# Результаты регионального космомониторинга атмосферного аэрозоля по данным NOAA/AVHRR

**Белов В.В., Афонин С.В.**

***Институт оптики атмосферы СО РАН***
***634055,Томск, пр.Академический, 1***
***Тел.:(8-3822)259237, e-mail:belov@iao.ru***

**(грант РФФИ № 01-05-65494)**

S + F > h ( A )

( 1 лаб.)

pixel : (S + F) 2003 г.: (3 лаб.)

S′ - раннее обнаружение лесных пожаров

F′ - ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА атмосферы

ИЗМЕРИТЕЛИ, базы данных

# ***Решаемые задачи:***

**1) проведение исследований региональных свойств атмосферного аэрозоля и дымов, развитие спутниковых методов мониторинга аэрозоля;**

**2) статистический анализ региональных данных об оптических условиях спутниковых наблюдений поверхности и лесных пожаров из космоса; основная цель решения второй задачи – повышение качества мониторинга земной поверхности из космоса за счет оперативной атмосферной коррекции спутниковых измерений.**

# *Основные соотношения*

**Производятся спутниковые измерения интенсивности восходящего излучения:**

$$J_{SAT}(x,y) = J_{SCT}(x,y, ag) + J_{RFL}(x,y, ag, A)$$

$$J_{RFL}(A,x,y, ag) = A(x,y) \times J_{\downarrow\uparrow}(x,y, ag)$$

$$J_{\downarrow\uparrow}(x,y, ag) = J_{RFL}(x,y, ag, A=1)$$

**где $J_{SCT}$ и $J_{RFL}$ – интенсивности потоков рассеянного атмосферой и отраженного ПП солнечного излучения, $A(x,y)$ – альбедо ПП, $\{ag\}$ – совокупность характеристик оптико-геометрических условий космомониторинга. Необходимо восстановить пространственное поле аэрозольной характеристики aer.**

## *Этап 1*

**Получение аппроксимации $aer = f(J_{AER})$ на основе результатов сравнительного анализа наземных измерений aer и данных об “аэрозольной составляющей” $J_{AER}$ спутниковых измерений.**

***Определение аэрозольной составляющей***

**$J_{AER}$ спутниковых измерений AVHRR на основе "молекулярных" LUT проводится с использованием соотношения:**

$$J_{AER}(x,y) = J_{SAT}(x,y) - J_{SCT}(x,y, mol) - A(x,y, \Theta, H_S) \times J_{\downarrow\uparrow}(x,y, mol);$$

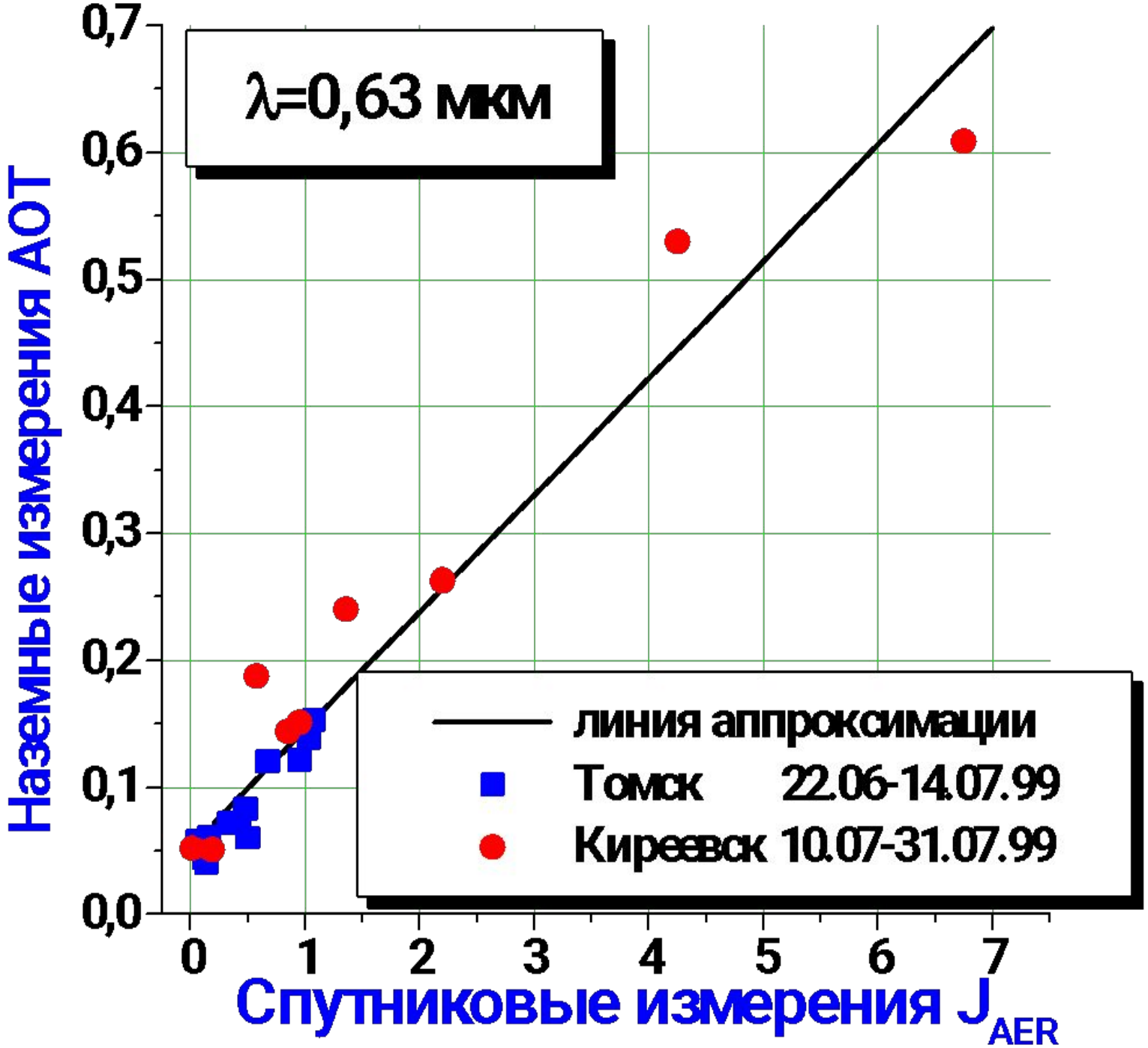
$$A(x,y,\Theta,H_S) = A(x,y) \times g(\Theta,H_S),$$ **где**

