

# Взаимосвязь вариаций ультрафиолетовой радиации с изменением общего содержания озона, облачности, аэрозольной оптической толщи и альbedo подстилающей поверхности по данным многолетних измерений в Томске



Белан Б.Д., Ивлев Г.А., Складнева Т.К.

bbd@iao.ru, ivlev@iao.ru, tatyana@iao.ru

Институт Оптики атмосферы им. В.В. Зуева СО РАН, г. Томск

**Цель работы:** Анализ взаимосвязи вариаций значений приземной ультрафиолетовой радиации с общим содержанием озона (ОСО), облачностью, аэрозольной оптической толщиной (АОТ) и альbedo подстилающей поверхности.

## Исходные данные:

- многолетний ряд изменений УФ-В радиации (2003-2016 гг.), полученный на TOR-станции ИОА СО РАН (56°28' с.ш., 85°03' в.д.) в Академгородке г. Томска. Прибор: ультрафиолетовый пиранометр UVB-1 (Yankee Environmental Systems, Inc., США) ( $\lambda=280-320$  нм, погрешность измерения прибора < 5%).
- данные спутникового мониторинга содержания озона в столбе атмосферы, полученные с использованием прибора AIRS (Atmospheric Infrared Sounder), взяты с сайта <http://giovanni.gsfc.nasa.gov>.
- данные об аэрозольной оптической толщине ( $AO_{500}$ ), полученные на основе наземных измерений прямого излучения фотометром CE-318 сети AERONET в Томске (программа Aerosol Robotic Network – AERONET).
- синоптическая база данных за 1993-2016 гг., содержащая ежечасную информацию о количестве общей облачности.

- Получено два многолетних ряда (2003-2016 гг.) дневных отклонений УФ-В радиации ( $\Delta U_{Ф-В}$ ) и ОСО ( $\Delta ОСО_i$ ), а так же ряды отклонений для каждого года (пример для 2011 года на рис.1).
- Выявлена хорошая обратная корреляционная зависимость между изменениями УФ-В радиации и общим содержанием озона. Максимальная корреляционная связь наблюдалась в 2011 году с коэффициентом корреляции  $r=-0,42$ , минимальная – в 2006 ( $r=-0,22$ ).

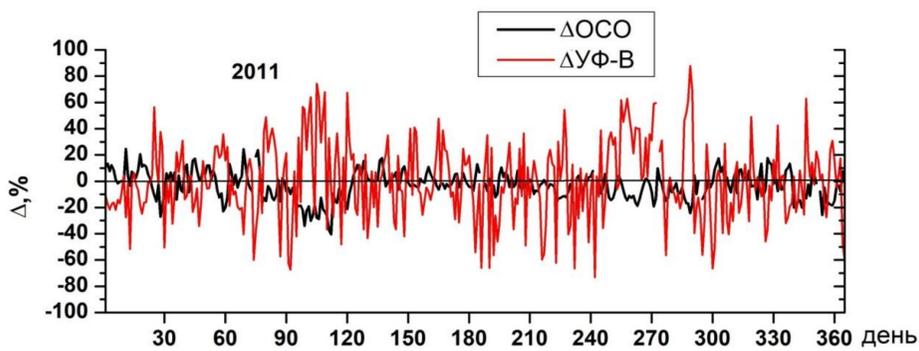


Рис. 1. Отклонение УФ-В радиации и ОСО в 2011 гг. от средних многолетних значений.

- Установлена количественная связь между УФ-В радиацией и зенитным углом Солнца для разных диапазонов изменения ОСО и двух типов подстилающей поверхности. Сделаны оценки изменения УФ-В радиации при изменении типа подстилающей поверхности (рис. 3).

