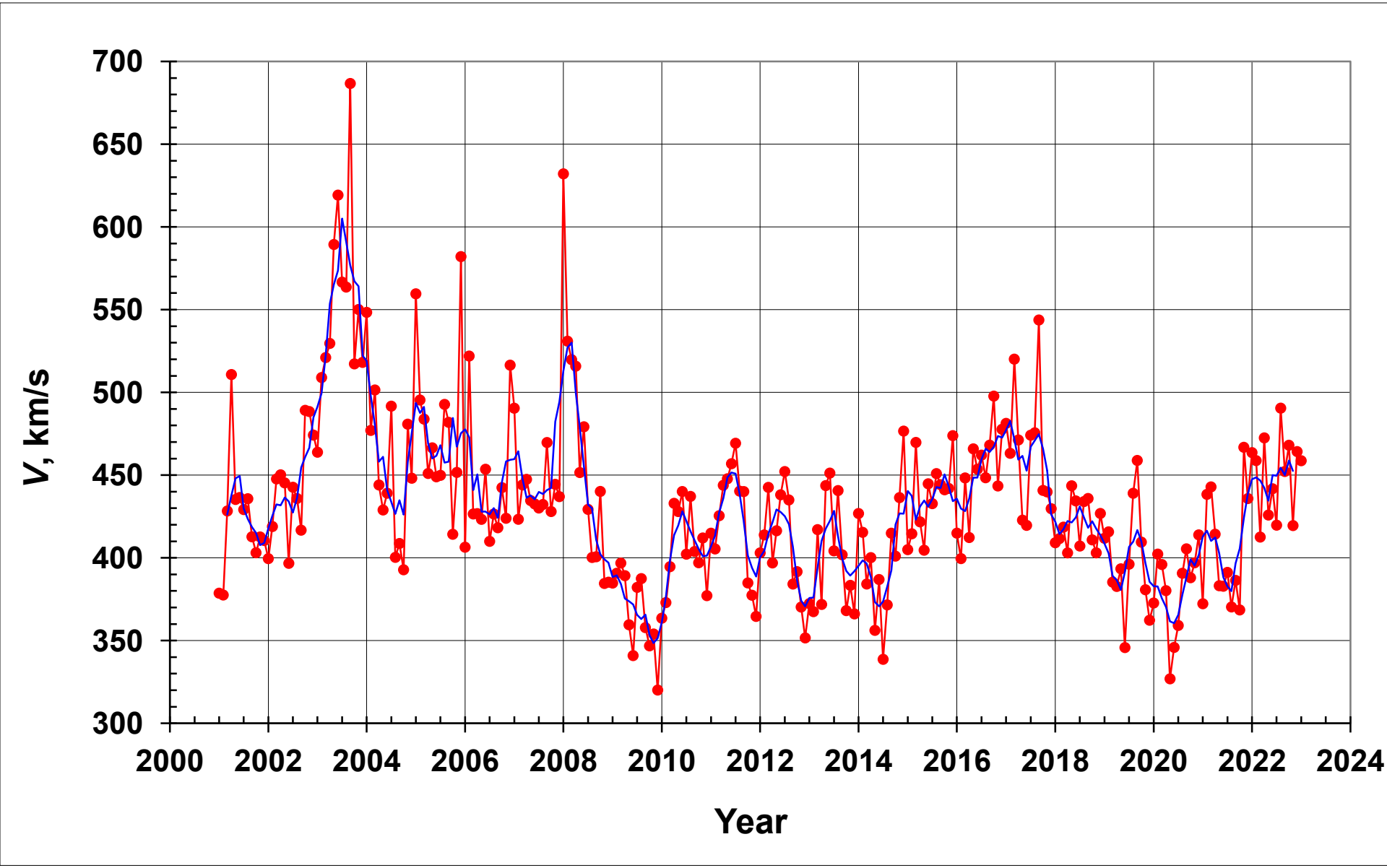


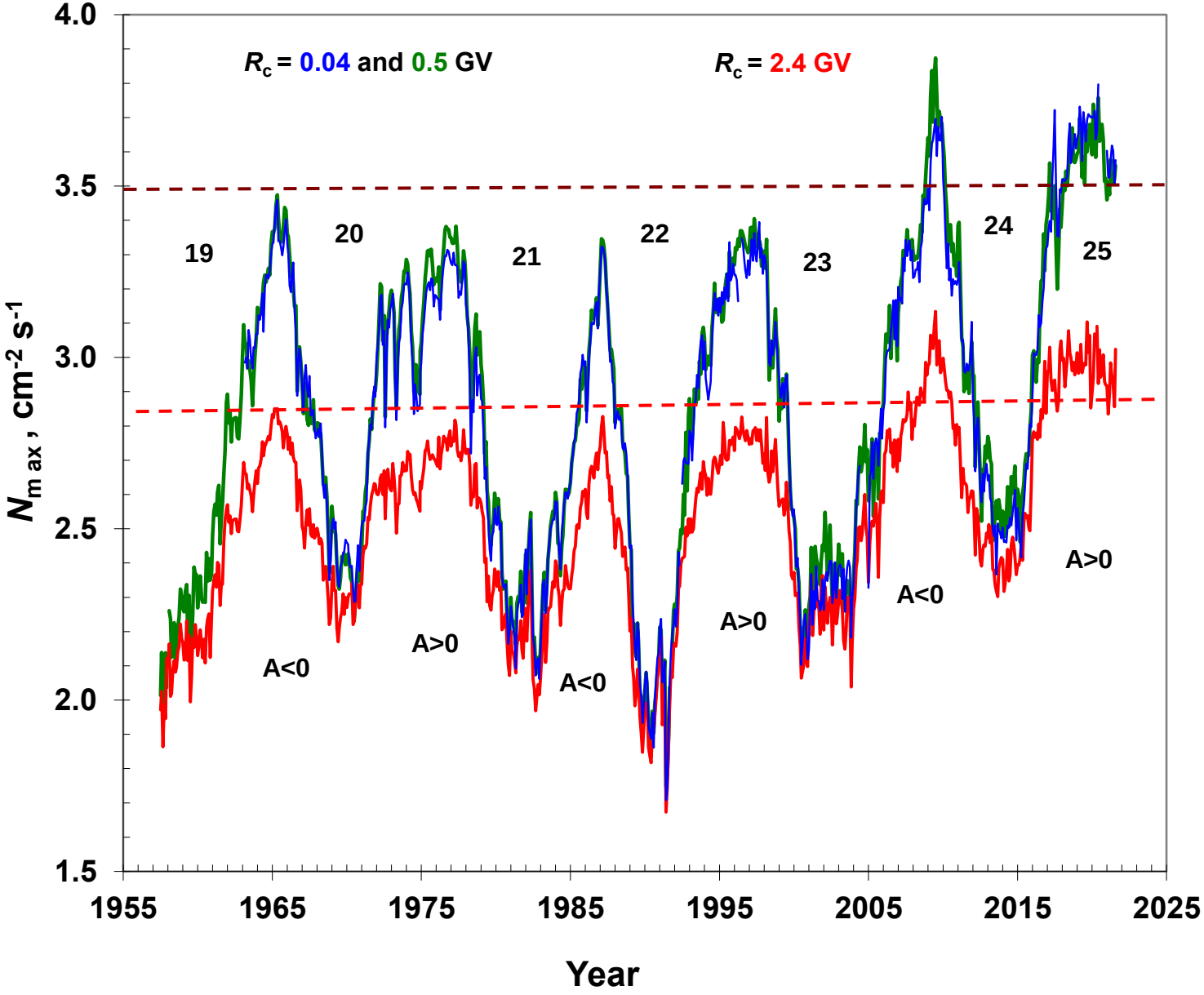
https://www.spaceweatherlive.com/ru/solnechnaya-aktivnost/solnechnyy-cikl.html