**$\Theta$ - угол сканирования и**

**$H_S$ - угловая высота Солнца.**

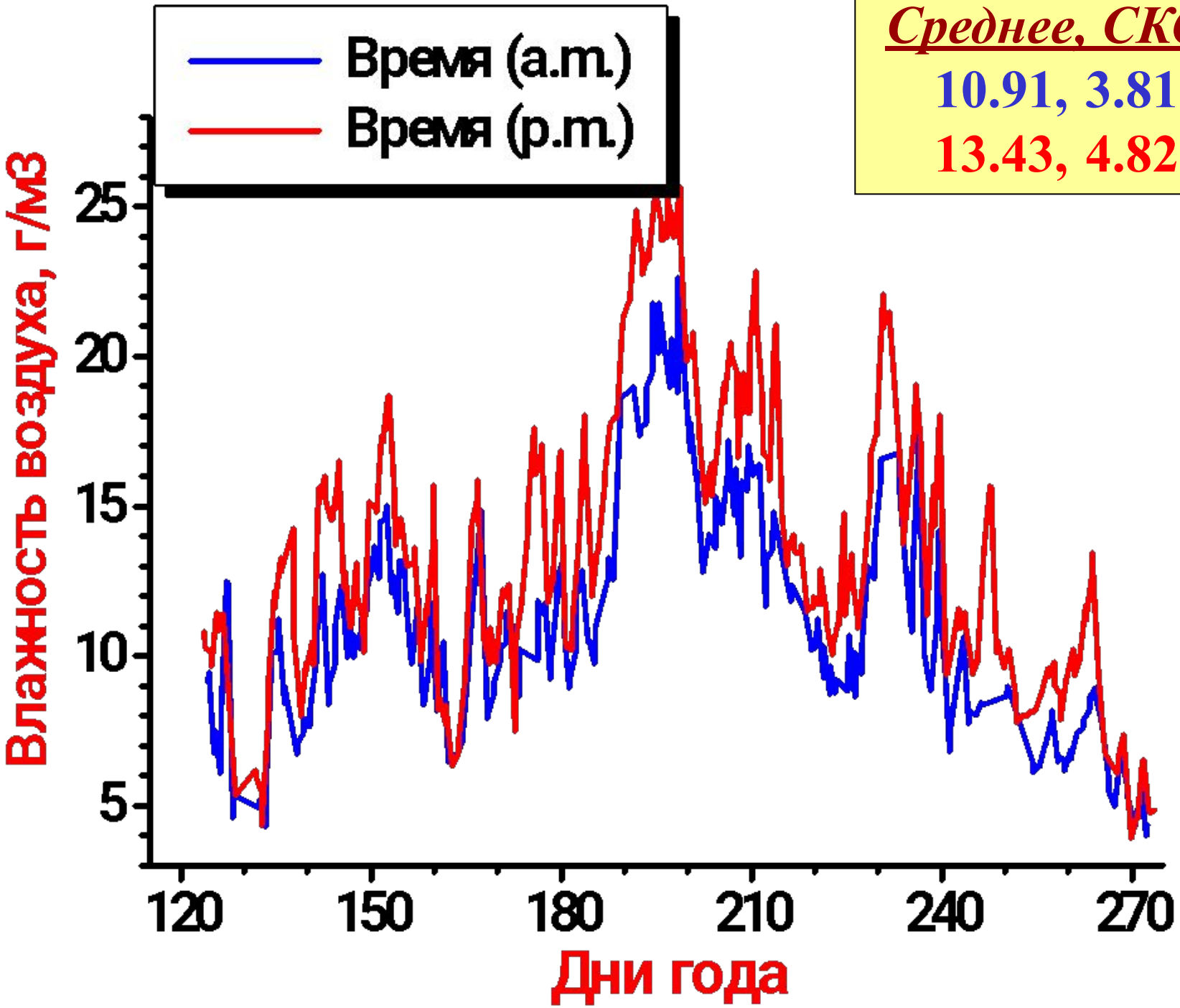
# Коэффициенты корреляции $R_{SAT}$ и $R_{AER}$ между наземными измерениями аэрозольных характеристик и спутниковыми данными $J_{SAT}$ и $J_{AER}$

| Аэрозольная характеристика | $R_{SAT}$ | $R_{AER}$ | N | Средн. | СКО | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Пункт измерений – Томск** | | | | | | |
| АОТ | 0.53 | 0.95 | 12 | 0.085 | 0.036 | 0.153 |
| Счетная концентрация, $см^{-3}$ | 0.63 | 0.77 | 47 | 1.982 | 1.611 | 9.615 |
| Коэффициент рассеяния, $км^{-1}$ | 0.52 | 0.64 | 37 | 0.094 | 0.076 | 0.314 |
| Содержание сажи, $мкг/м^3$ | 0.05 | 0.39 | 37 | 0.904 | 0.747 | 3.441 |
| **Пункт измерений – Киреевск** | | | | | | |
| АОТ | 0.89 | 0.91 | 10 | 0.251 | 0.192 | 0.609 |


λ=0,63 мкм
Наземные измерения АОТ
Спутниковые измерения $J_{AER}$
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0
1
2
3
4
5
6
7
линия аппроксимации
Томск 22.06-14.07.99
Киреевск 10.07-31.07.99

