



ОЦЕНКА ОБЪЁМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОЗОЛЯ В АТМОСФЕРЕ НАД СТАНЦИЕЙ ГОРА ВЕЧЕРНЯЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ AERONET

Н.С. Метельская, А.В. Норко, В.П. Кабашников, А.П. Чайковский

Введение

На белорусской антарктической научной станции Гора Вечерняя проводятся оптические исследования атмосферы, в составе которых осуществляются измерения многоволновым сканирующим солнечным радиометром CE-318N (CIMEL) [1]. Однако измерения солнечным радиометром возможны только в дневное время в безоблачную погоду. Поэтому интервалы времени между измерениями могут достигать нескольких дней. Целью исследования является оценка концентрации аэрозоля в дни, когда отсутствовали измерения.

Приборы и оборудование

Радиометр CE-318N является базовым прибором глобальной радиометрической сети AERONET (Aerosol Robotic Network) [2, 3]. В настоящее время сеть объединяет около 30 станций, на которых проводятся регулярные наблюдения, из них 6 – в Антарктиде. Одним из важных параметров атмосферного аэрозоля, восстанавливаемых по данным измерений в сети AERONET, является объёмная концентрация [мкм³/мкм²] – величина, характеризующая содержание аэрозоля во всей толще атмосферы над данной географической точкой и представляющая собой толщину слоя аэрозоля, который образуется, если весь аэрозоль, содержащийся в вертикальном столбе атмосферы, опирающемся на участок поверхности единичной площади, осадить на этот участок.



Радиометр CE-318N (CIMEL)

Метод

Для оценки объёмной концентрации аэрозоля в те дни, когда измерения отсутствуют, нами использован метод оптимальной интерполяции [4], который основан на минимизации среднеквадратичной ошибки оцениваемой величины в статистическом смысле. В методе используется статистическая связь между значением величины в точке оценивания и значением величины в точках, для которых известны результаты наблюдений. Согласно методу оптимальной интерполяции вектор, содержащий оценки объёмной концентрации аэрозоля, записывается в виде: $\hat{x} = x + K(y - H(x))$, где x – вектор предварительных значений; y – вектор значений наблюдений; H – оператор наблюдений, задающий отображение пространства предварительного поля в пространство наблюдений; K – весовая матрица: $K = G^{(y)} H^T (H G^{(y)} H^T)^{-1}$, где $G^{(y)}$ – ковариационная матрица наблюдаемых отклонений объёмной концентрации от предварительных значений. Выбранная таким образом весовая матрица даёт наименьшую дисперсию оценки. Ковариационная матрица ошибок оценки: $Q = (I - KH)P$, где I – единичная матрица.

