

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АТМОСФЕРЫ НА СТАНЦИИ «SEVASTOPOL» В СВЯЗИ С РЕГИОНАЛЬНЫМИ МЕТЕОУСЛОВИЯМИ

Ю.А. Прохоренко

Морской гидрофизический институт
г. Севастополь, Капитанская, 2
E-mail: oaoimhi@inbox.ru

В работе исследуется статистическая структура оптических свойств атмосферы по данным солнечного фотометра CIMEL CE-318. Оценены временные и спектральные особенности распределения оптических параметров в их связи со спецификой измерений, применения стандартных алгоритмов коррекции и климатическими метеопараметрами.

Введение. Станция «Sevastopol», оборудованная стандартным солнечным фотометром, работает в глобальной сети AERONET с мая 2006 года. В работе [1], по наблюдениям 2006 – 2008 годов, была исследована изменчивость основных оптических характеристик атмосферы. К настоящему времени этот срок почти удвоился. По мере накопления массива наблюдений появляется всё больше возможностей уточнять региональные статистические оценки состояния атмосферы.

Известно, что на наземные оценки величин интегральных свойств атмосферы существенное влияние оказывается состоянием приземного, пограничного наиболее плотного слоя атмосферы, тропосфера, погодными условиями в нём. Под влиянием солнечной радиации в «окне прозрачности» тропосфера и поверхность Земли прогревается. При этом активизируется динамика воздушных масс, в них повышается концентрация аэрозолей и скорость их эволюции. Основным аэрозолем тропосферы является водный аэрозоль. Его физическое состояние, химические процессы взаимодействия с другими аэрозолями, находятся в прямой зависимости от проникающей сюда солнечной радиации. В то же время, содержание и аэрозольный состав тропосферы, влияет на величину «прозрачности» - оптические свойства

атмосферы, регулируя, тем самым, прогрев среды.

Взаимовлияние погодных условий у поверхности и оптических характеристик всей толщи атмосферы исследуются уже на протяжении многих лет [2]. Многочисленные процессы взаимодействия солнечной радиации с элементами газовой оболочки, аэрозольного её наполнения, веществами самой поверхности требуют пространственно-временного контроля, хотя бы основных факторов влияния, в широком диапазоне масштабов. Обеспечить в реальности такой контроль пока не представляется возможным, особенно из-за регионального факторного разнообразия. Для начала требуется выделить основные факторы такого взаимодействия.

Для исключения влияния облачности и других тропосферных процессов из первичных данных в процессе их обработки применялись стандартные процедуры коррекции. Резкие изменения значений, естественно, считается влиянием облачности или других последствий аэрозольных событий, имеющих место в нижнем, пограничном слое - тропосфере. В [3] исследованы массивы полученных на нашей станции первичных данных интегральных оптических характеристик атмосферы. По изменениям в статистических распределениях первичных и скорректированных массивов данных станции можно судить и об основных региональных особенностях влияния тропосферы на интегральные оценки всего столба газовой оболочки планеты.

Облачность в видимой области спектра (как и некоторые другие аэрозоли) нейтральна. Производные водяного пара, капли воды, кристаллы льда или снега, т.е. водный аэрозоль, содержит, в основном, тропосфера. Частицы водяного аэрозоля весьма активны - служат центрами конденсации и накопления или растворения частиц аэрозолей. В дальнейшем эти аэрозоли с осадками выводятся из атмосферы. Активное участие водяного аэрозоля в процессах трансформации содержания других аэрозолей делает его одним из основных факторов формирования аэрозольного контента. Выведение его из оценок оптических характеристик, с коррекцией массивов измерений, ис-

кажет аэрозольную ситуацию. Аэрозольное наполнение среды без него оказывается заниженным, значительно беднее первичного, реального. Снижается, содержание грубой фракции, каковым является водный аэрозоль, при сохранении концентрации мелкодисперсного аэрозоля. Снижается величина аэрозольной толщи атмосферы, $AOD(\lambda)$, величина параметра Ангстрема повышается.

Перед годичным периодом наблюдений прибор калибруется. После регулярной пересылки результатов измерений в центр обработки в *NASA*, уже через несколько минут на сайте *AERONET* выставляются рассчитанные оптические характеристики, массив уровня - 1,0, «сырые данные». Затем выставляется новый массив, очищенный от влияния облаков массив – данные уровня 1,5. Здесь из массива исключаются измерения с влиянием облачности (эффект «экранирования» облаками), что, естественно, снижает количество измерений. Окончательный уровень коррекции 2,0 появляется после вторичной калибровки прибора, после годового периода наблюдений. В массиве учтены и тренды от старения элементов фотометра, как результат повторной калибровки в лаборатории *NASA*. Массивы оптических параметров уровня 2,0 допускаются для моделирования глобальных аэрозольных полей.

