Российский государственный гидрометеорологический университет
Санкт-Петербург

# О возможном физическом механизме солнечно-земных связей

Чукин В.В.

Девятая Всероссийская открытая ежегодная конференция
"Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"
Москва, 14-18 ноября 2011 г.

# План доклада

- ✔ Актуальность исследования
- ✔ Используемые данные и методы
- ✔ Результаты анализа спутниковых данных
- ✔ Гипотеза о возможном механизме СЗС
- ✔ Физическая модель СЗС
- ✔ Заключение

# Актуальность

Данные многих исследований свидетельствуют о наличии влияния солнечной активности на атмосферные процессы:

- Облачность нижнего яруса (Svensmark, 1998)
- Количество осадков (Kniveton and Todd, 2001)
- Уровень Каспийского моря (Соловьева, 2004)

Существующие теории не описывают в полной мере все особенности этого явления:

- Влияние на глобальную электрическую цепь (Tinsley, 1996)
- Формирование ядер конденсации (Кондратьев, 1995; Yu and Turco, 2001)
- Изменчивость прозрачности атмосферы (Koudriavtsev and Jungner, 2011)

Главной **целью** данной работы является исследование влияния солнечной активности на содержание водяного пара в атмосфере.

# Данные и методы

- Поток галактических космических лучей (ГКЛ):

  - данные нейтронного монитора в Москве (Россия),

  - данные нейтронного монитора в Оулу (Финляндия)

- Количество облаков и влагозапас атмосферы (PWV):

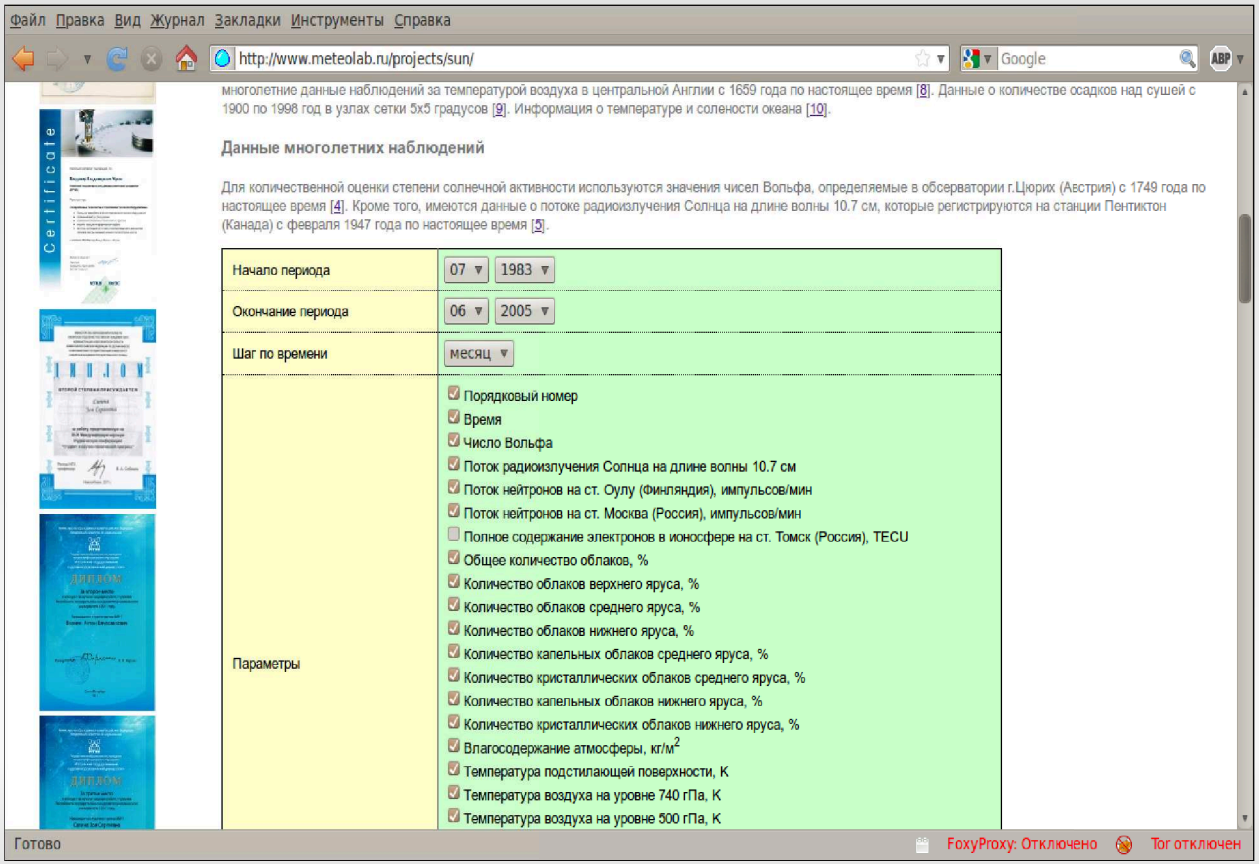
  - данные международного проекта по спутниковой климатологии облаков (ISCCP)