## *Этап 2*

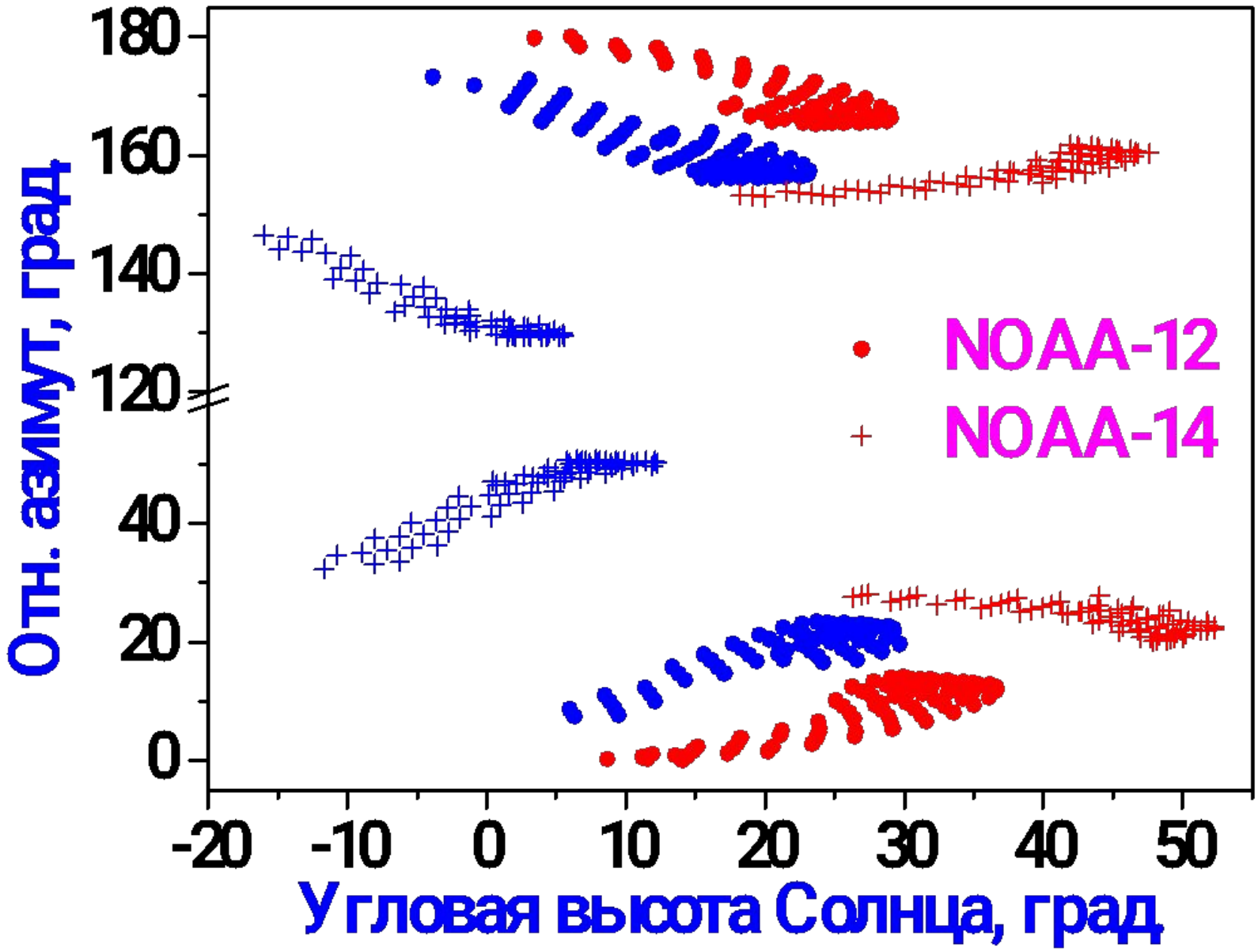
**Расчет таблиц (Look-Up-Table, LUT) значений $J_{SCT}$ и $J_{\downarrow\uparrow}$ на основе данных о метеопараметрах атмосферы и геометрии наблюдений в момент проведения спутниковых измерений.**