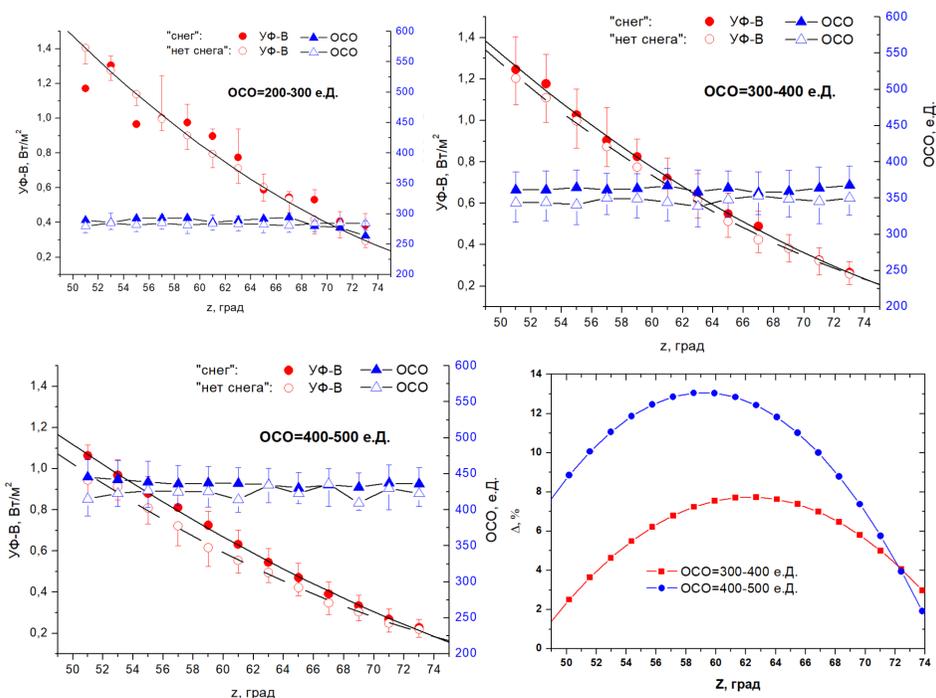


Рис.3. Зависимость УФ-В радиации от зенитного угла Солнца ( $N_{общ}=0-2$  балла,  $AO_{500}<0,3$ ) и приращение УФ-В-радиации при устойчивом снежном покрове.

## Результаты

- Выявлены зависимости приращения УФ-В радиации ( $\Delta U_{Ф-В}$ ) от приращения общего содержания озона ( $\Delta ОСО_i$ ) для диапазонов с разным баллом общей облачности ( $N_{общ} \leq 2$ ,  $2 < N_{общ} \leq 4$ ,  $4 < N_{общ} \leq 6$ ,  $6 < N_{общ} \leq 8$ ,  $8 < N_{общ} \leq 10$ ), для  $AO_{500} \leq 0,15$  и без учёта АОТ.

