

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ «АЭРОНЕТ» ПО АЭРОЗОЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИНЕ АТМОСФЕРЫ

Ю.А. Прохоренко, Д.В. Калинская

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: prohorenok08@mail.ru

В МГИ солнечным фотометром CIMEL CE-318 проводится мониторинг оптических свойств атмосферы. В работе исследуется статистическая структура полученного массива. Оценены временные и спектральные особенности распределения оптических параметров, в их связи со спецификой измерений и применением стандартных алгоритмов коррекции.

Введение. Станция «Sevastopol» работает в сети «AERONET» с мая 2006 года. По мере накопления массива наблюдений всё больше возможностей уточнять временные статистические оценки состояния атмосферы, оперативно оценивать отдельные события, обобщать сведения о явлениях всё большего временного масштаба. В работах [1, 2] была исследована изменчивость основных оптических характеристик атмосферы над станцией «Sevastopol» по наблюдениям 2006 – 2008 гг. К настоящему времени этот срок почти удвоился.

Цель настоящей работы – по статистическим особенностям оптических параметров, различных уровней коррекции представляемым на сайте, уточнять возможности их использования, в зависимости от целей исследований.

Нерегулярные пропуски в первичном массиве измерений по перечисленным причинам, а также из-за сезонных погодных условий (в холодное и тёплое время года) в годовом распределении методически формируют неоднородную плотность измерений на временных масштабах от дневных (суточных) до сезонных периодов. Неоднородности в массиве данных также добавляются в результате выбраковки сценариев, что выполнены в случаях затенения поля зрения фотометра облаками [3], явно

ошибочных значений измерений, при неисправности фотометра и т. д. По отдельным точкам определений, разнесенным во времени на много часов, трудно представить себе реальные вариации аэрозольной оптической толщины атмосферы – АОТ(λ). Следовательно, возможны оценивать оптические параметры во временных масштабах месяца, сезона, года статистически, по накопленным и представленным на сайте сведениям, позволяют более корректно исследовать свойства аэрозолей. Их зависимость от местных метеорологических условий на станции следует контролировать дополнительно.

Рассчитанные оптические параметры представляются на сайте на трёх уровнях коррекции – 1,0; 1,5; 2,0. Вслед за уровнем 1,0, которые считаются «сырыми данными», через несколько суток на сайте появляется новый массив параметров – по очищенным от влияния облаков массиву измерений – уровень 1,5. Это – основная коррекция. С её выполнением в массивах резко снижается количество измерений. Данные коррекции уровня 2,0 – исправлены после повторной калибровки в лаборатории NASA. Теперь в массивах учтены тренды от старения элементов фотометра после предварительной калибровки и в процессе годичного цикла измерений прибора. Значения оптических параметров этого уровня допускаются для моделирования глобальных аэрозольных полей. Оставляя за пределами этой работы исследования физико-химических причин формирования вида статистических распределений, покажем, что их особенности могут использоваться не только в оценках результатов коррекций, но и в анализе оптических параметров.

Каким образом каждая коррекция влияет на измерительный массив на станциях, в том числе и «Sevastopol» [4], можно оценить по результатам их выполнения и сделать выводы по ограничениям и преимущественным направлениям применения массивов определённого уровня коррекции для конкретных задач анализа данных. На рис. 1 показан годовой ход среднемесячных значений общего АОТ (или total или T AOT) и его составляющих, тонкой (F) и грубой (C) мод, за весь период измерений на станции «Sevastopol».