Основная цель настоящей работы – определение качественных особенностей регионального тропосферного влияния и их количественных оценок по первичным и скорректированным данным станции «Sevastopol».

Основная часть. В [3] исследованы изменения, которыми отличали первичные и скорректированные массивы оптических данных на станции «Sevastopol». В представляемой работе, как продолжение [3], это используется для оценок влияния тропосферных факторов, которые в период измерений могут появляться в связи с проявлением сопутствующих погодных условий, местными климатическими условиями. Прямое сопоставление оптических характеристик и ежедневных сводок сопутствующей погоды по данным ближайшей метеостанции часто оказыва-

лось некорректным. Возможно, это происходило из-за пространственного разнесения приборов – фотометра и метеостанции, различий в методиках измерений.

Отличны и размеры самих объектов исследования. Спектрометр интегрально оценивает свойства всего столба атмосферы – от поверхности, в месте его установки, до нескольких сотен километров высоты. Датчики метеостанции точно измеряют свойства атмосферы на небольшой высоте, не более нескольких метров над уровнем моря.

В пределах среднесуточных пространственно-временных масштабов определение связи между изменениями в массивах оптических характеристик атмосферы и сопутствующими оценками погодных условий неэффективно, показывают низкий уровень корреляции [2]. Выполнялись оценки таких связей в пределах синоптических образований, различных пространственных неоднородностей [2]. Ниже приведены некоторые региональные оценки связи оптических и метеорологических характеристик на годовых и межгодовых временных масштабах.

Основной целью стандартной коррекции является исключение влияние облачности. Это даёт возможности разделить интегральные величины и относительный вклад в величины $AOD(\lambda)$ влияния процессов тропосферного происхождения. Как видно из рис. 1, с ростом длины волн солнечной радиации в диапазоне измерений фотометра (340–1050 нм), величины $AOD(\lambda)$ быстро снижаются.

На рис. 1 приведены осреднённые на нашей станции по 2010 году спектральные характеристики $AOD(\lambda)$ (первичные и скорректированные) и соотношения спектральных оценок. От уровня к уровню величины $AOD(\lambda)$ уменьшаются по отношению к первичному массиву. Для других лет оценки, конечно, различаются по спектральным значениям, но сохраняется характер их изменений. В табл. 1 приведены числовые оценки спектральных величин $AOD(\lambda)$ по тому же году. Рисунки и таблица характеризуют вид и меру изменений первичного массива, произошедших в результате

применения процедуры стандартной коррекции.

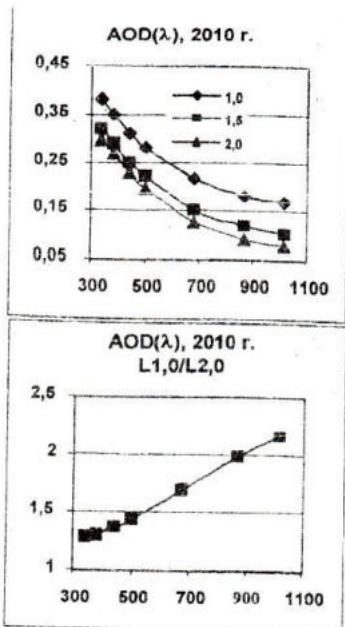


Рис. 1. Осреднённые спектральные $AOD(\lambda)$ и отношения величин первичных $AOD(\lambda)$ к корректированным $L 1.0/L 2.0$

Для анализа связи оптических данных с метеопараметрами мы использовали климатические оценки Севастопольского гидрометеоцентра. (Email: pogoda@bios.iuf.net, <http://www.sevgmb.iuf.net/condit.htm>).

Таблица 1

AOD(λ), 2010 г.			
λnm	L1,0	L2,0	L1,0/L2,0
1020	0,167	0,077	2,17
870	0,181	0,091	1,98
675	0,214	0,127	1,68
500	0,28	0,195	1,43
440	0,31	0,226	1,37
380	0,35	0,269	1,3
340	0,382	0,297	1,28

Климатические ежемесячные осредненные региональных гидрометеорологических характеристик обнаруживают особенности сезонного и годового хода. В данных спектрофотометра на нашей станции (1-2 км от метеостанции) имеются особенности на тех же временных масштабах. Положение всех измерителей фиксировано. Это позволяет предполагать, что в тех и других данных могут

проявляться регионально общая изменчивость состояния среды, под влиянием одних и тех же атмосферных процессов.

Ниже рассматриваются статистические распределения основных оптических характеристик станции «Sevastopol» и Севастопольской метеостанции.