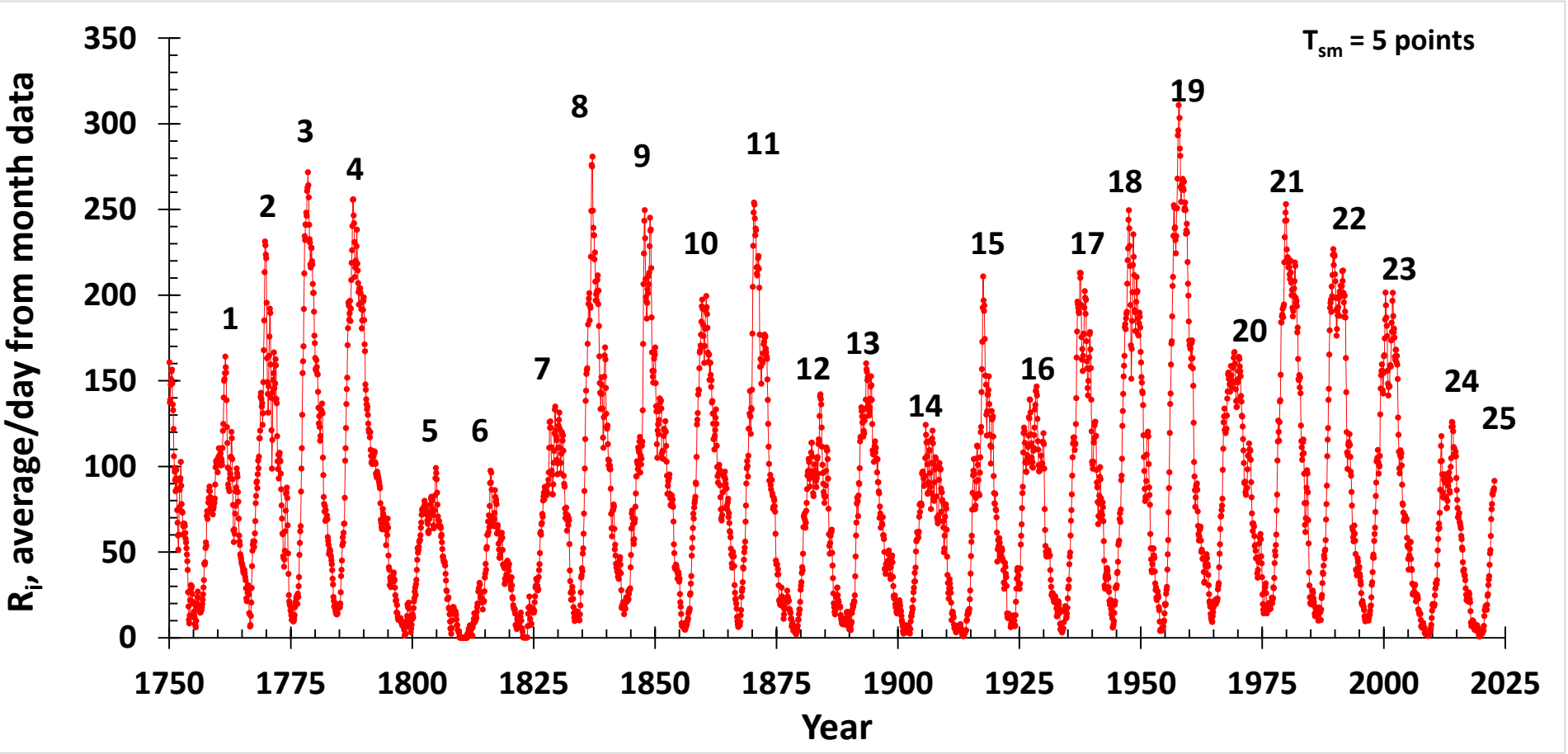


https://www.spaceweatherlive.com/ru/solnechnaya-aktivnost/solnechnyy-cikl.html


11
10
9
8
7
6
5
4
3
B, nT
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016
2018
2020
2022
2024
Year

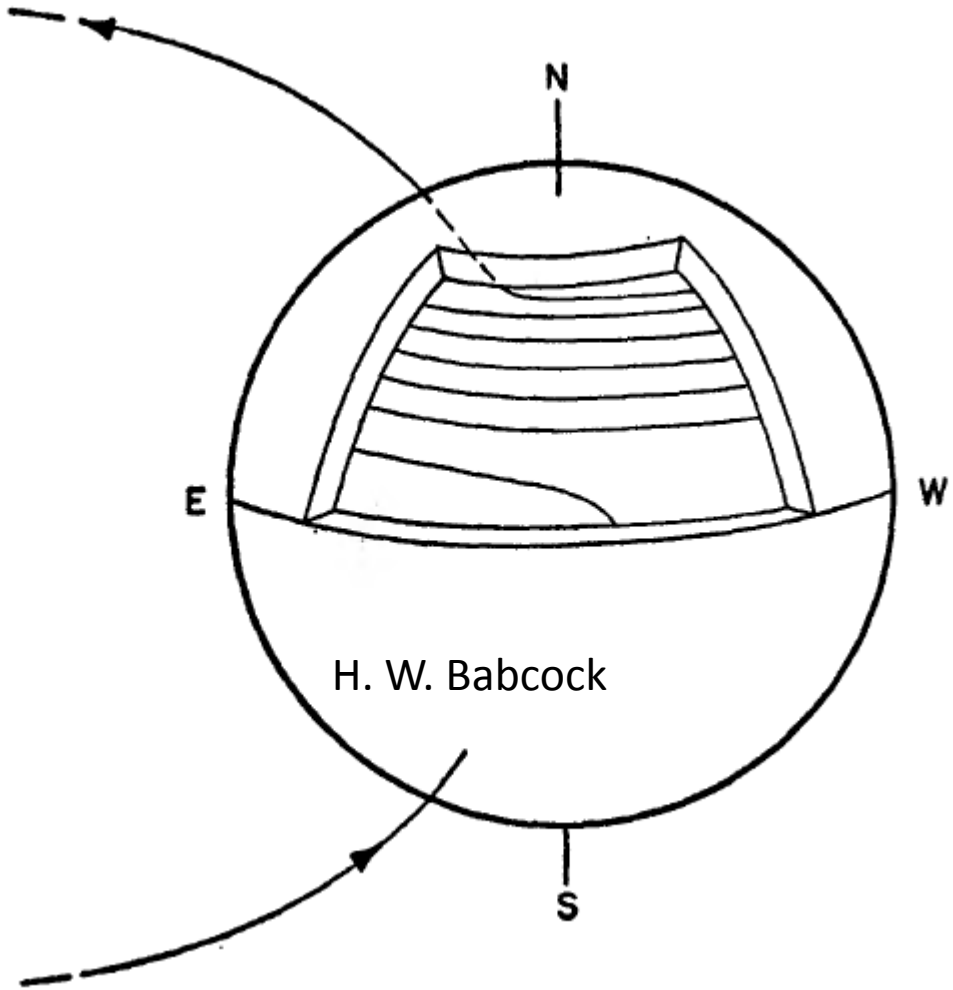

700
650
600
550
500
450
400
350
300
V, km/s
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016
2018
2020
2022
2024
Year