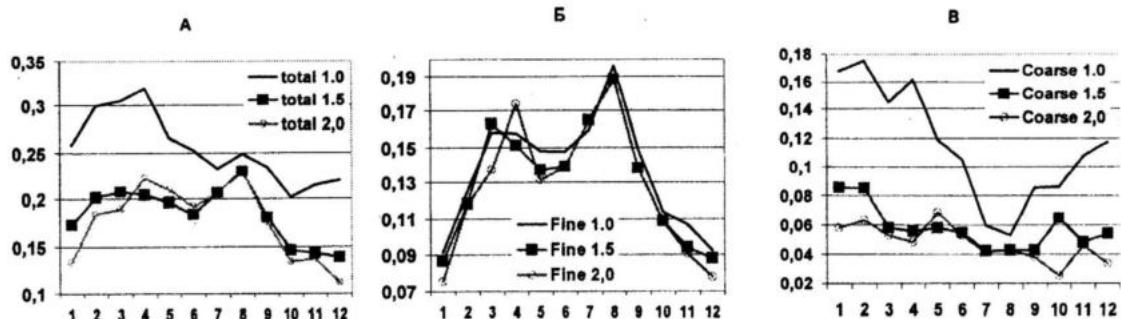


Рис. 1. Годовой ход Т АОТ 500 нм и его модальных составляющих (Fine, Coarse) по осредненным месячным значениям в период наблюдения на станции «Sevastopol»

В годовом ходе Т АОТ (рис. 1А), для уровня 1,0, заметно понижение значений от начала года к концу. При этом на кривой выделяются два почти равноценных максимума (в апреле и августе). В ходе Т АОТ на уровне 1,5 августовский максимум выделяется уже как основной. Изменения от 1,0 к 1,5 можно детализировать через модальные составляющие Т АОТ – Fine, Coarse (рис 1Б и 1В). Из них следует, что основные изменения годового хода Т АОТ к уровню 1,5 происходят за счёт создания в нём преобладания тонкой моды (Fine или F-моды). В августе скорректированные значения грубой моды (Coarse или С-моды) АОТ минимальны – около 0,045, а уровень значений F-моды АОТ в результате коррекции оставляется почти неизменным.

К уровню 1,5 влияние С-моды уменьшилось в разы в начале и конце года (холодный сезон), но оставлено его влияние до 50 % в части зимнего периода (январь–февраль). Годовой ход С-моды уровня 1,5 имеет заметный минимум в июле–августе и максимум в феврале, т.е. оказывается в противофазе к годовому ходу F-моды, что выравнивает годовой ход Т АОТ, а на уровне 2,0 Т АОТ уже просто вторит ходу F-моды. Коррекции 1.5 2.0 снижают общий уровень аэрозольного сигнала. Количество измерений уменьшается за счёт исключения из массива вместе с эпизодами экранирования облаками и других событий, тоже связанных с резкими скачками

содержания частиц С-моды в аэрозолях, например почвенной пыли. В результате – F-мода в общем годовом влиянии на Т АОТ становится доминирующей, определяющей характер эволюции Т АОТ в кратковременных эпизодах, а сезонные особенности в начале года – высокое содержание С-моды в январе–феврале и рост в конце года – полностью исключаются из Т АОТ уровня 2,0.

Таким образом, события, вызванные появлением частиц С-моды, не могут корректно исследоваться в массивах уровней коррекции 1,5 и, особенно, 2,0. Зато после коррекции 1,5 в годовом ходе Т АОТ как основная особенность, уже выделяется максимум в августе, а на уровне 2,0 – и в апреле. Их происхождение и временной ход предпочтительно исследовать на уровнях 1,5, 2,0. Ежемесячные средние указывают на моменты наиболее вероятного их появления, что может быть также использовано для указания на возможные источники и стоки модальных составляющих АОТ.

Тот же характер изменений определяет и межгодовой ход в процессе корректирования модальных составляющих и Т АОТ500, рис. 2. (Значения АОТ на 500 нм, близки по средним значениям изменчивости и к ИК, и к УФ области спектра, но, различаясь по значению, подобны по характеру с ними ход изменения, часто используются в оценках спектральных вариаций аэрозоля многими исследователями.)

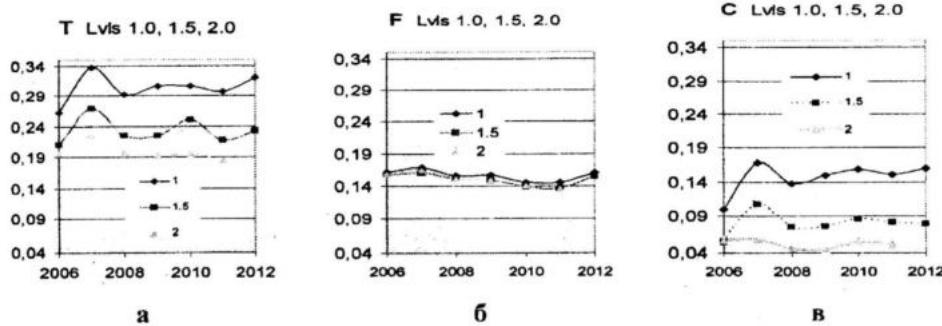


Рис. 2. Зависимости межгодового хода общей АОТ, Т, и её соотношения с модальными составляющими F и С от уровня коррекции на станции «Sevastopol»