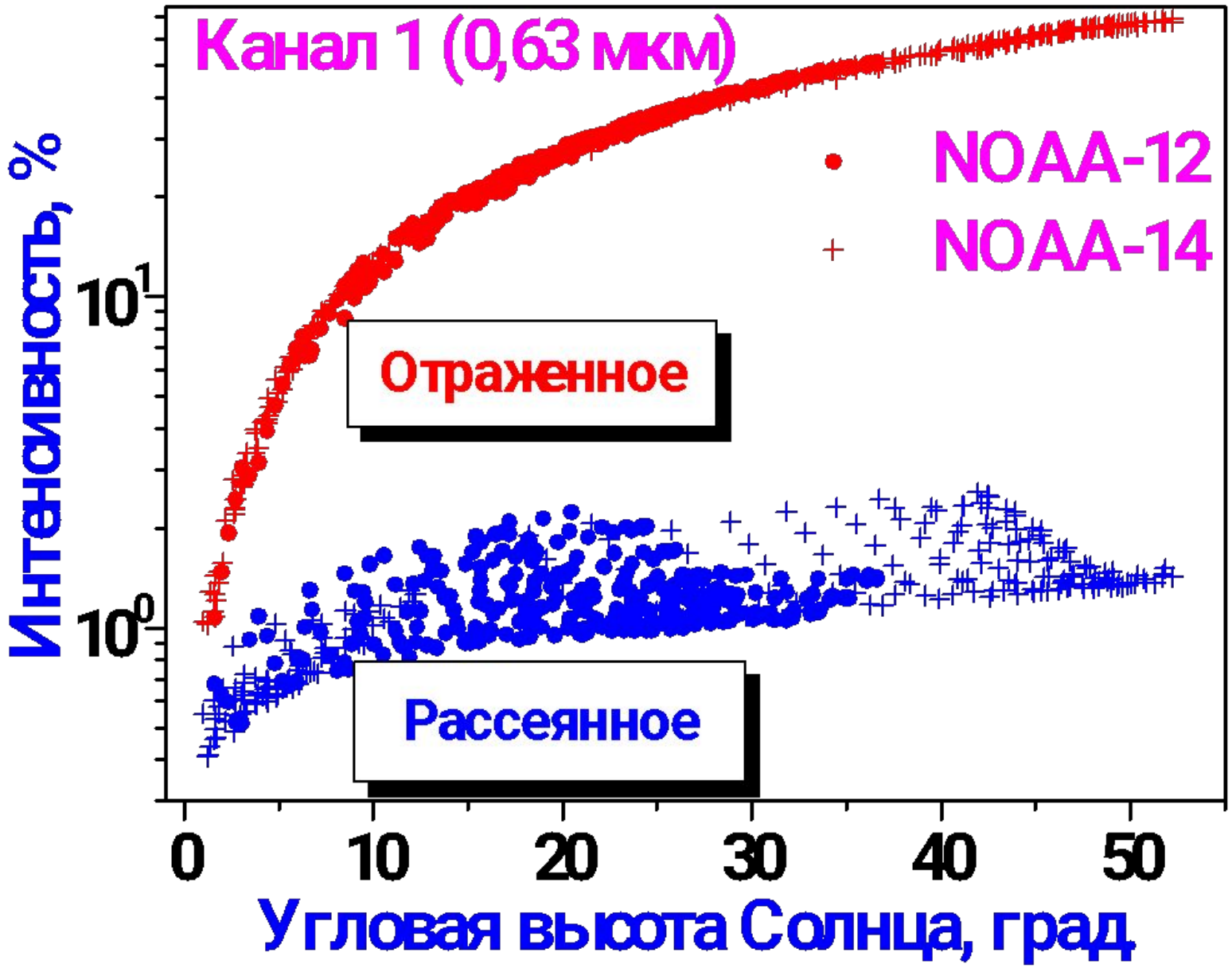



**Среднее, СКО:**

10.91, 3.81

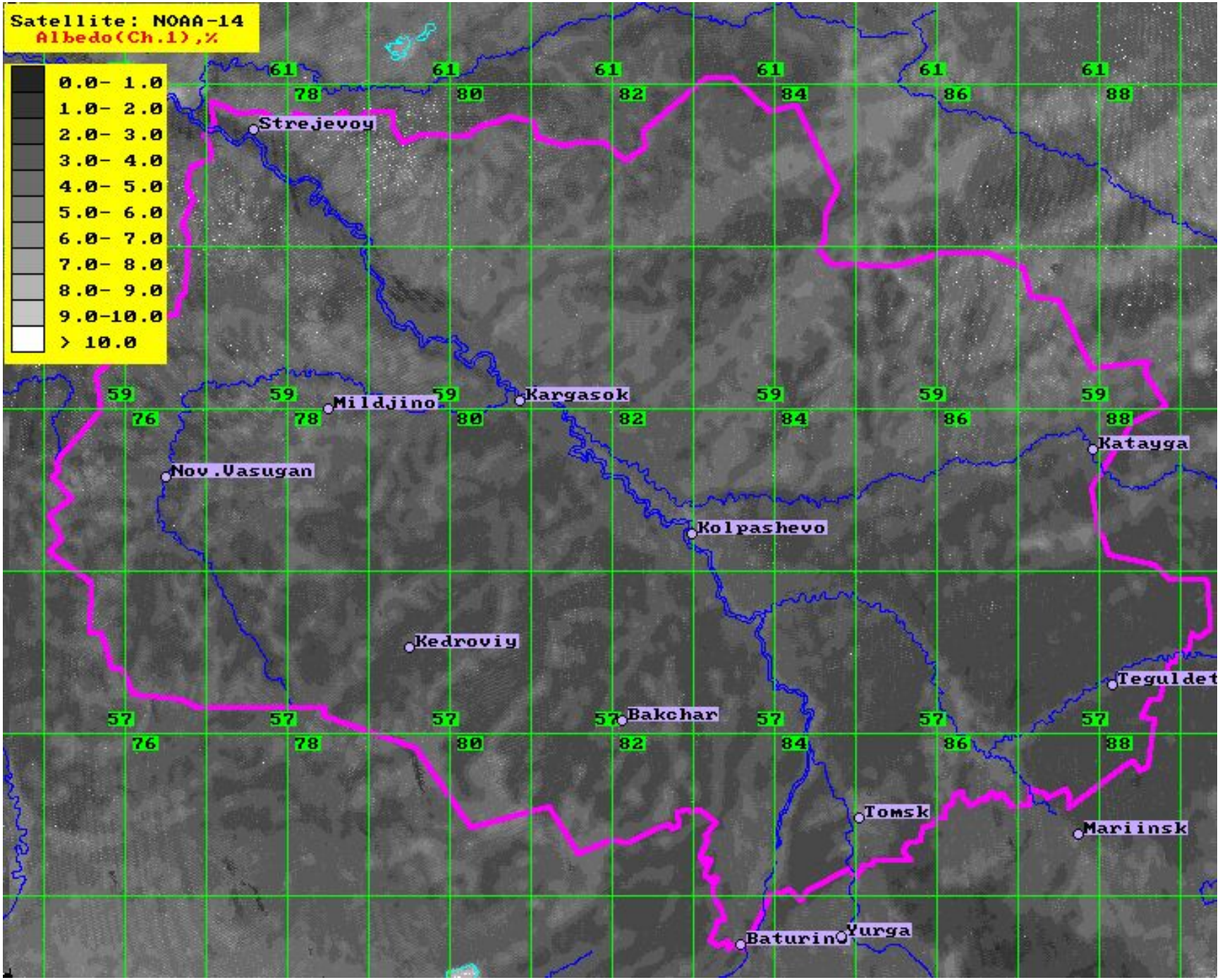
13.43, 4.82


180
160
140
120
40
20
0
-20
-10
0
10
20
30
40
50
Отн. азимут, град
Угловая высота Солнца, град
NOAA-12
NOAA-14


Канал 1 (0,63 мкм)
NOAA-12
NOAA-14
Отраженное
Рассеянное
Интенсивность, %
$10^1$
$10^0$
0
10
20
30
40
50
Угловая высота Солнца, град.