R_c = 0.04 and 0.5 GV
R_c = 2.4 GV
19
20
21
22
23
24
25
A<0
A>0
A<0
A>0
A<0
A>0
N_{max}, cm^{-2} s^{-1}
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1955
1965
1975
1985
1995
2005
2015
2025
Year


T_{sm} = 5 points
R_i, average/day from month data
Year
350
300
250
200
150
100
50
0
1750
1775
1800
1825
1850
1875
1900
1925
1950
1975
2000
2025
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

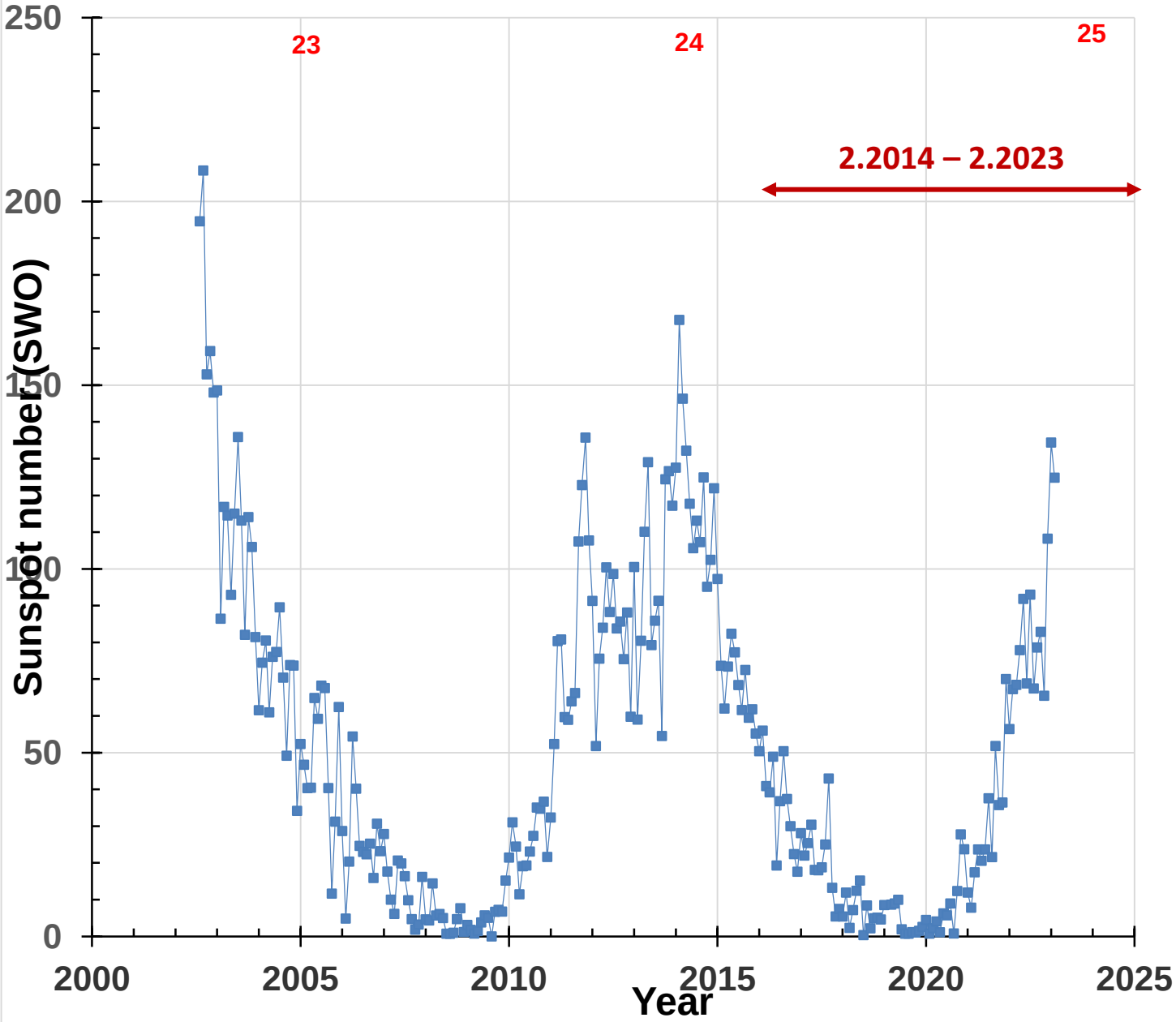
ПЛАН СООБЩЕНИЯ

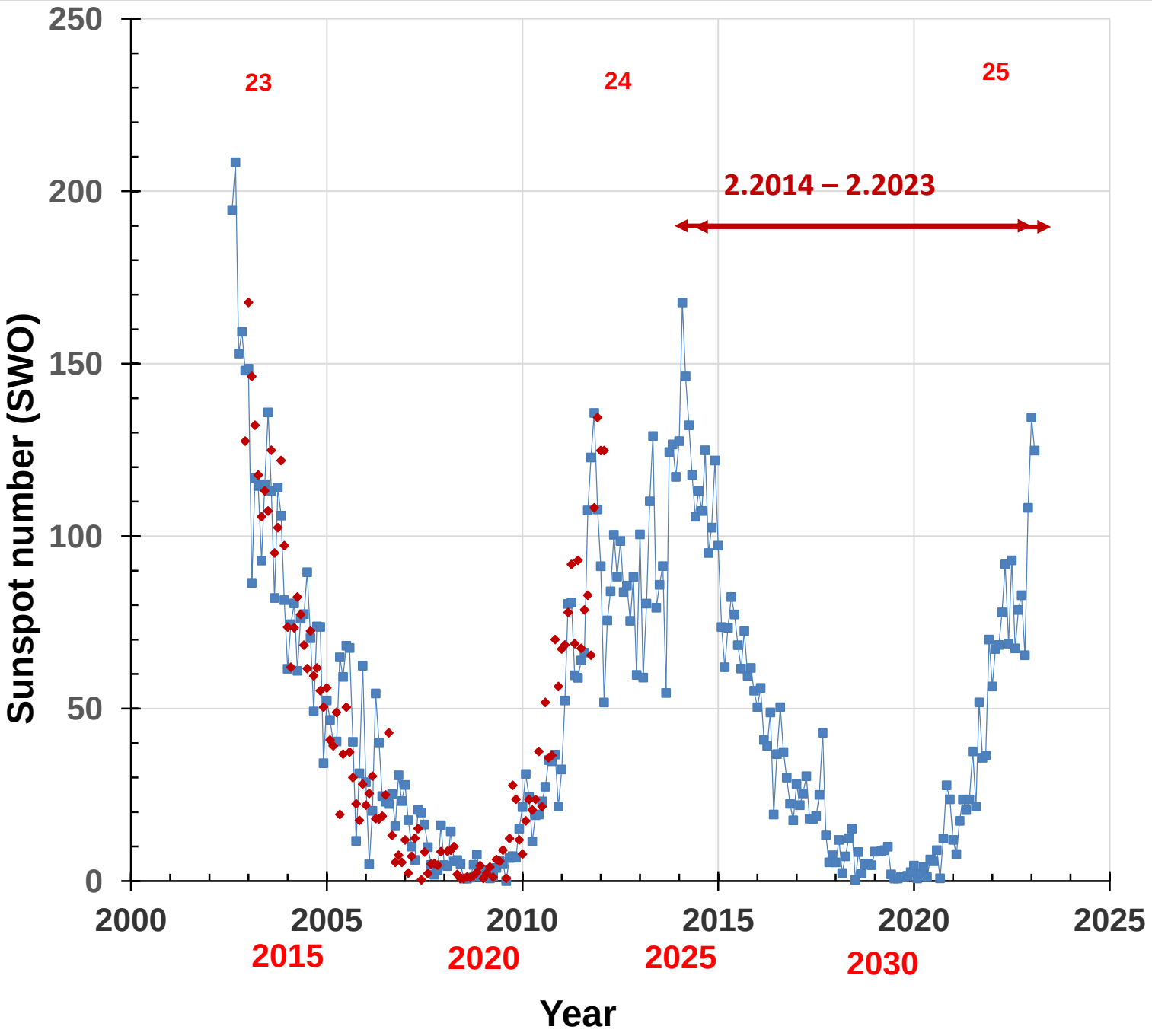
1. О гранд – минимумах солнечной активности.
2. Прогноз солнечной активности.