---

В ходе работы использовался корреляционный анализ данных и численное моделирование

# Интернет-сервис

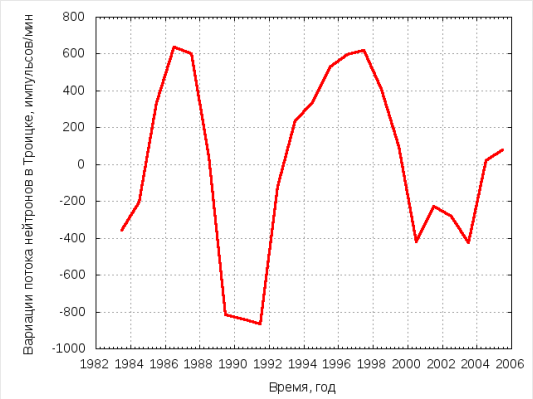
Нами создан веб-сервис для доступа к созданной нами базе климатических данных. Данные доступны по адресу: http://www.meteolab.ru/projects/sun/



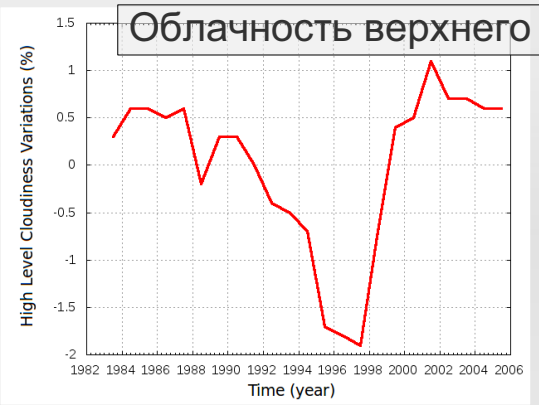

Используемые технологии:
- MySQL 5.0
- Apache 2.2.3
- Tomcat 5.5.23
- Java 1.6.0

# Временные ряды с 1983 по 2005

Поток ГКЛ (Москва)