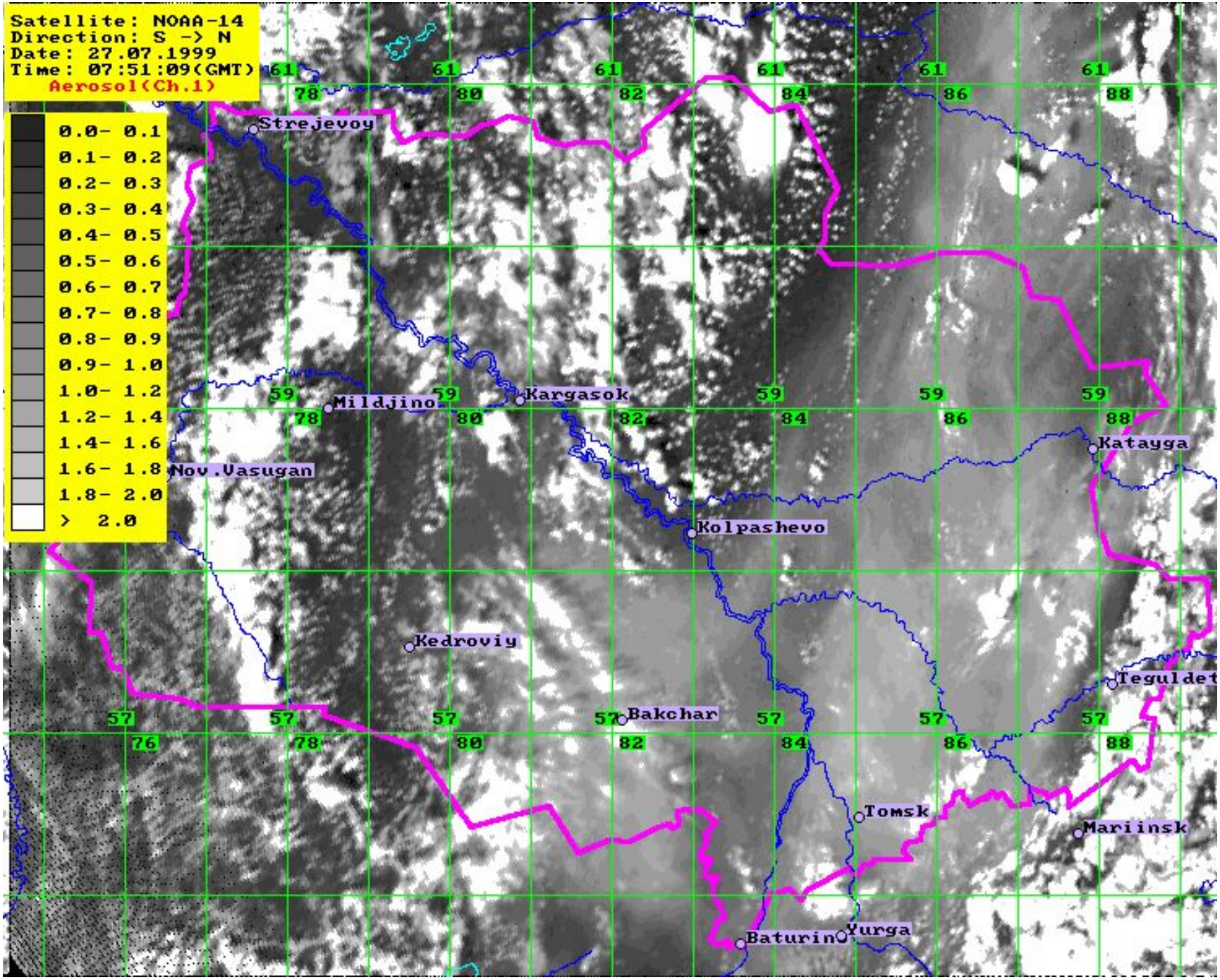
## *Этап 3*

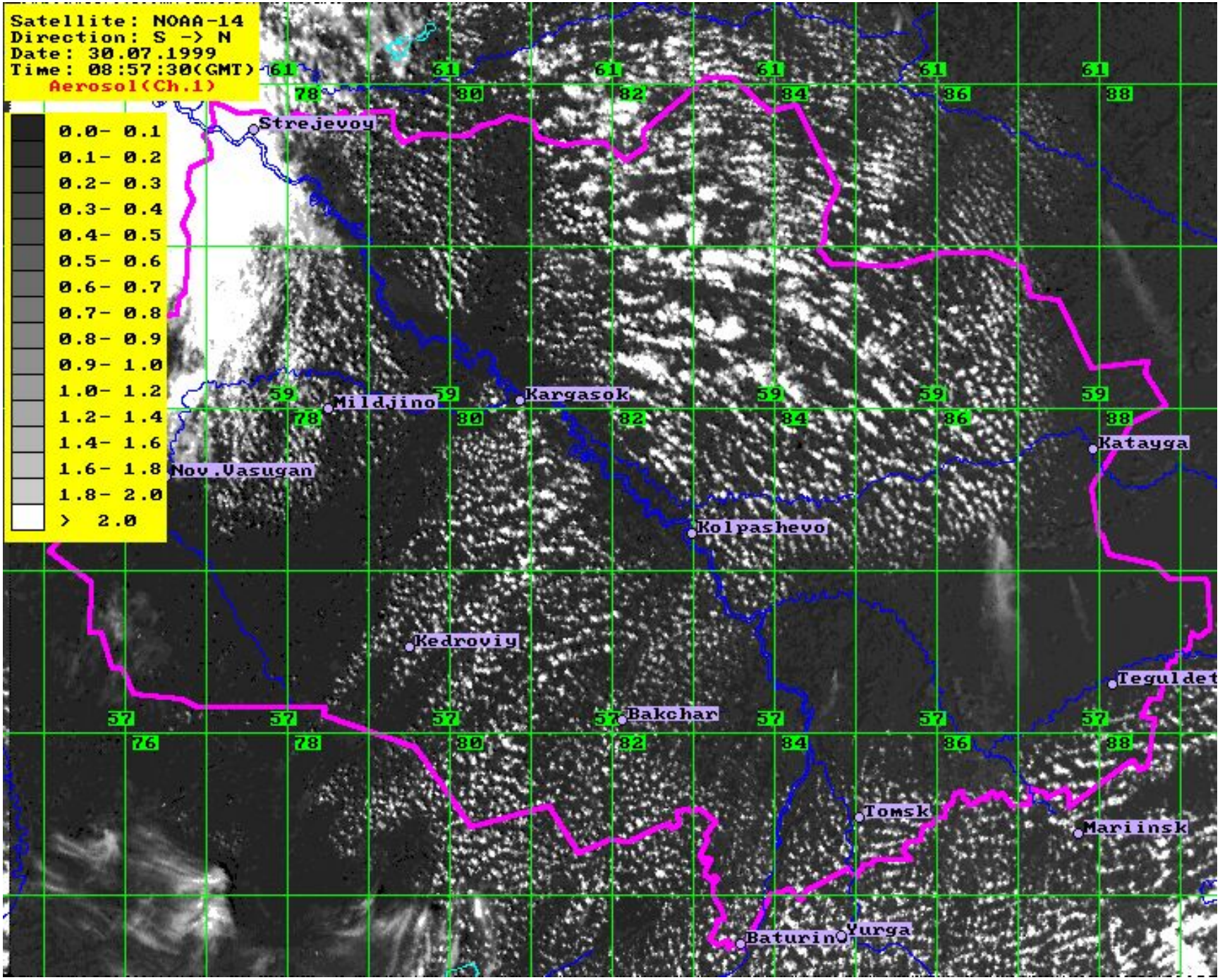
**Проведение статистического анализа временных рядов спутниковых снимков и получение сезонных карт альбедо A(x,y) подстилающей поверхности в заданном регионе.**