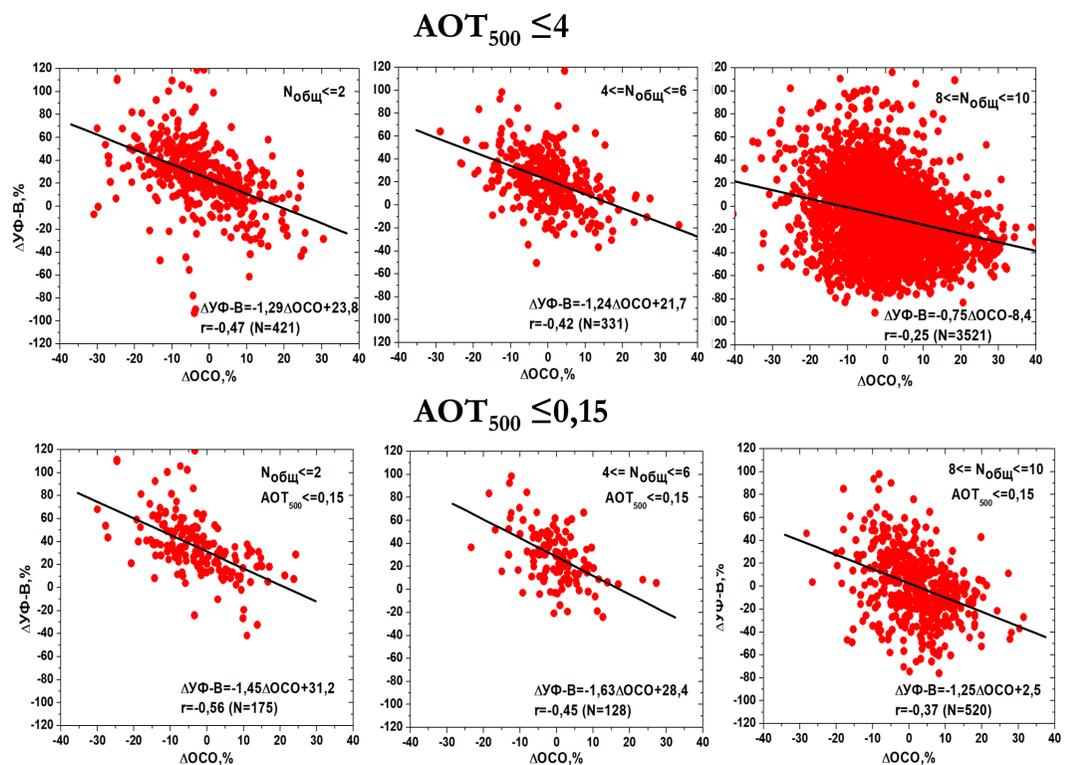


Рис.2. Регрессионная связь  $\Delta U_{Ф-В}$  и  $\Delta ОСО_i$ .

- Получены соотношения относительных изменений УФ-В радиации и ОСО – RAF (Radiation Amplification Factor) ( $RAF = (\Delta U_{Ф-В} / U_{Ф-В}) / (\Delta ОСО / ОСО)$ ) (рис. 4).

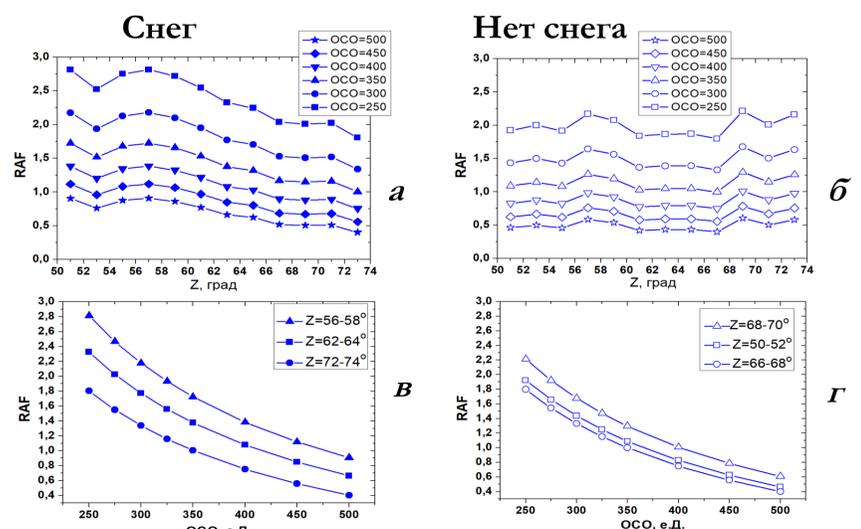


Рис.4. RAF в зависимости от зенитных углов Солнца (а,б) и общего содержания озона (в,г) – максимальные, средние и минимальные RAF.

## Выводы

- При условиях безоблачного и прозрачного состояния атмосферы ( $N_{общ} \leq 2$ ,  $AO_{500} \leq 0,15$ ) увеличение ОСО на 1% приводит в среднем к уменьшению УФ-В радиации на 1,45%.
- Средний вклад АОТ в изменение суточного поступления УФ-В радиации составляет от 4,3 до 10,9 % в зависимости от балла облачности.
- Облачность может снижать прирост УФ-В радиации на 0,7 – 28,7% в зависимости от балла облачности.
- Вклад приращения альbedo подстилающей поверхности в увеличение уровня УФ-В радиации составляет в среднем 4-8% для  $ОСО=300-400$  е.д. и 9-13% для  $ОСО=400-500$  е.д. при условии устойчивого снежного покрова и диапазоне изменения зенитного угла солнца от 52° до 68°.