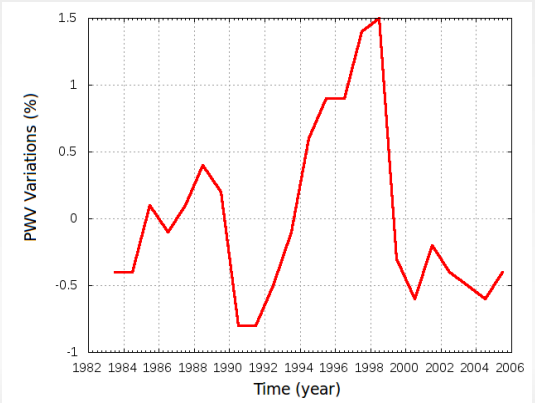



Облачность верхнего яруса




Облачность среднего яруса

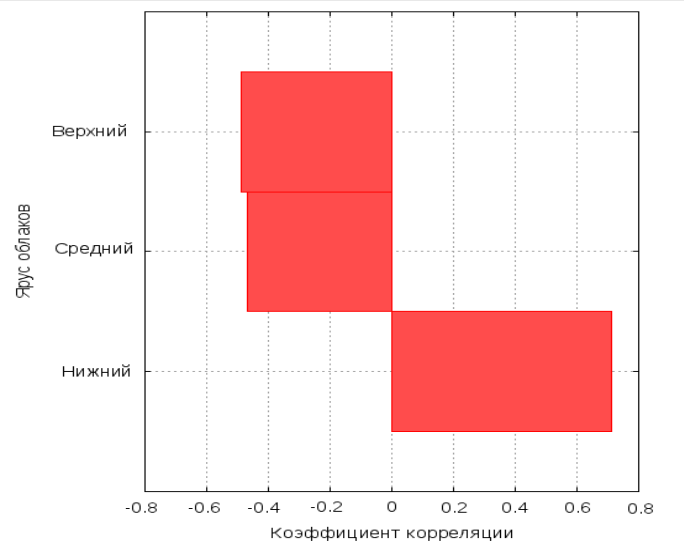
Влагозапас атмосферы



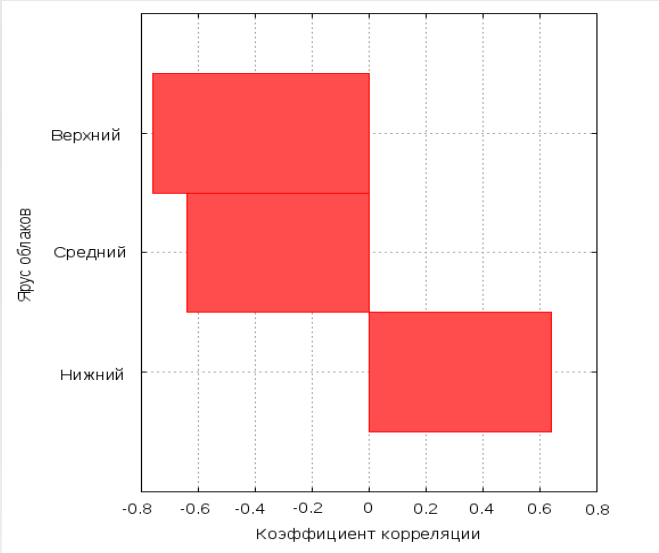

Облачность нижнего яруса

# Коэффициенты корреляции

Поток ГКЛ (Москва)



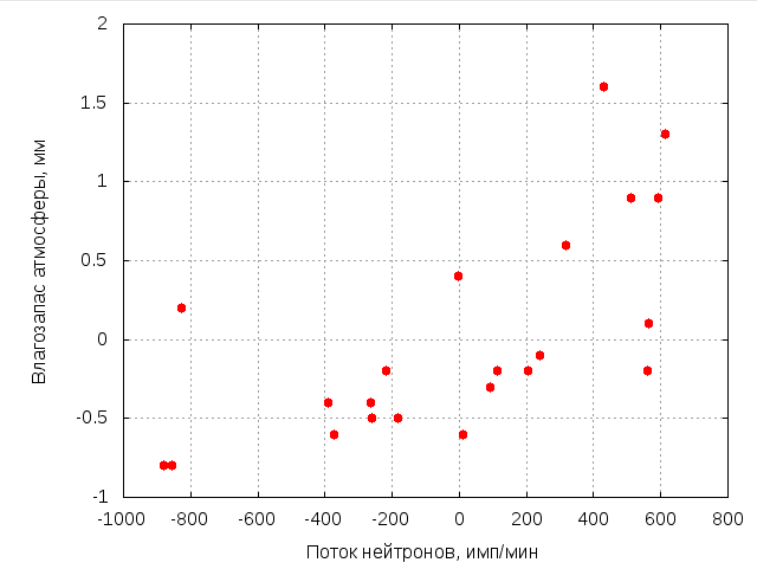

Влагозапас атмосферы



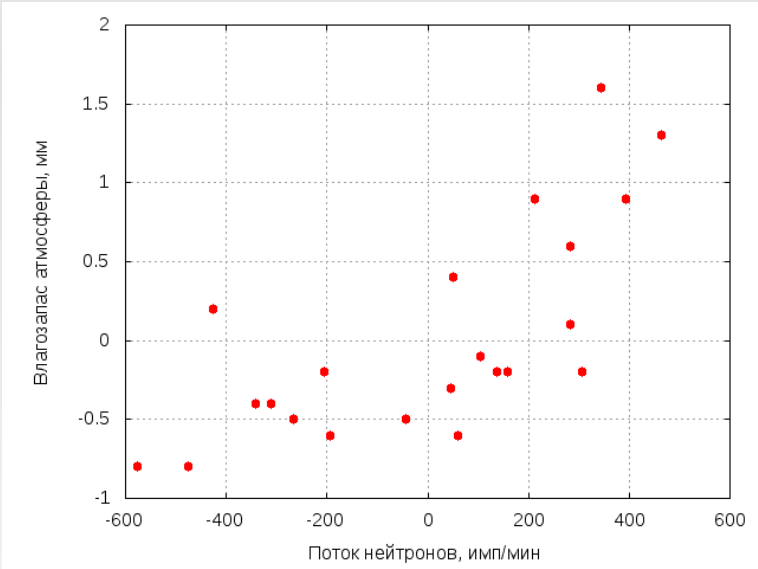

| Параметр | ГКЛ (Оулу) | ГКЛ (Москва) | Влагозапас |
|---|---|---|---|
| Облачность верхнего яруса | -0.54 | -0.49 | -0.76 |
| Облачность среднего яруса | -0.49 | -0.47 | -0.64 |
| Облачность нижнего яруса | 0.66 | 0.71 | 0.64 |