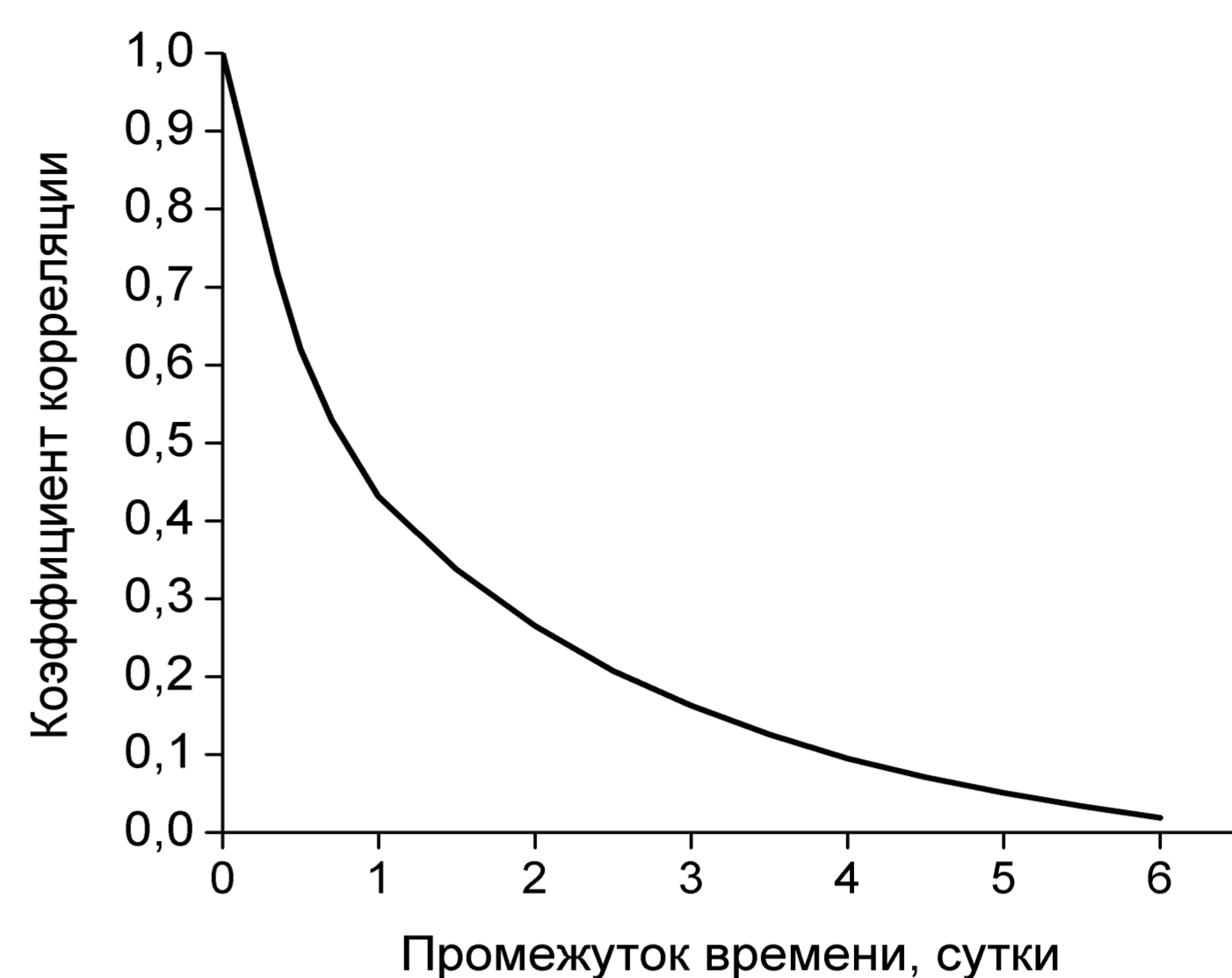
Исходные данные

Для проведения оценки объёмной концентрации аэрозоля в атмосфере над станцией Гора Вечерняя на основе оптимальной интерполяции необходимо получение временной корреляционной зависимости. По данным наблюдений на станции Гора Вечерняя за 2012–2017 гг. были определены средние значения объёмной концентрации аэрозоля и рассчитаны коэффициенты корреляции отклонений от среднего в зависимости от промежутка времени (в сутках). Мы использовали данные общего содержания аэрозоля уровня 1.5. Этот уровень означает, что из набора данных исключаются те измерения, которые проводились в условиях облачности, но проверка качества данных не выполняется. Нами были дополнительно исключены из рассмотрения данные 20 измерений, которые более чем на порядок превышали средние значения, что, по-видимому, объясняется наличием неучтённой облачности. В [4] показано, что для подавления ложных корреляций имеет смысл учитывать не все точки, в которых проводились измерения, а только точки в некоторой окрестности точки оценивания. Корреляционный интервал для станции Гора Вечерняя составляет 6 суток. Поэтому для оценивания значений объёмной концентрации учитывались известные из наблюдений значения, отстоящие от точки оценивания не более чем на 6 суток. При отсутствии значений наблюдений в пределах корреляционного интервала значение объёмной концентрации аэрозоля в точке оценивания полагалось равным значению предварительного поля в этой временной точке (т.е. среднему значению).