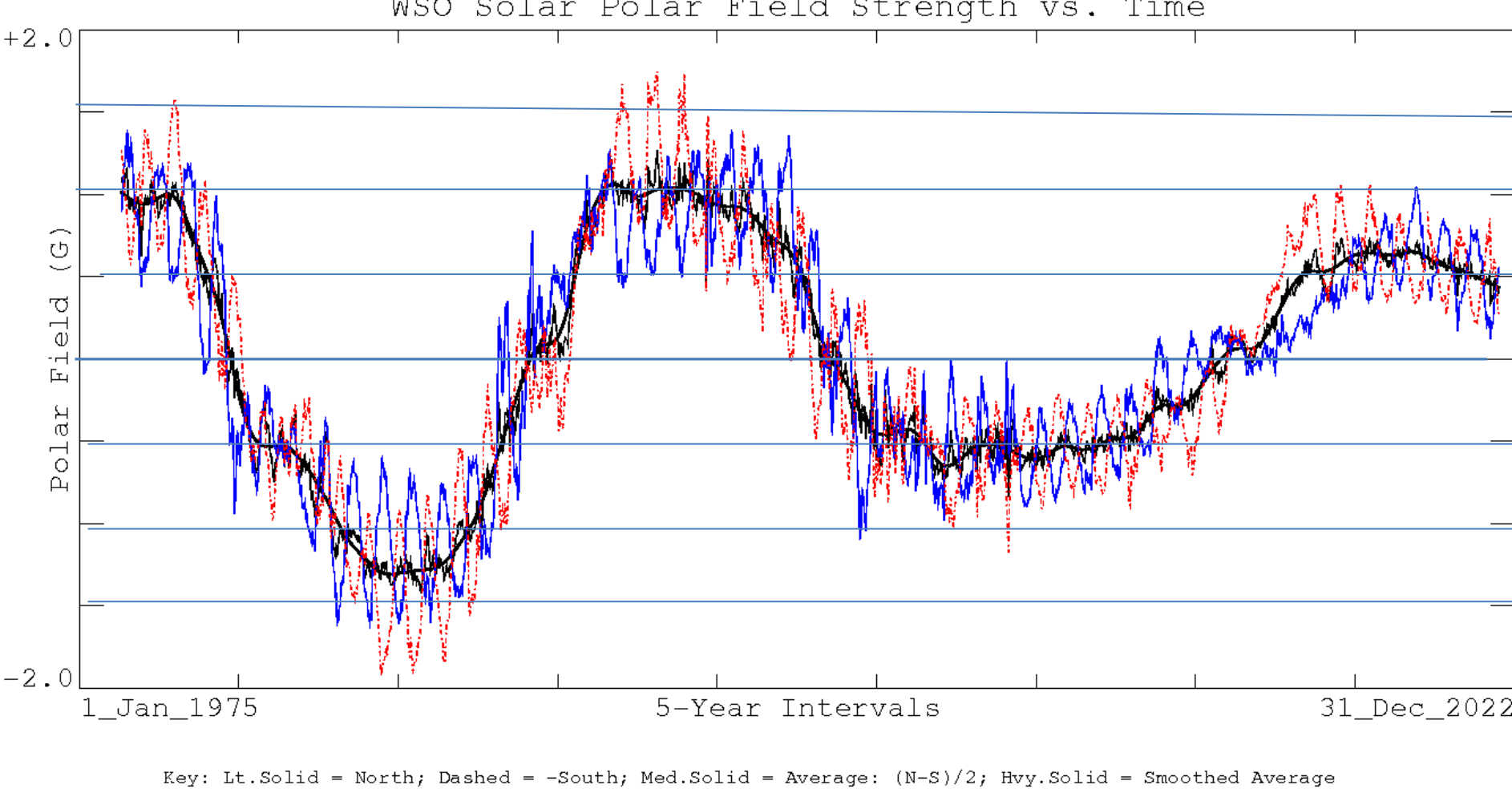


The submerged lines of force have been drawn out in longitude and wrapped around the sun by the differential rotation, with a consequent amplification of field strength that depends on latitude.

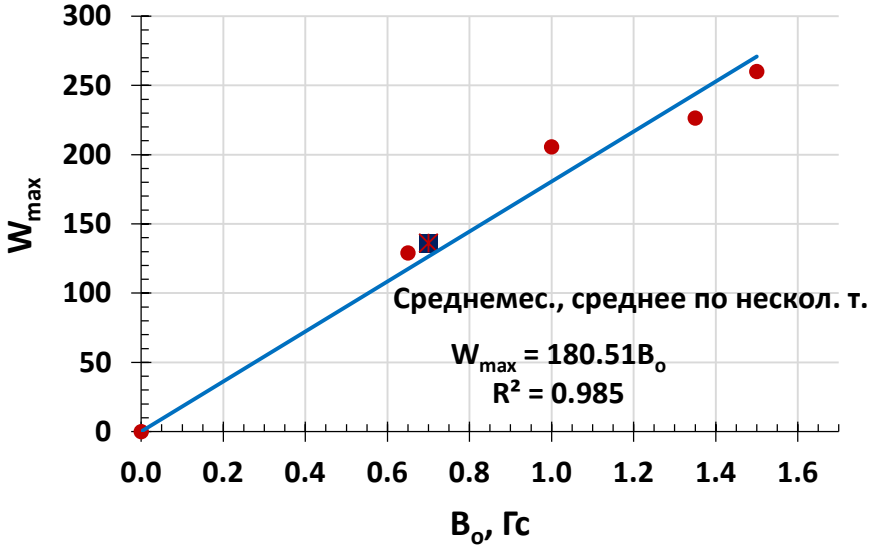
H. W. Babcock. THE TOPOLOGY OF THE SUN'S MAGNETIC FIELD AND THE 22-YEAR CYCLE. 1961ApJ. . .133 . .572B 1961ApJ. . .133 . .572-587B