# Зависимость PWV от потока ГКЛ?

а) данные нейтронного монитора в Москве



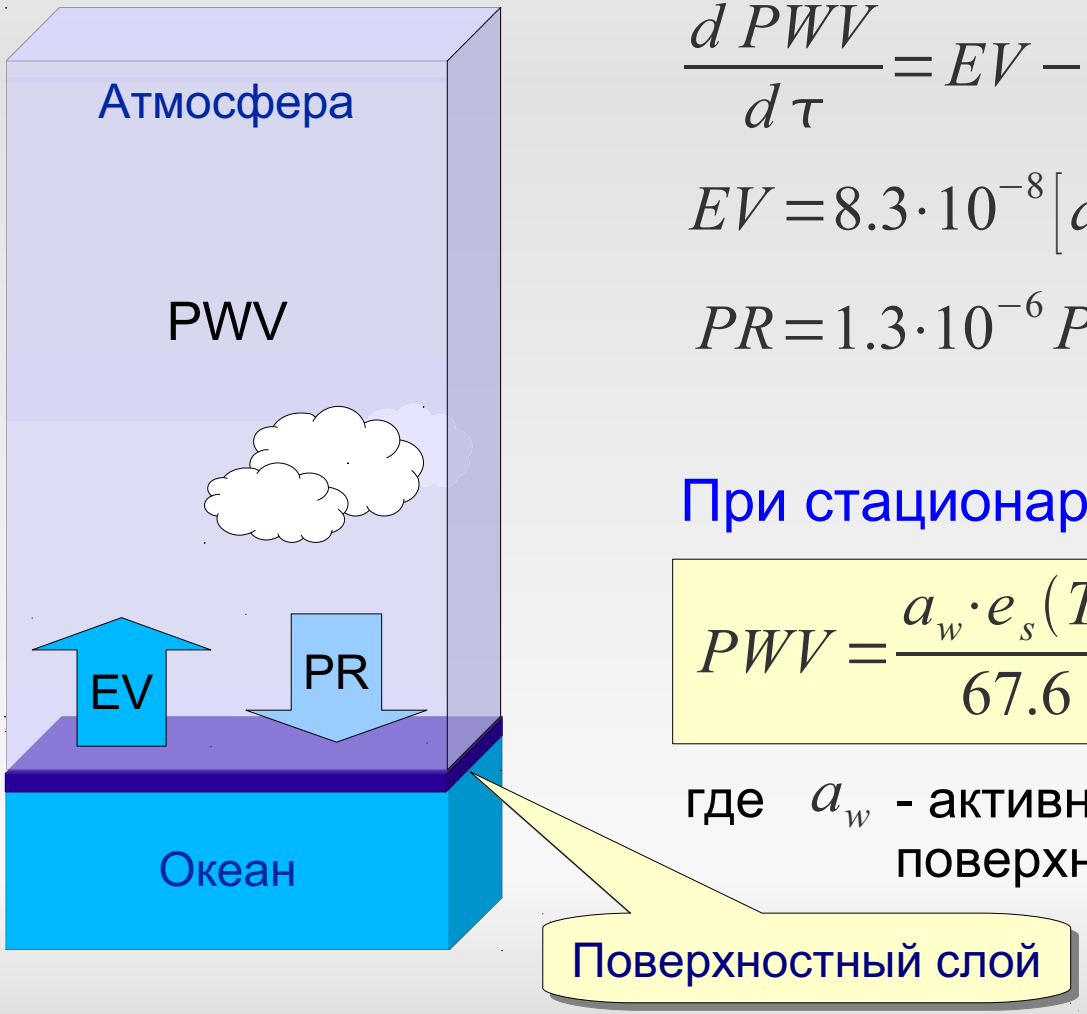

б) данные нейтронного монитора в Оулу




## Гипотеза

Солнечная активность влияет на **содержание водяного пара** в атмосфере.