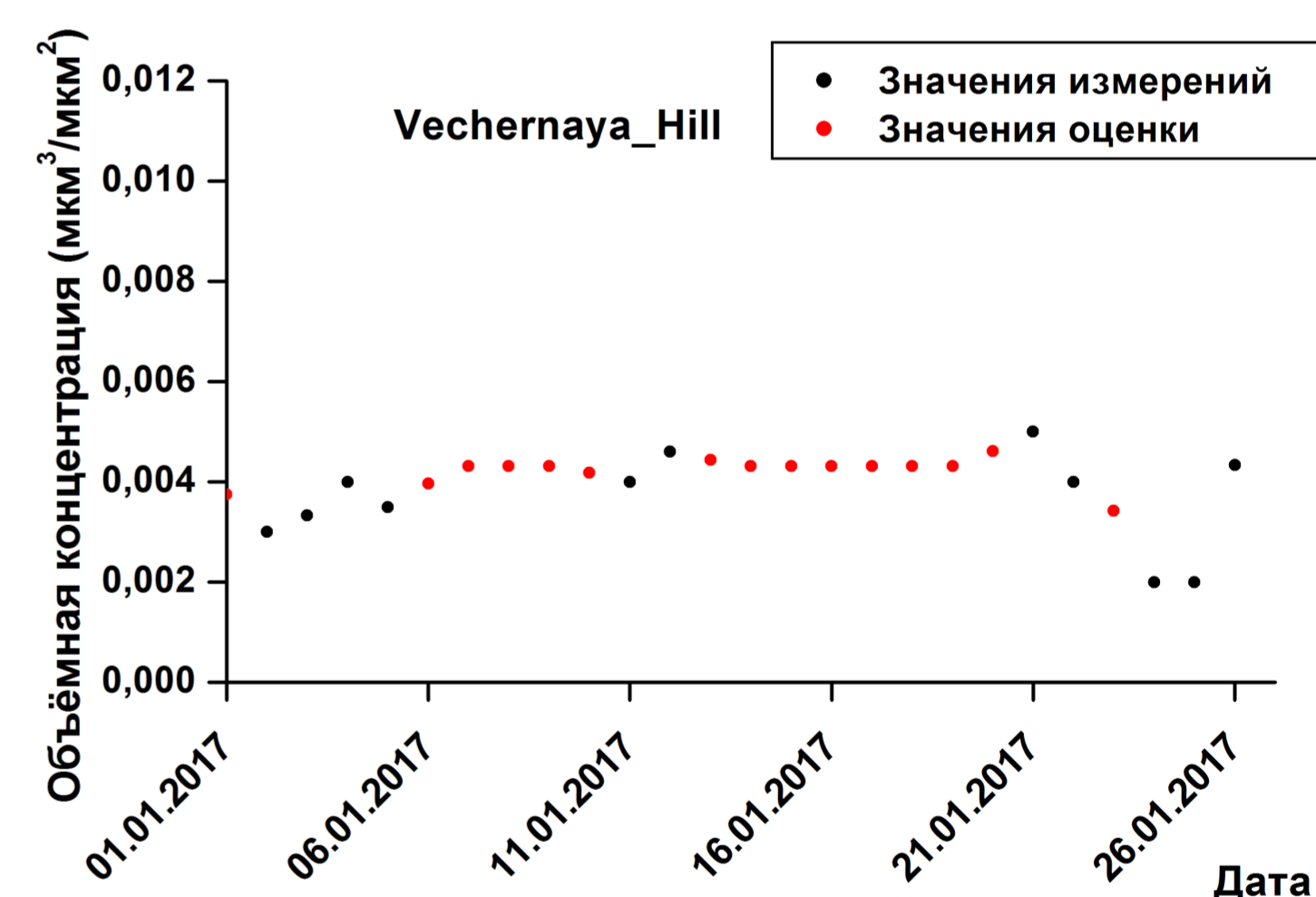
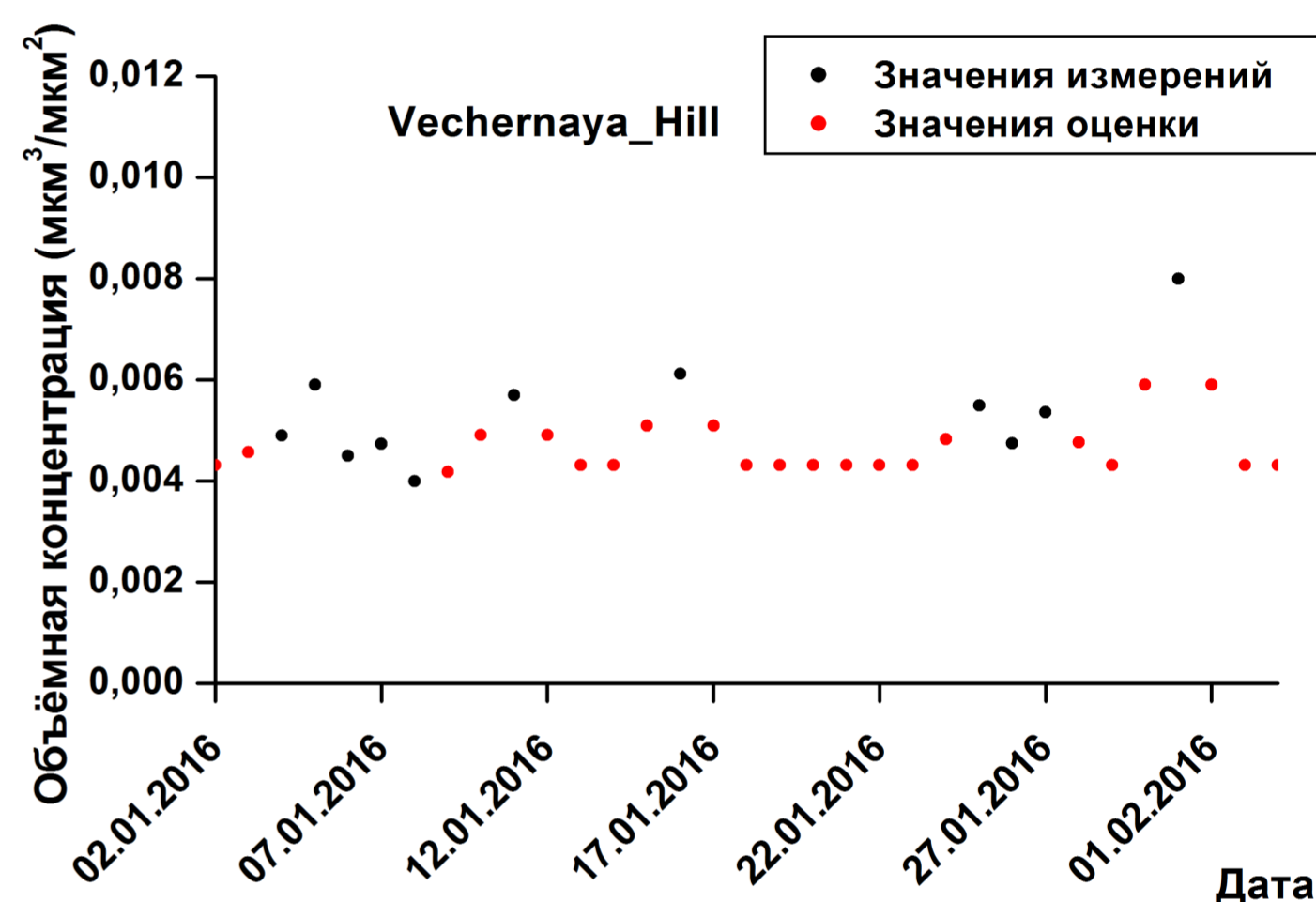
Литература

1. CIMEL Electronique [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.cimel.fr>.
2. AERONET – A federated instrument network and data archive for aerosol characterization / B.N. Holben [et al.] // Remote Sens. Environ. – 1998. – Vol. 66. – P.1–16.
3. AERONET Aerosol Robotic Network [Electronic resource]. – Mode of access: <http://aeronet.gsfc.nasa.gov>.
4. Гандин, Л.С. Объективный анализ метеорологических полей / Л.С. Гандин. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1963. – 288 с.

Результаты



Коэффициент корреляции отклонений объёмных концентраций аэрозоля от среднего значения в зависимости от промежутка времени по данным наблюдений на станции Гора Вечерняя



Сверху вниз: январь 2016 г., январь 2017 г.
Оценка объёмной концентрации аэрозоля в атмосфере над станцией Гора Вечерняя

Заключение

Использование метода оптимальной интерполяции позволило получить оценку объёмной концентрации аэрозоля в атмосфере над станцией Гора Вечерняя в те дни, когда измерения не осуществлялись. Следующим этапом работы будет привлечение результатов моделирования в качестве предварительного поля и использование пространственной корреляции между данными измерений всех антарктических станций, работающих в сети AERONET.