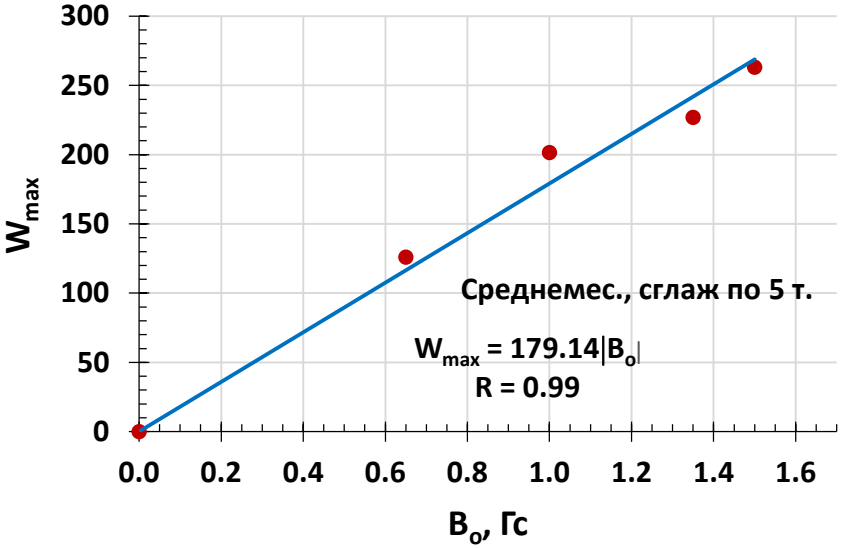

250
200
150
100
50
0
Sunspot number (SWO)
23
24
25
2.2014 – 2.2023
2000
2005
2010
2015
2020
2025
Year

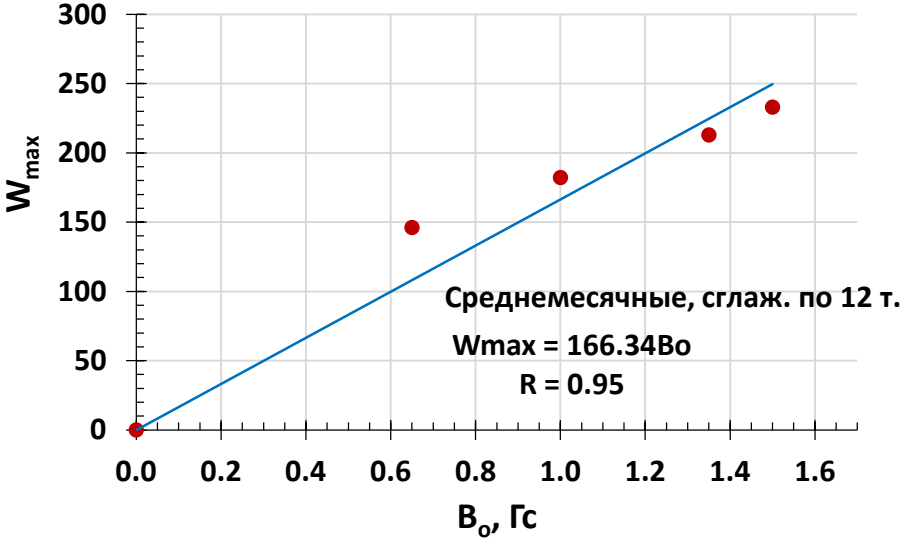

250
200
150
100
50
0
Sunspot number (SWO)
23
24
25
2.2014 – 2.2023
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2015
2020
2025
2030
Year



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


Среднемес., среднее по нескол. т.
$W_{max} = 180.51B_o$
$R^2 = 0.985$
W_{max}
B_o, Гс