Satellite: NOAA-14
Albedo(Ch.1),%
0.0- 1.0
1.0- 2.0
2.0- 3.0
3.0- 4.0
4.0- 5.0
5.0- 6.0
6.0- 7.0
7.0- 8.0
8.0- 9.0
9.0-10.0
> 10.0
Strejevoy
Mildjino
Kargasok
Nov.Vasugan
Katayga
Kolpashevo
Kedroviy
Teguldet
Bakchar
Tomsk
Mariinsk
Baturino
Yurga

## *Этап 4*

**Применение аппроксимации $aer = f(J_{AER})$ для восстановления по спутниковым снимкам пространственного распределения $aer(x,y)$ в заданном регионе.**

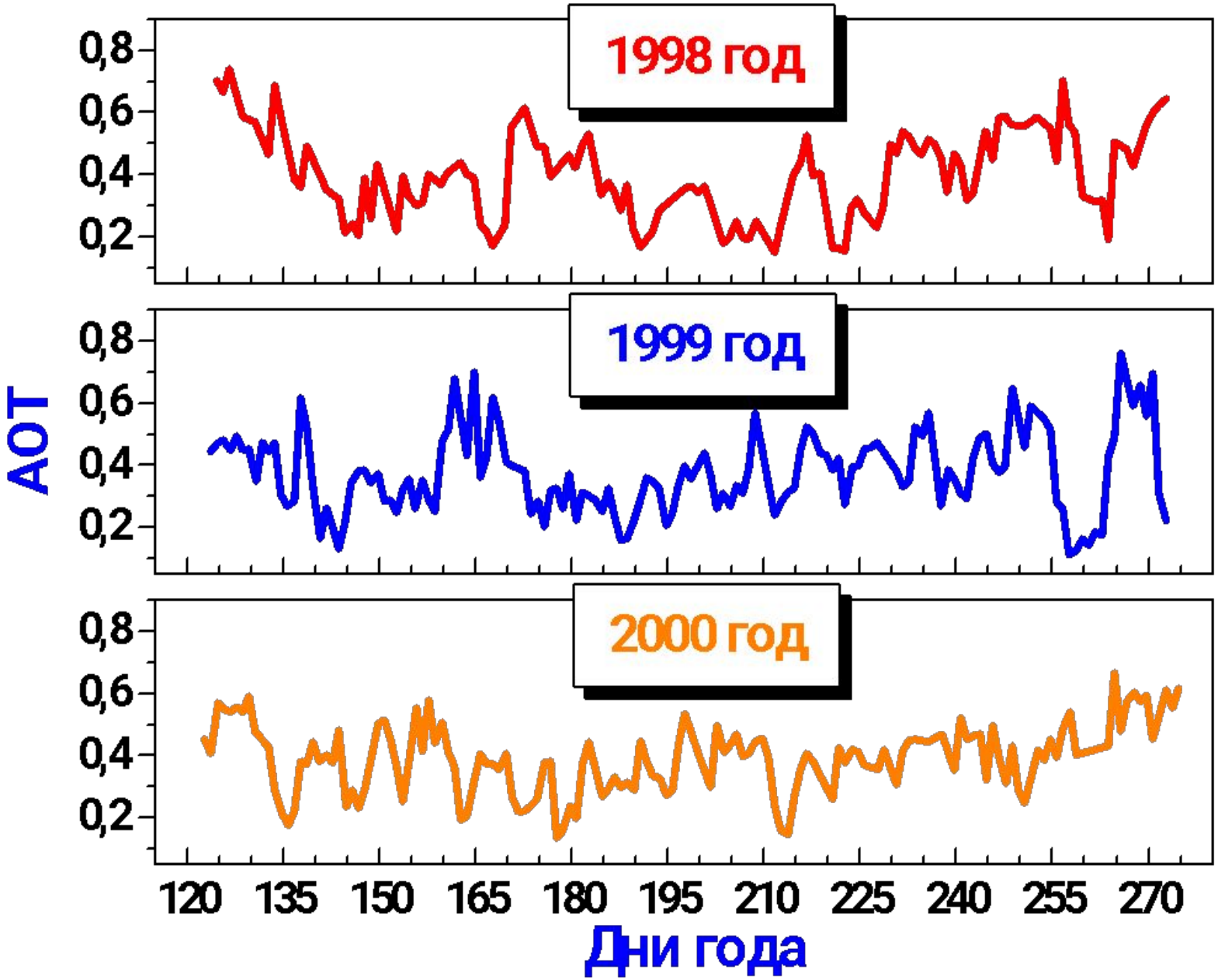

Satellite: NOAA-14
Direction: S -> N
Date: 27.07.1999
Time: 07:51:09(GMT)
Aerosol(Ch.1)
0.0- 0.1
0.1- 0.2
0.2- 0.3
0.3- 0.4
0.4- 0.5
0.5- 0.6
0.6- 0.7
0.7- 0.8
0.8- 0.9
0.9- 1.0
1.0- 1.2
1.2- 1.4
1.4- 1.6
1.6- 1.8
1.8- 2.0
> 2.0
Strejevoy
Mildjino
Kargasok
Nov.Vasugan
Katayga
Kolpashevo
Kedroviy
Teguldet
Bakchar
Tomsk
Mariinsk
Baturin
Yurga


Satellite: NOAA-14
Direction: S -> N
Date: 30.07.1999
Time: 08:57:30(GMT)
Aerosol(Ch.1)
0.0- 0.1
0.1- 0.2
0.2- 0.3
0.3- 0.4
0.4- 0.5
0.5- 0.6
0.6- 0.7
0.7- 0.8
0.8- 0.9
0.9- 1.0
1.0- 1.2
1.2- 1.4
1.4- 1.6
1.6- 1.8
1.8- 2.0
> 2.0
Strejevoy
Mildjino
Kargasok
Nov.Vasugan
Katayga
Kolpashevo
Kedroviy
Teguldet
Bakchar
Tomsk
Mariinsk
Baturin
Yurga

# *Этап 5*

**Статистический анализ карт aer(x,y):**

- **временная изменчивость (по дням);**
- **статистические характеристики (для каждого месяца и за весь сезон);**
- **частотные распределения и зависимость их типа от оптических ситуаций;**
- **пространственные распределения частоты возникновения полупрозрачных оптических ситуаций в регионе.**