# Модель баланса воды




Модель:

$$\frac{d\,PWV}{d\tau} = EV - PR$$

$$EV = 8.3 \cdot 10^{-8} \left[ a_w \cdot e_s(T) - 52.6\,PWV \right]$$

$$PR = 1.3 \cdot 10^{-6}\,PWV$$

При стационарных условиях:

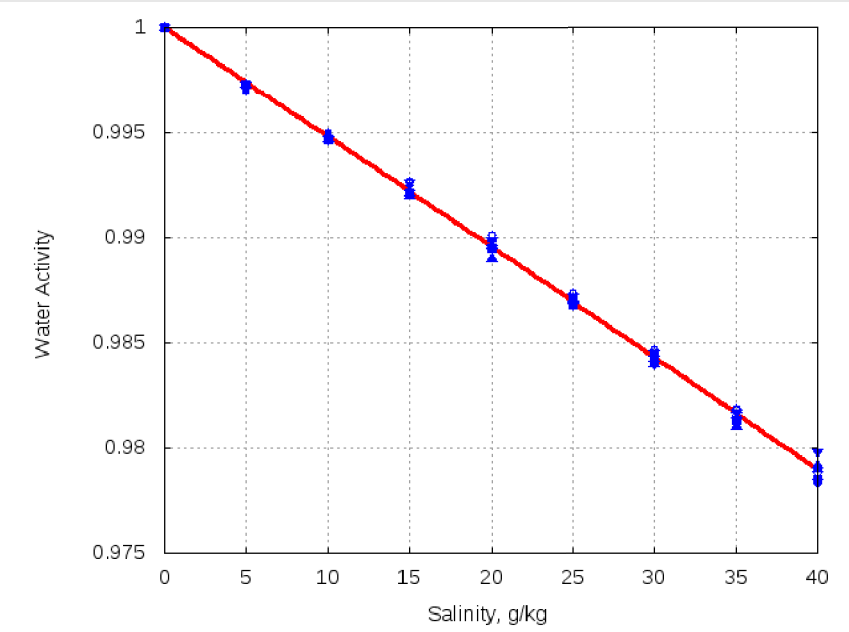
$$PWV = \frac{a_w \cdot e_s(T)}{67.6} \approx 24.5\,a_w$$

где $a_w$ - активность воды в поверхностном слое

# Активность воды

Активность воды зависит от солености (например, *List, 1949*):

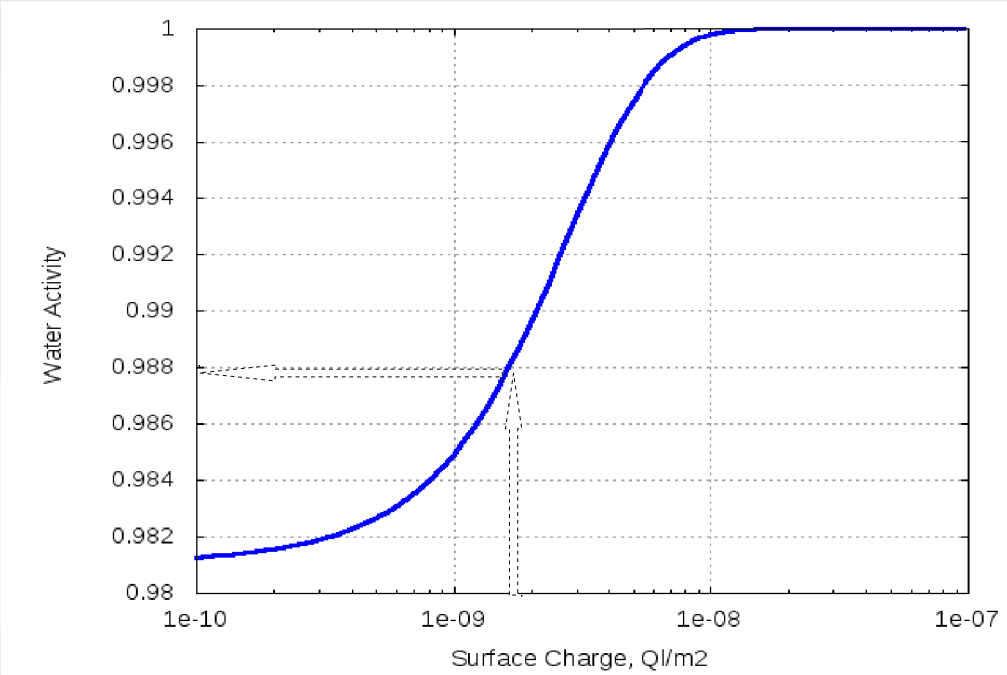
$$a_w = \frac{1}{1 + \frac{0.53\,S}{(1 - S)}} \approx 1 - 0.53\,S$$