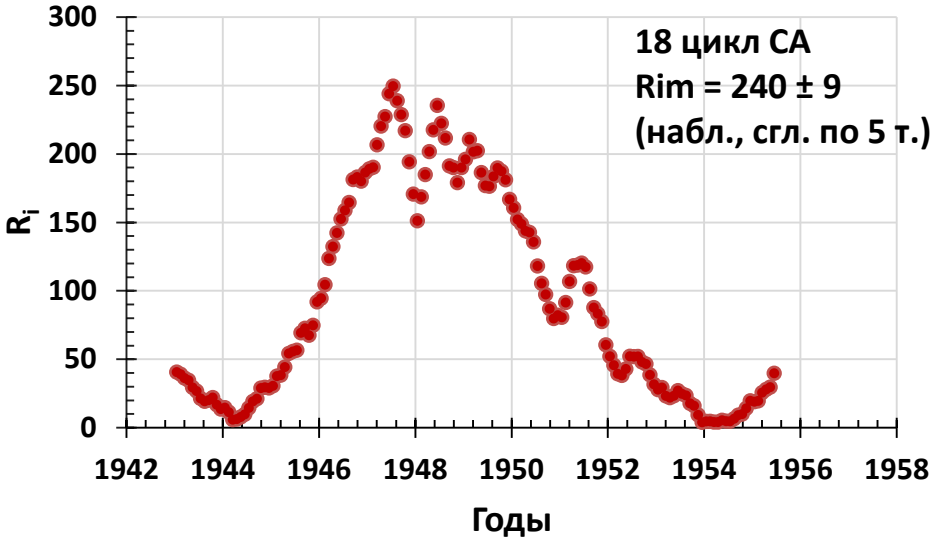

Среднемес., сглаж по 5 т.
$W_{max} = 179.14|B_o|$
R = 0.99
W_{max}
B_o, Гс

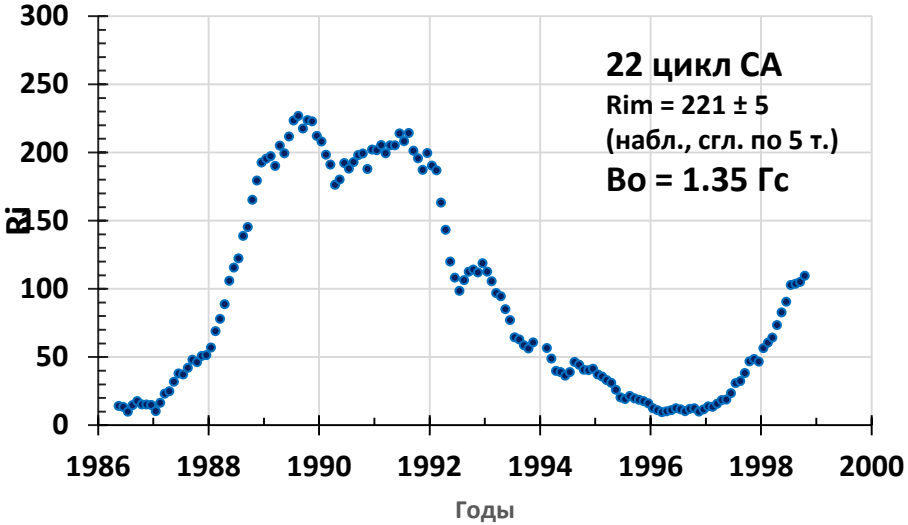

Среднемесячные, сглаж. по 12 т.
Wmax = 166.34Bo
R = 0.95
W_{max}
B_o, Гс

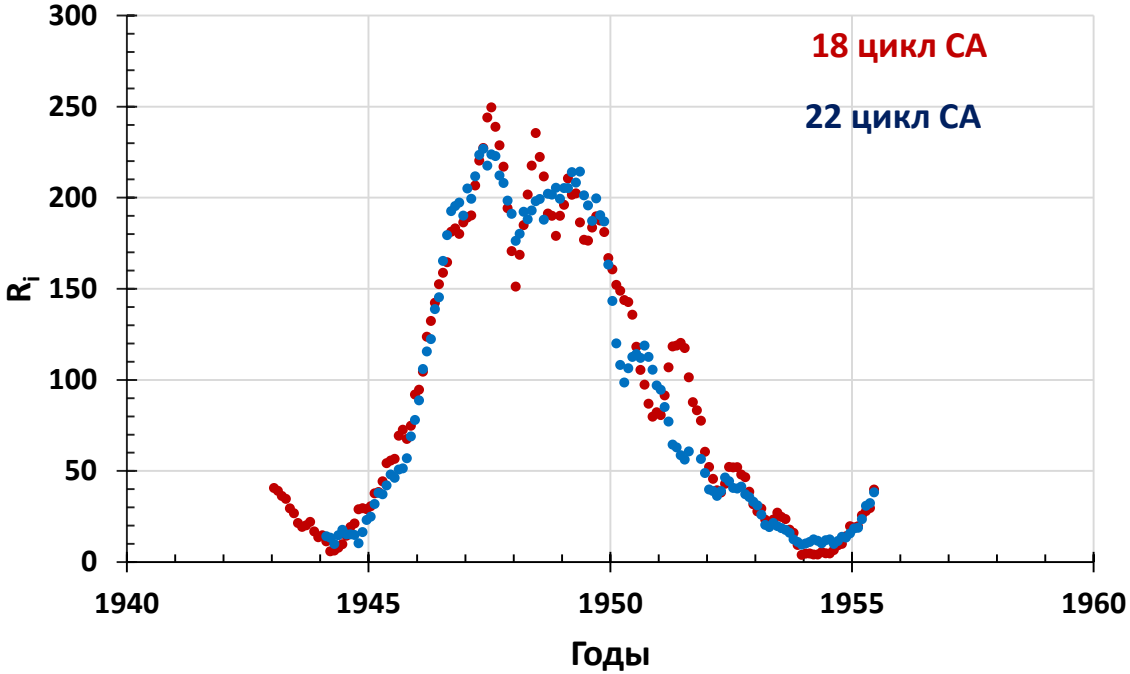
$W_{max} = 180.51]B_o]$ $R^2 = 0.985$ – среднее по нескольким точкам (среднемесячным).

$W_{max} = 179.14]B_o]$ $R^2 = 0.99$ – сглаженное по 5 среднемесячным точкам.

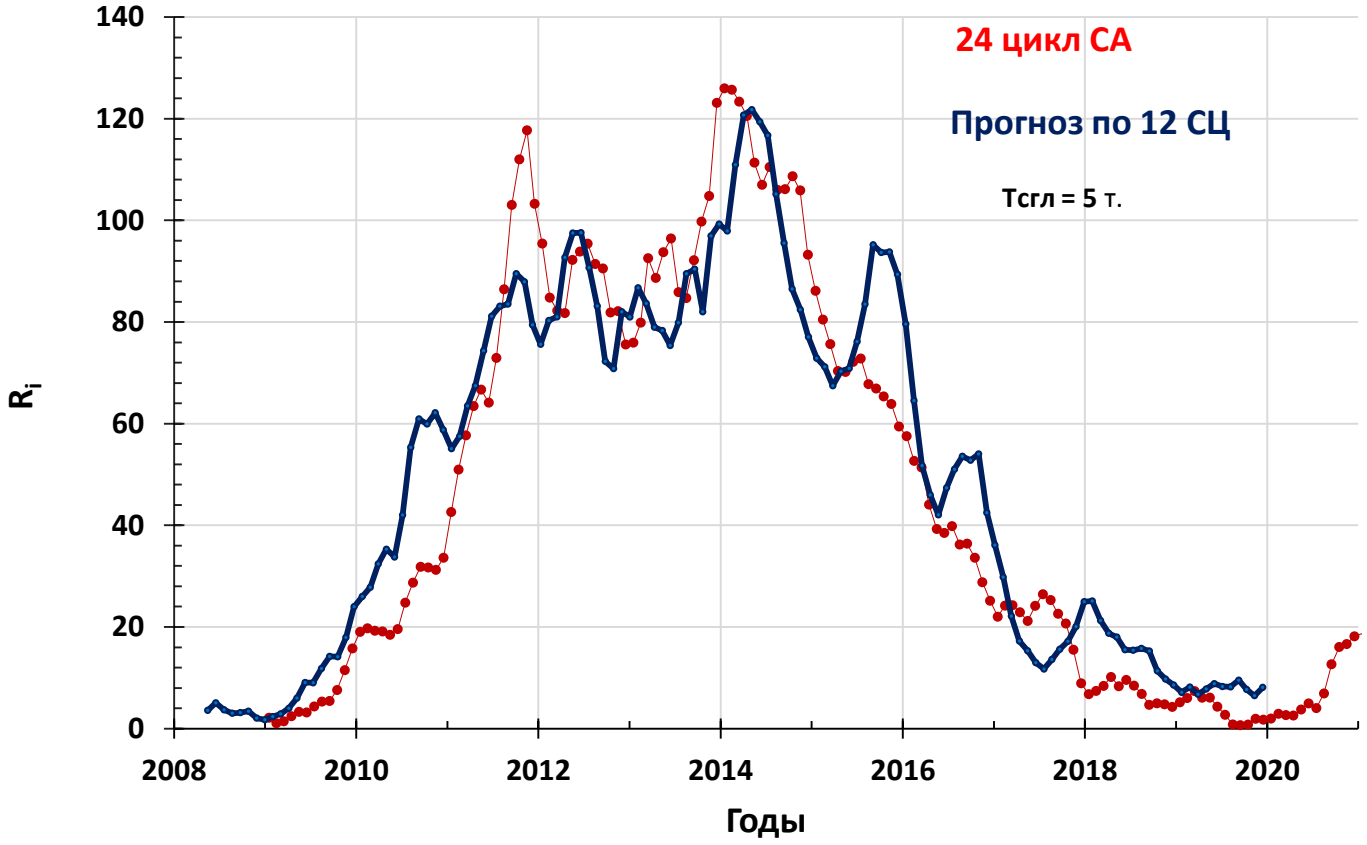
$W_{max} = 166.34]B_o]$ $R^2 = 0.95$ – среднемесячные, сглаженные по 12 точкам.