Особенности аэрозольной погоды в период 2006 – 2012 гг по общему и модальным составляющим АОТ500, сформированным из среднемесячных значений, выражают кривые на графиках рис. 2. Влияние обоих составляющих АОТ почти равноценно, близко к 50 %. В 2006 году измерения начинались после холодного начального периода года, с середины мая. Влияние С-моды на остаточную часть распределения, вероятно поэтому, здесь оказалось меньше, составило только около 30 % (рис. 2 а). Межгодовой ход Т АОТ на уровне 2,0 показывает снижение сигнала более чем в 1,5 раза.

Теоретически, спектральное распределение АОТ(λ) в исследуемом диапазоне должно быть: АОТ(340)>АОТ(380)>>АОТ(870)> ... и т.д. Коррекции уровней 1,5 и 2,0 в основном исправляют или исключают «неправильные» спектры. Анализ всего массива среднедневных спектров АОТ на уровне 1,5 обнаружил

122 случаев, когда соотношение было обратным. Из 40 случаев в УФ области на 2007 г пришлось 30. В ИК области таких случаев 82, с максимумом в 2009 г. – 30 дней. На уровне 2,0 их осталось 3. Сочетания «неправильностей» спектров сразу и в ИК, и УФ областях наблюдались 7 раз. Из них только один остался на уровне 2,0.

На рис. 3 приведены спектры Т АОТ: сформированный за всё время наблюдения и для отдельных лет. Действие коррекции, выражается теми же признаками, что и для АОТ500, но величины коррекций увеличиваются к длинноволновому концу спектра. Нижний ряд графиков передаёт характер преобразования спектров верхнего ряда – значения отношений уровня 1,0 к 1,5 и 1,0 к 2,0. Когда длина волны превышает 500 нм, становится заметной перемена характера коррекции, особенно на ступени от 1,0 к 1,5. От года году коррекция спектра не равнозначна.