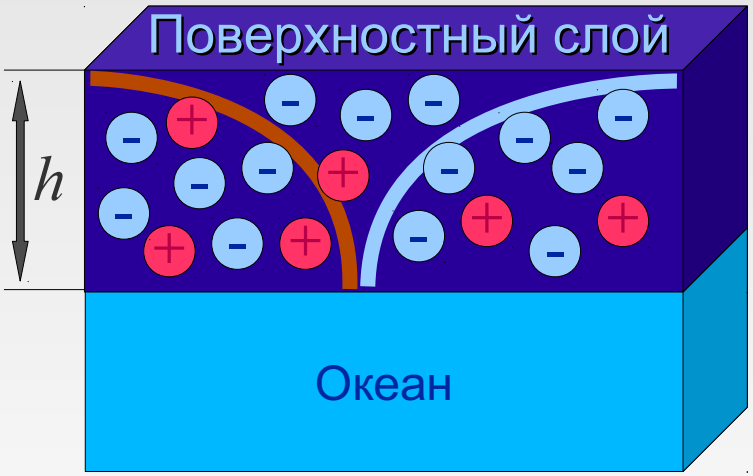



| $S$, $^0/_{00}$ | $a_w$ |
|---|---|
| 0 | 1.000 |
| 10 | 0.995 |
| 20 | 0.989 |
| 30 | 0.984 |
| 35 | 0.981 |
| 40 | 0.978 |
| 50 | 0.973 |
| 60 | 0.967 |
| 70 | 0.961 |

# Активность воды поверхностного слоя

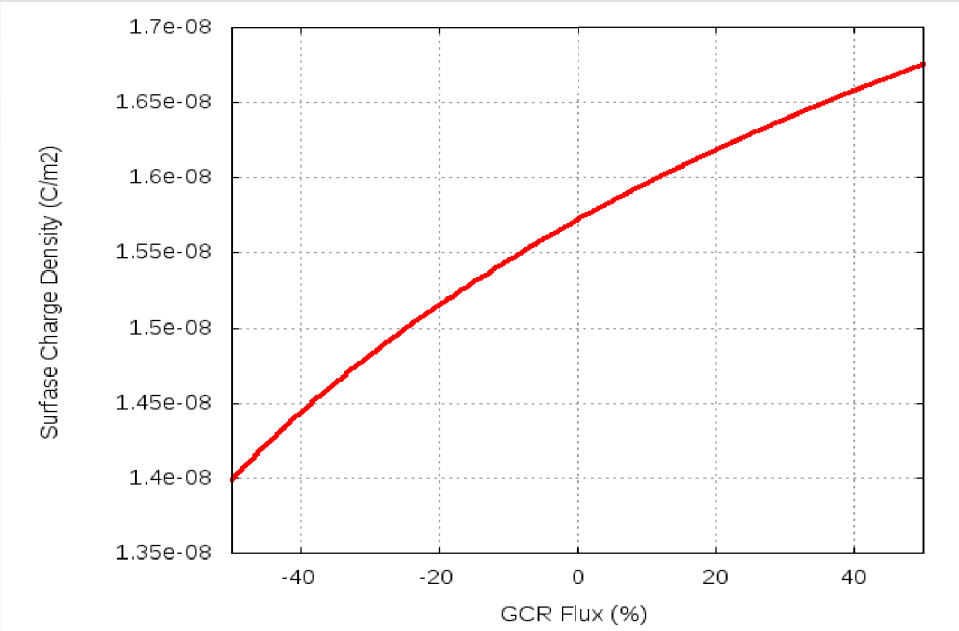
$$a_w = \frac{1}{1 + \frac{5.14\,S}{1-S}\left[3.53\exp\left(\frac{q\,\sigma\,h}{\epsilon_w\,\epsilon_0\,k\,T}\right) + 6.10\exp\left(\frac{-q\,\sigma\,h}{\epsilon_w\,\epsilon_0\,k\,T}\right)\right]^{-1}}$$