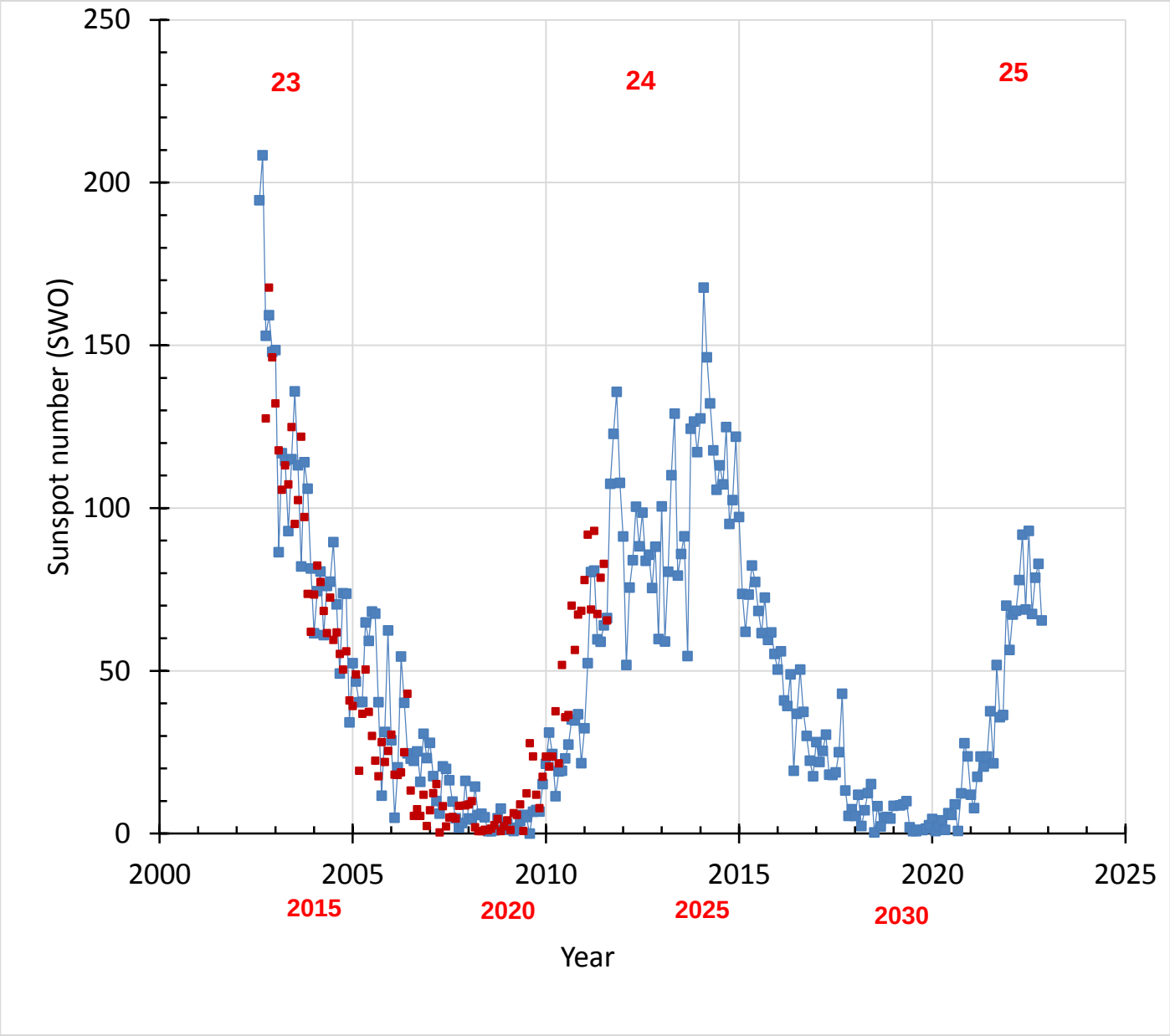


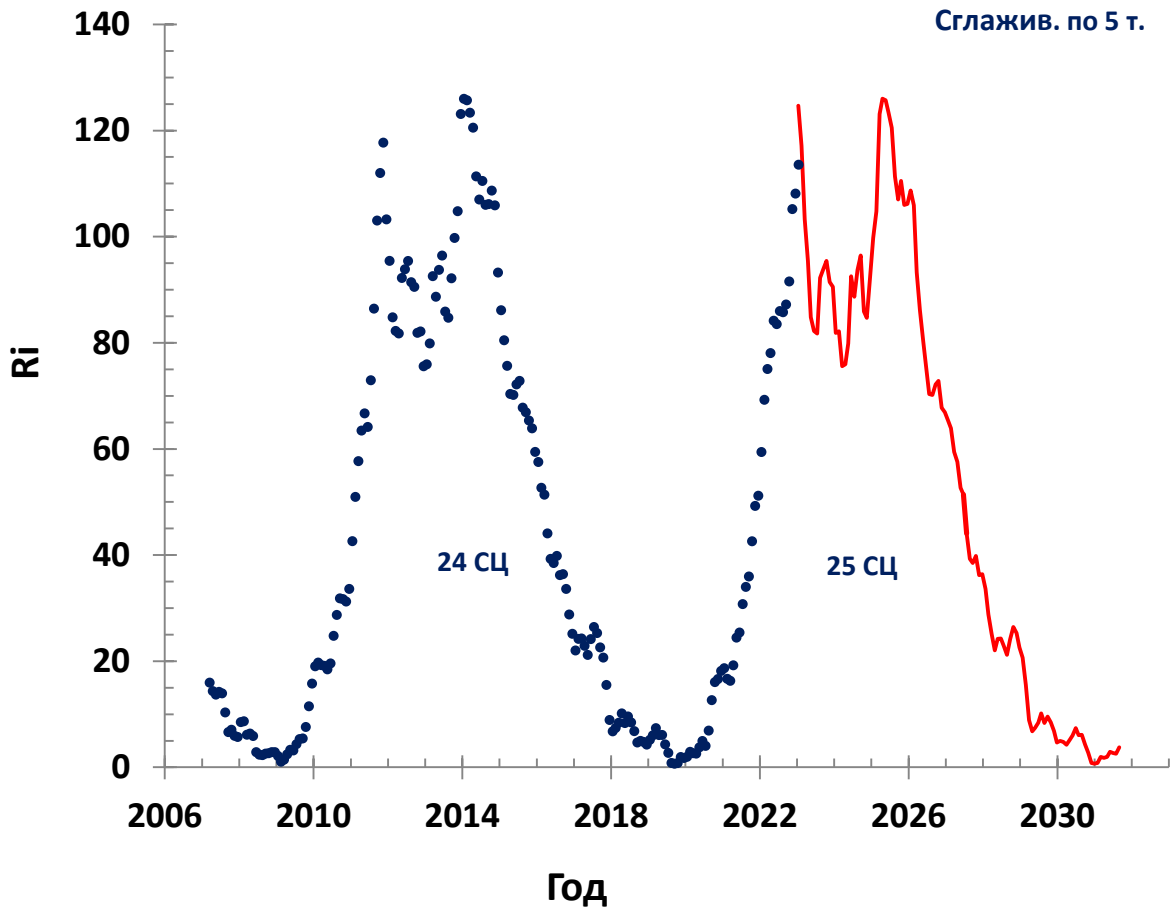


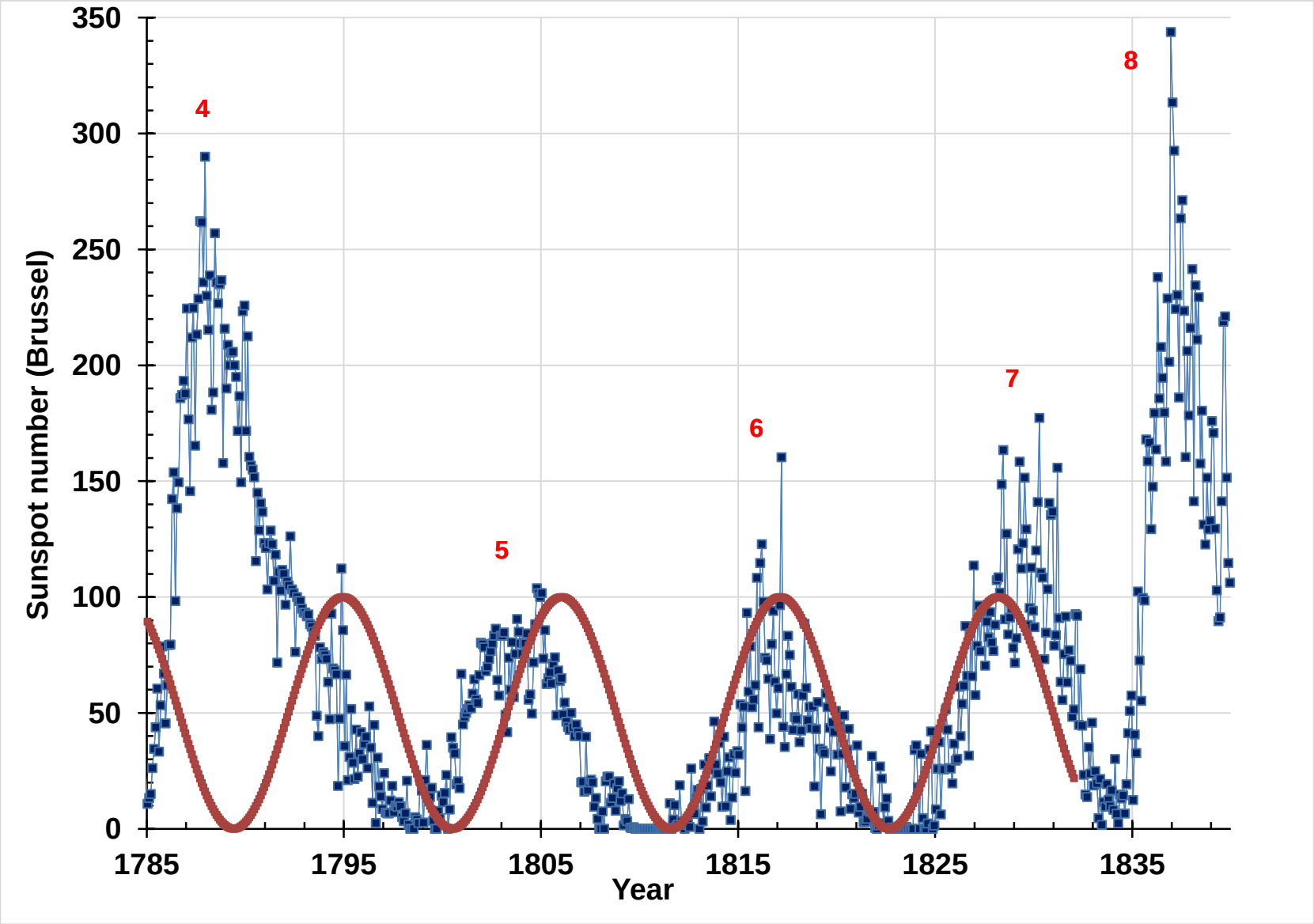


$$t(18) = 0.9788*t(22)$$


24 цикл СА
Прогноз по 12 СЦ
Тсгл = 5 т.
140
120
100
80
60
40
20
0
R_i
2008
2010
2012
2014
2016
2018
2020
Годы


250
200
150
100
50
0
Sunspot number (SWO)
23
24
25
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2015
2020
2025
2030
Year


Сглажив. по 5 т.
140
120
100
80
60
40
20
0
Ri
24 СЦ
25 СЦ
2006
2010
2014
2018
2022
2026
2030
Год



$$Rz = 50*[(1-COS(6.28*(t- 2000)/11)]$$

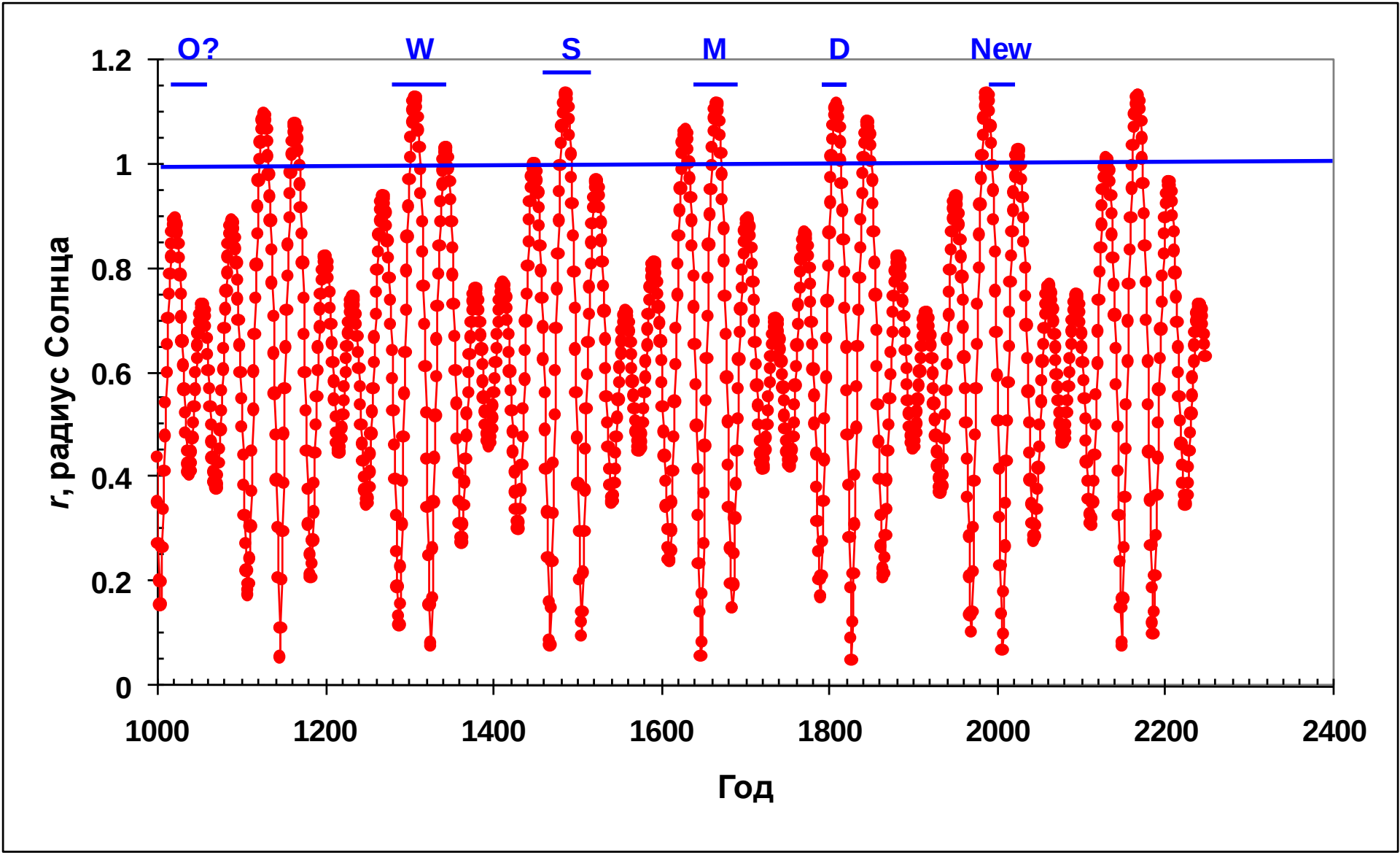
Выводы

С начала 24-го цикла СА, с 2009 г. – по настоящее время, Солнце находится в глубоком минимуме солнечной активности. Этот минимум продлится до середины 26-го цикла СА и, возможно, далее.

Max индукция солнечного полярного магнитного поля определяет max число солнечных пятен текущего солнечного цикла.

Зависимость числа солнечных пятен от времени находиться из сравнения с другими, ранее наблюдавшимися 11-летними циклами САЮ имевшими ту же самую амплитуду..

Спасибо за внимание



Расстояние между положением центра Солнца и положением центра масс солнечной системы (внешние планеты без Юпитера)