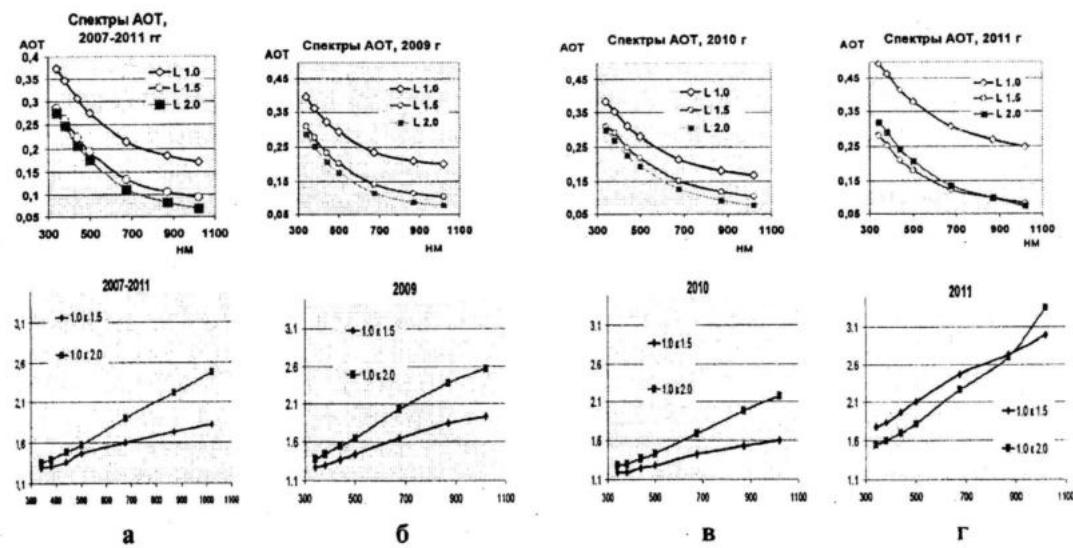


Рис. 3. Спектры Т АОТ атмосферы и относительные величины коррекций их уровней

Спектры уровня 1,0 (для 2009 и 2010 гг, на рис. 3б и 3в), близки между собой и к осредненному по всем наблюдениям спектру, (рис. 3а). В 2009 г. для 1020 нм отношение уровней 1,0 к 1,5 – 2,57, и постепенно понижается до 1,38 для 330 нм, рис 3б: в 2010-ом году соответствующие значения были 1,93 и 1,28, рис. 3в. Аэрозольная «погода» неоднозначно характеризуется осреднёнными годовыми спектрами АОТ.

В 2011 г. отмечены наибольшие величины АОТ по уровню 1,0, рис. 3г, и характер влияния коррекций здесь оказался совершенно другим. Скорректированные по уровню 1,5 и 2,0 массивы значений АОТ для 1020 нм отличались в 3 раза. Почти во всём спектральном диапазоне значения АОТ были наименьшими по уровню для уровня 1,5, а не 2,0 (от 0,23 до 0,28 ниже, чем на уровне 2,0). Обе кривые, рис 3г, почти параллельны от 330 нм до 675 нм, совпадают у 870 нм и выходят на обычное соотношение (когда уровень 1,5 выше 2,0) у 1020 нм.

Заключение. Необходимость отделять результаты влияния процессов коррекции как фон из того, что должно оставаться и анализироваться как проявление естественных событий, природных явлений, требует знания особенностей влияния коррекции на массив измерений, и распределение аэрозольных параметров. Сделаны оценки характерных вариаций во внутригодовых, годовых и межгодовых распределениях аэрозольных оптических параметров на станции «Sevastopol» в связи с уровнем коррекции.

С применением последовательности уровней стандартной коррекции сокращается число измерений и уменьшается величина аэрозольного воздействия, полезного сигнала, что ограничивает возможности использования массива измерений в анализе одних свойств аэрозольной ситуации и ориентирует новый массив на анализ других свойств. Например, на ступени коррекции АОТ от уровня 1,0 к 1,5 происходит снижение значений С-моды до 3,35 раз, что выделяет на новом уровне F-моду, как основной фактор влияния.

Коррекции спектров эффективны, но не всегда достаточны – в массиве могут оставаться сомнительные данные.

Массив уровня 1,0, несмотря на его зашумленность облачностью, наиболее пригоден для исследования местных условий аэрозольной ситуации в атмосфере над станциями наблюдения при контроле местных погодных условий.

Данные уровня 1,5 подготовлены для сравнительных оценок связи с тем, что происходит на других подобных станциях, в массивах сокращена доля коротковивущей в атмосфере доли частиц грубой моды.

Авторы благодарны руководителю научного проекта, доктору Б. Холбену, за поддержку работы станции «AERONET» в Севастополе, доктору А.В. Смирнову за его постоянное внимание к исследованиям, а также М. Сорокину – за действенную и оперативную поддержку Cimel CE-318.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлева Д.В., Толкаченко Г.А. Исследование особенностей дневной изменчивости аэрозольной оптической толщины атмосферы над Чёрным морем // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: МГИ НАНУ. Вып. 16, 2008. – С. 212 – 223
2. Yakovleva D.V., Tolkachenko G.A., Holben B.N., Smirnov A.V. Seasonal and interannual variability of optical descriptions of atmosphere over Black sea // Proceedings V International Conference «Current Problems in Optics of Natural Waters», ONW2009 – P. 339 – 344
3. Smirnov A.V., Holben B. N., Eck T. F., Dubovik O., and Slutsker I. Cloud screening and quality control algorithms for the AERONET database // Rem. Sens. Env., 73, 2000. – P. 337 – 349.
4. Волгин В.М., Ершов О.А., Смирнов А.В., Шифрин К.С. Оптическая толщина аэрозоля в характерных морских регионах // Физика атмосферы и океана. Т.24, №10, 1988 – С. 1056 – 1065.