На двух верхних панелях рис. 2 представлены годовые распределения оптических интегральных оценок: параметра Ангстрема и влагосодержания столба атмосферы, по ежемесячно осредненным оптическим данным уровня коррекции 2,0 и 1.5, соответственно, для всего периода наблюдений. Под ними помещены климатические графики региональных метеорологических характеристик, с тем же ежемесячным осреднением, имеющие подобные верхним графикам особенности годового хода. Из двух левых графиков следует, что вариации относительной влажности воздушных масс в точке у поверхности находятся в противофазе, но довольно точно, отражаются в переменах годового хода параметра Ангстрема. Таким образом, влияние содержания водного аэрозоля у поверхности читается в интегральной оптической характеристике атмосферы, несмотря на коррекцию последних.

Другой характер годового хода свойств показывают два правых графика рис. 2. Они достаточно точно совпадают по срокам и направлению изменений. Это не относительные, а количественные физические характеристики. Метеорологическая энергетическая характеристика – дневная температура воздуха, в точке у поверхности и следующая за ней – количественная оптическая оценка влагосодержания (мера поглощения солнечного излучения водным аэрозолем) для всего атмосферного столба.

В исследуемых масштабах обе пары физических определений демонстрируют существование тесных связей между состоянием среды (водных аэрозолей) у поверхности, в тропосферном слое и интегральным свойством всей толщи атмосферы. Напомним, что в анализе использованы не «сырые», а корректированные оптические определения уровня 2,0 и 1.5, где водный аэрозоль «экранировался» коррекцией.

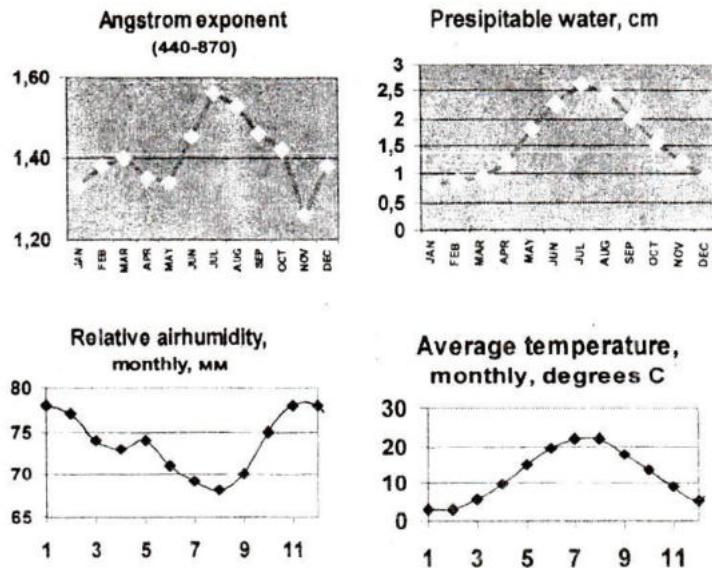


Рис. 2. Осредненные для годового периода ежемесячные оптические характеристики и климатические метеорологические параметры

Выводы. По оценкам «сырых» и корректированных массивов данных может определяться относительная величина и характер воздействия тропосферных процессов на интегральные оптические характеристики атмосферы.

Исследованные особенности годового хода и сезонной изменчивости значений интегральных оптических параметров атмосферы обнаруживаются и в распределениях региональных климатических метеорологических параметров, характеризующих воздушные массы у поверхности. Полностью исключить воздействие водного аэрозоля тропосферы из некоторых основных интегральных оптических характеристик атмосферы, полученных по данным фотометра наземного базирования, путём применения стандартной коррекции, не удается.

Интерпретация информационного блока солнечных спектрофотометров наземного базирования станет более обоснованной, если в месте наблюдения будет регистрироваться сопутствующая метеорологическая ситуация. Она должна содержать сведения по сопутствующей наблюдениям относительной влажности и температуре воздуха, направления и скорости ветров, структуры облачности.

Автор выражает свою искреннюю признательность руководителю программы AERONET доктору В. Н. Holben и его исследовательской группе за их долговременную поддержку исследований аэрозоля над Чёрным морем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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 – Р. 339 – 344
2. Белов В.В., Белобородов В.Е., Кабанов Д.М., Огреб С.М., Пискунов К.Т., Сакерин С.М., Тарасенков М.В. О возможности прогноза аэрозольной оптической толщины атмосферы по данным измерений радиометра Cimel-318. //Оптика атмосферы и океана, 25, №1, 2012, – С. 80–85.
3. Прохоренко Ю.А., Калинская Д.В.. Особенности использования базы данных «АЭРОНЕТ» по аэрозольной оптической толщине атмосферы. МГИ НАНУ // Системы контроля окружающей среды // Сб. науч. трудов, НАН Украины. – Севастополь. 2012. Вып. 18. С. 102–105.