# Электропроводность атмосферы

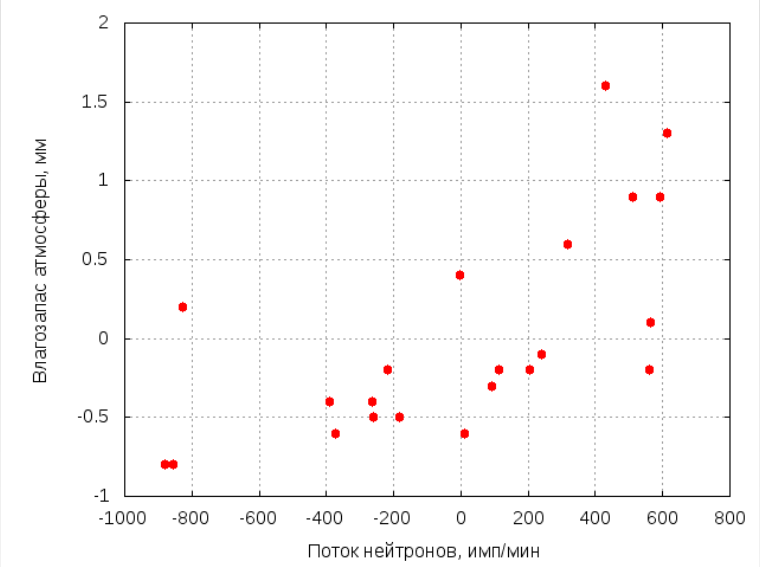
Проводимость атмосферы над океаном зависит от ионизации ГКЛ и концентрации аэрозолей.



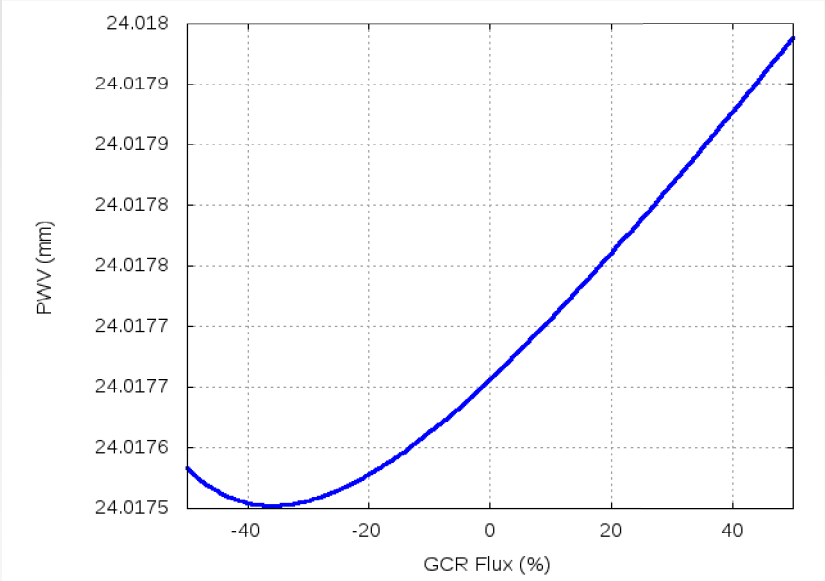

Например, увеличение потока ГКЛ на 50% приводит к увеличению плотности поверхностного заряда на 8% (Имянитов, 1965)