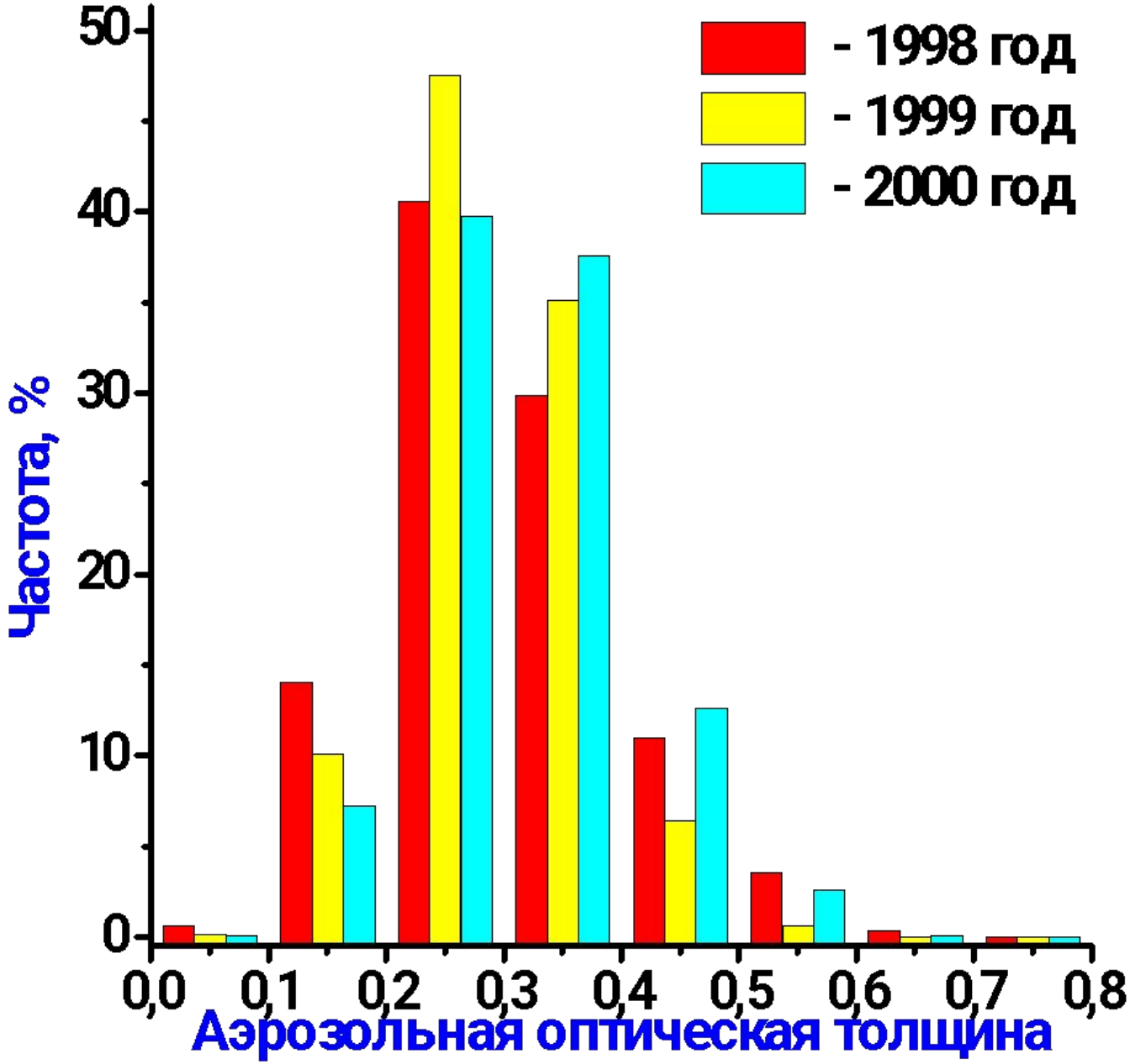

**Временные (по дням) вариации значений АОТ**

# Статистические данные о “полупрозрачных” оптических ситуациях в атмосфере (АОТ<1,0 в канале 0,63 мкм)

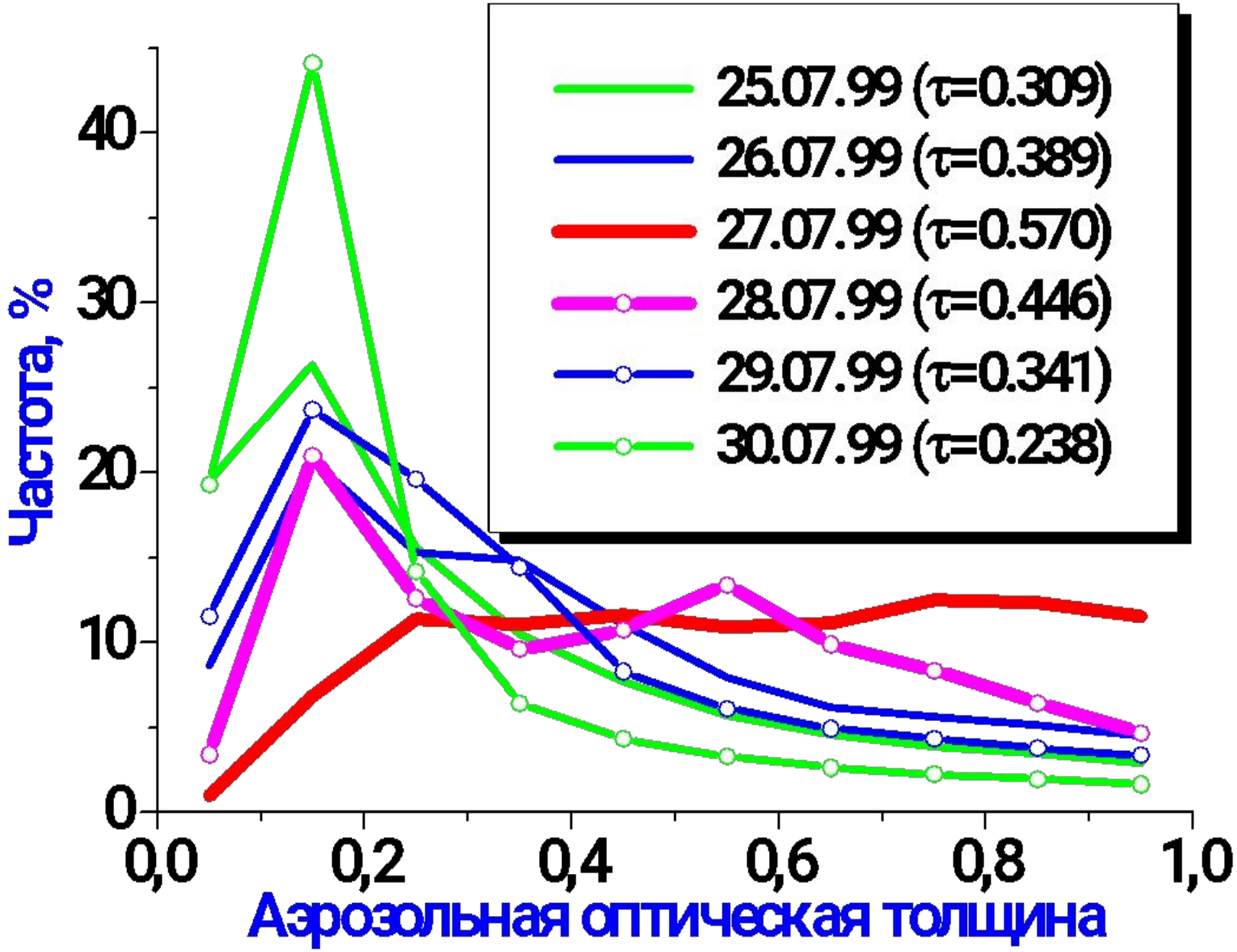
| Год \ Месяц | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь |
|---|---|---|---|---|---|
| 1998 | 0.303; 0.104<br>45.6% | 0.301; 0.079<br>44.3% | 0.236; 0.055<br>73.3% | 0.295; 0.069<br>47.2% | 0.379; 0.107<br>27.6% |
| 1999 | 0.313; 0.071<br>56.4% | 0.276; 0.071<br>41.3% | 0.276; 0.057<br>67.5% | 0.330; 0.075<br>43.1% | 0.277; 0.069<br>53.0% |
| 2000 | 0.315; 0.075<br>43.7% | 0.271; 0.062<br>58.7% | 0.289; 0.065<br>51.8% | 0.322; 0.075<br>46.3% | 0.393; 0.082<br>52.0% |