# Зависимость PWV от потока ГКЛ

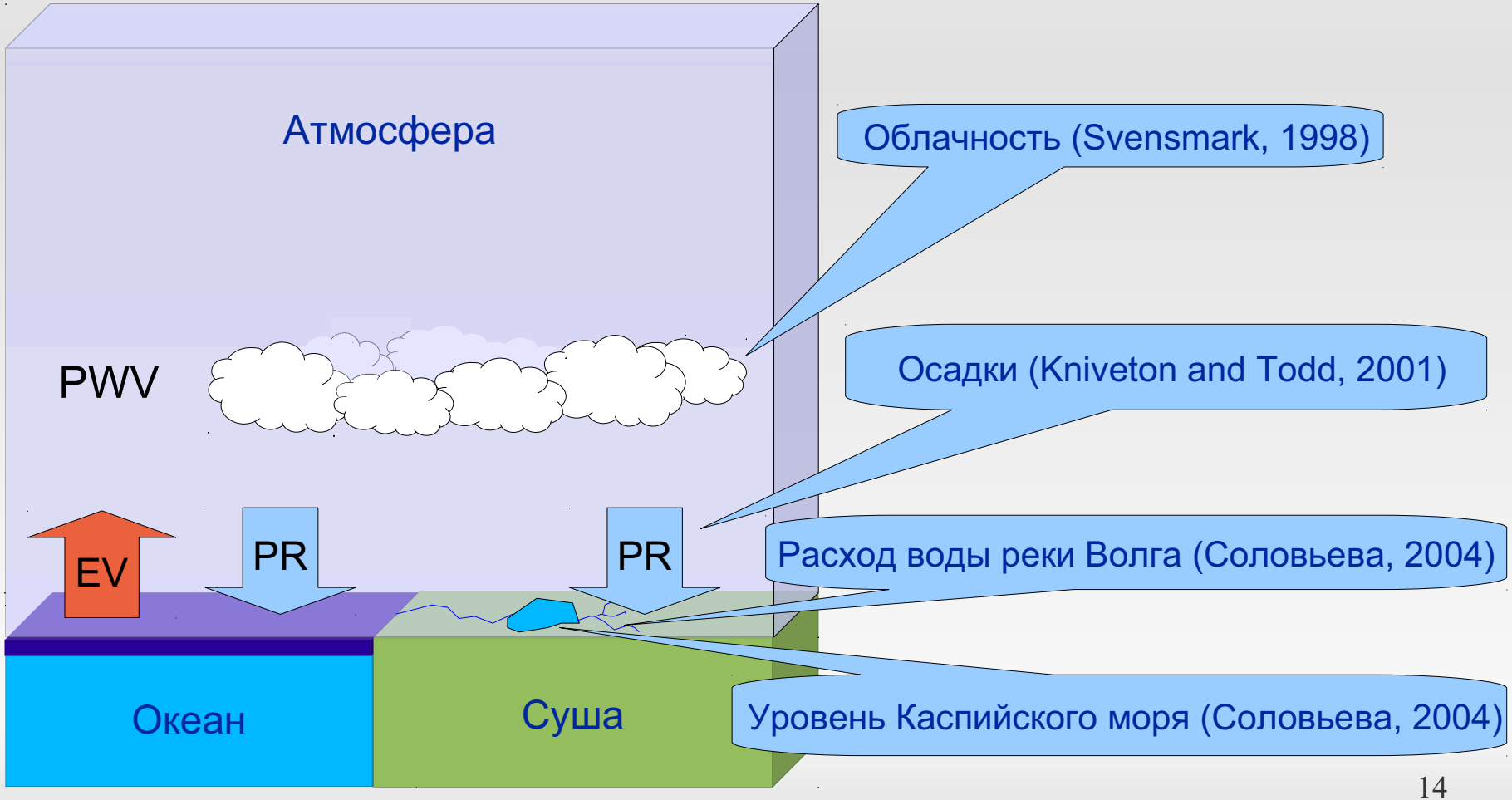
## Результаты измерений




## Результаты моделирования



# Гидрологический цикл и солнечная активность



# Заключение

Мы предлагаем следующую цепочку солнечно-земных связей:

→ Солнечная активность
→ Поток ГКЛ
→ Скорость ионизации атмосферы
→ Электропроводность воздуха
→ Поверхностный электрический заряд океана
→ Активность воды
→ Испарение → Влагозапас → Облака → Осадки → ...

Гидрологический цикл

Таким образом, наиболее важным звеном в цепочке солнечно-земных связей является испарение воды с поверхности океана, которое зависит от потока ГКЛ.



**Дополнительно... http://www.meteolab.ru/projects/sun/**

# Список источников


1. *Имянитов И.М., Чубарина Е.В.* Электричество свободной атмосферы. Ленинград, 1965.
2. *Kniveton D.R., Todd M.C.* On the relationship of cosmic ray flux and precipitation // Geophys. Res. Lett., 2001, Vol.28, 8, P.1527.
3. *List R.J.*, Smithsonian Meteorological Tables, 6th ed. Smithsonian Institution Press, 1949. 350p.
4. Methods of Seawater Analysis / edited by K.Grasshoff, K.Kremling, M.Ehrhardt, 1999.
5. *Соловьева Н.Н.* Исследование зависимости колебания уровня Каспийского моря от солнечной активности. Санкт-Петербург, 2004, 70с.
6. *Svensmark H.* Influence of cosmic rays on climate // Phys. Rev. Lett., 1998, Vol.81, P.5027
7. UNESCO. International Oceanographic Tables. Wormley, England, 1966.
8. *Yu F., Turco R.P.* From molecular clusters to nanoparticles: The role of ambient ionization in tropospheric aerosol formation // J. Geophys. Res., 2001, Vol.106, P.4797.

# Спасибо за внимание!

**Российский государственный гидрометеорологический университет**
**Лаборатория метеотехнологий**
**chukin@meteolab.ru**