**первая строка – средние значения и СКО аэрозольной оптической толщины;**

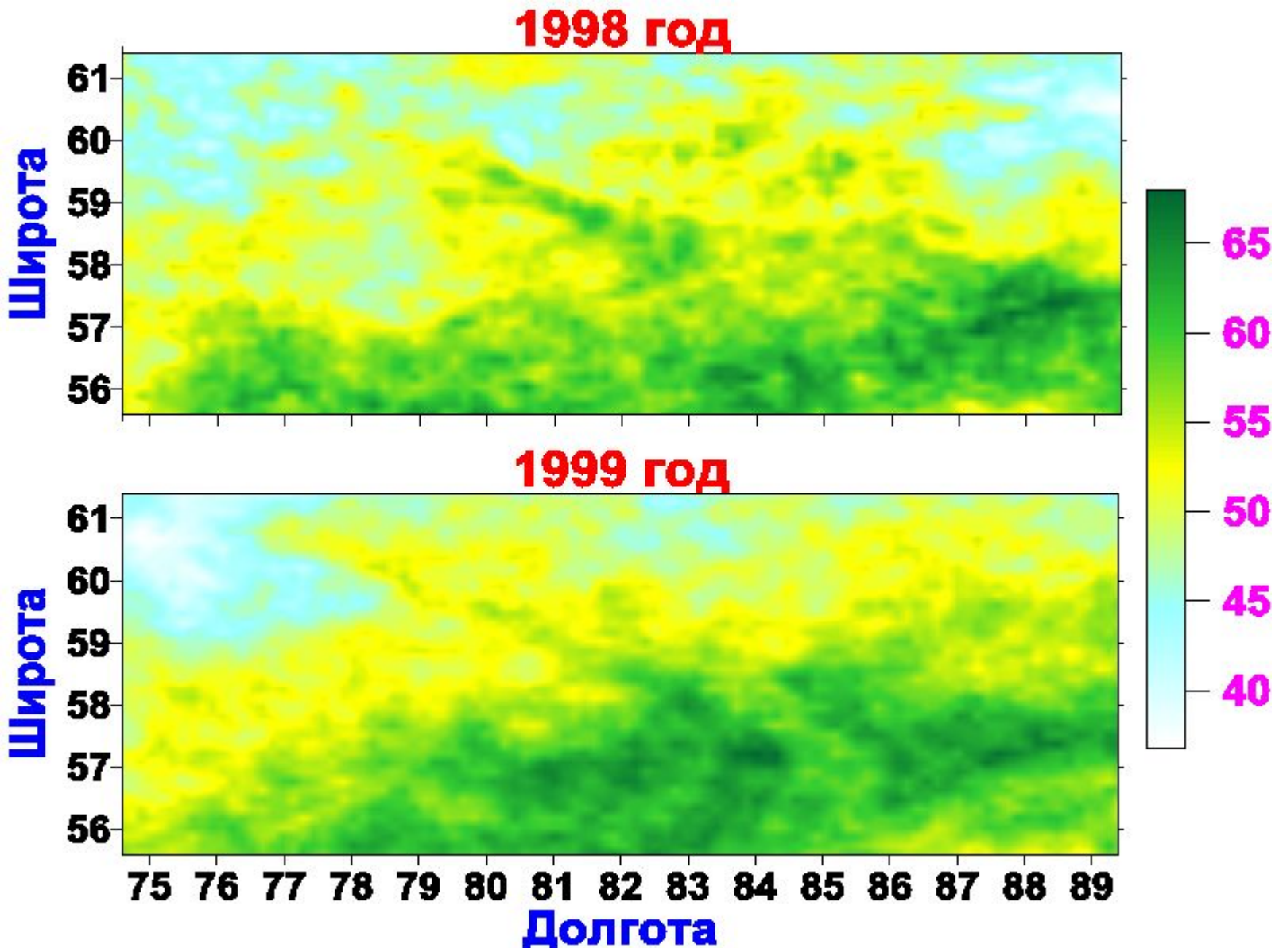
**вторая строка – частота возникновения “полупрозрачных” оптических ситуаций при проведении спутниковых измерений.**




**Частотное распределение АОТ в Томском регионе**




**Трансформация частотного распределения АОТ при прохождении дымового шлейфа**




**Пространственное распределение частоты (%) возникновения “полупрозрачных” оптических ситуаций в Томском регионе**

**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ !**