

Ю.А.Мальченко*, С.А.Боброва*,
В.В.Таранов**, А.С.Кузнецов***

**Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института, г.Севастополь*

***Институт коллоидной химии и химии воды им.Думанского НАН Украины, г.Киев*

****Экспериментальное отделение
Морского гидрофизического института НАН Украины, пос.Кацивели*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АВТОНОМНЫЙ МОНИТОРИНГ РАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРОЗОЛЕЙ В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ КРЫМА

Представлены результаты мониторинга размерного спектра аэрозолей в диапазоне ~1 – 120 мкм, проведенного в 2010 – 2013 гг. в г. Севастополе и на платформе ЭО МГИ. Наблюдения выполнялись в автономном режиме с использованием измерителя ИДЛ-1, разработанного в Институте коллоидной химии и химии воды. Анализ данных о размерах частиц, полученных в 2010 – 2011 гг., показал, что в воздухе прибрежных районов присутствуют аэрозоли как морского, так и терригенного происхождения. Состав аэрозолей зависит от места происхождения воздушных масс. Данные непрерывного мониторинга, проведенного в 2013 г., позволили экспериментально выявить случаи переноса аэрозолей терригенного происхождения на значительные расстояния, порядка нескольких тысяч километров.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *аэрозоль, дисперсность, трансграничный перенос, гранулометрический состав.*

Наряду с газовыми компонентами земная атмосфера содержит огромное количество аэрозолей, которые во многих процессах могут вести себя как газы. Но, вместе с тем, для аэрозолей характерно проявление и других свойств, не типичных для газовых компонентов, одним из которых является участие в процессах коагуляции и диспергирования. Эти два противоположно направленных процесса во многом определяют концентрацию аэрозолей в воздухе и, что намного важнее, размерный спектр частиц. Наблюдение этих процессов в динамике особенно важно для оперативного информирования населения о неблагоприятных условиях пребывания на улице, особенно для детей и лиц, страдающих легочными заболеваниями. Тем не менее, измерение концентрации аэрозолей в режиме реального времени долгое время было практически невыполнимой задачей.

Появившиеся в последнее время современные приборы, использующие различные физические принципы, позволяют решать вопросы мониторинга содержания аэрозолей в воздухе и их размерных характеристиках, на основе чего возможно оперативное принятие решения и предупреждения населения о потенциальной опасности. Отчасти эти задачи может решать развернутая сеть солнечных фотометров *AERONET* [1,2], позволяющая измерить поток прямого и отраженного солнечного излучения, связанный с концентрацией аэрозолей в атмосфере. Однако зависимость получаемой информации от времени суток и погодных условий, а также сравнительно низкая дискретность

измерений, делает актинометрические наблюдения малопригодными для решения оперативных задач. Также получаемая информация не может быть отнесена к определенной области атмосферного столба и, следовательно, не пригодна для нужд оперативного информирования населения.

Приборы и методы. Для выполнения измерения нами был использован разработанный в ИКХХВ аналитический блок ИДЛ-1, технические характеристики которого позволяют получать информацию о содержании аэрозолей в диапазоне 1 – 120 мкм [3]. Измеряемыми параметрами данного комплекса являются объемная и счетная концентрация, а также процентное содержание аэрозолей в 16 размерных группах, границы которых могут быть изменены при проведении калибровки прибора.

Наблюдения выполнялись с марта 2010 г. в здании МО УкрНИГМИ и на платформе ЭО МГИ (пос.Кацивели). Измерения, выполненные в период 2010 – 2012 гг., не были непрерывными и осуществлялись преимущественно в дневное время. Начиная с марта 2013 г., на крыше здания МО УкрНИГМИ постоянно действует пункт мониторинга размерного состава аэрозолей с автоматической передачей данных по *FTP*-протоколу на удаленный сервер. Метеорологические параметры с дискретностью 5 – 10 мин считывались с автоматической метеостанции, расположенной в центре г.Севастополя на расстоянии ~ 800 м от пункта наблюдения в МО УкрНИГМИ.

Результаты и обсуждение. На рис.1 представлены результаты круглосуточных наблюдений на платформе ЭО МГИ, из данных которого видно, что объемная и счетная концентрация аэрозолей не остаются постоянными даже в сравнительно небольшом временном диапазоне. Всплески показателей регулярно отмечались в одно и то же время и, вероятно, были связаны с трансформацией размерного спектра аэрозолей и их поступлением с морской поверхности. Также наблюдается связь показателей с температурой и влажностью воздуха, характер которой зависит от размера частиц. Устойчивая и значимая связь с метеопараметрами наблюдается для аэрозолей размерных групп 7 – 30 мкм. Насыщение приземной атмосферы в г.Севастополе

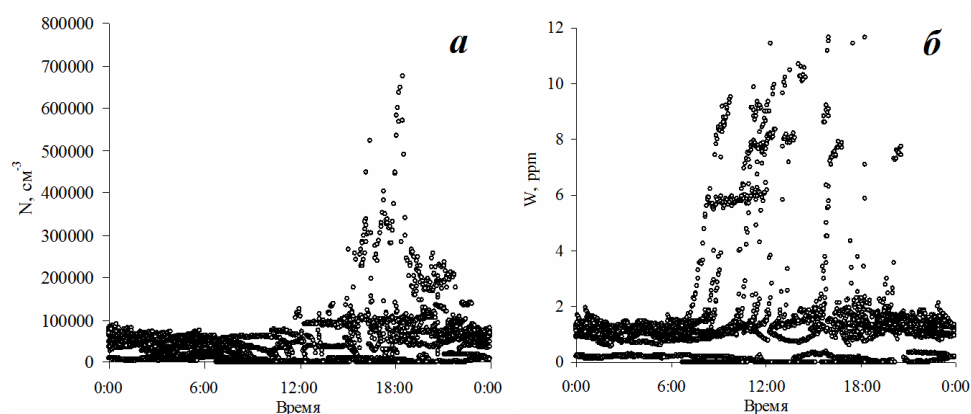


Рис.1. Суточный ход счетной и объемной концентрации аэрозолей на морской платформе ЭО МГИ в июле 2010 г.



Р и с . 2 . График изменения температуры воздуха и среднего диаметра аэрозолей при прохождении средиземноморского циклона 15 марта 2013 г.

аэрозолями диаметром 6 – 7 мкм особенно интенсивно протекает при северо-западном и юго-восточном направлении ветра, что косвенно подтверждает «морское» происхождение аэрозолей этой размерной группы.

При проведении мониторинга весной 2013 г. нами был изучен размерный спектр аэрозолей, выпавших при прохождении средиземноморского циклона 15 марта 2013 г. над Крымским п-овом, и связанное с ним выпадение не только дождевых осадков, но и мелкодисперсных терригенных материалов, захваченных с территории северной Африки и восточной Европы [4]. Динамика величины среднего размера аэрозолей в воздухе г.Севастополя при прохождении циклона и связанное с этим изменение температуры воздуха представлены на рис.2. Видно, что прохождение фронта циклона, сопровождалось ростом температуры и усилением скорости ветра, а также увеличением содержания грубодисперсных аэрозолей в воздухе, наблюдавшееся большую часть дня и вечером 14 марта. Минимум атмосферного давления наблюдался в 2:30 GMT 15 марта, а средний диаметр аэрозолей в этот период снизился до 1,3 мкм. Несмотря на схожие метеоусловия, в тыльной части циклона выпадение аэрозолей не наблюдалось.

В дальнейшем непрерывный мониторинг размерного состава аэрозолей позволил выявить наличие определенной периодичности появления крупных частиц в воздухе г.Севастополя. Как видно из данных рис.3, появление крупных аэрозолей в воздухе, сопровождаемое увеличением среднего диаметра частиц и снижением величины счетной концентрации, имеет суточный период повторяемости. Однако вполне вероятно наличие и долгопериодических возмущений, выявление которых станет возможным при накоплении более продолжительного ряда наблюдений.

Из данных рис.3 совершенно очевидно следует также и наличие связи размерного состава аэрозолей с температурой воздуха. Фрагмент диаграммы за 17 – 23 марта 2013 г., охватывающий широкий температурный диапазон, представлен на рис.4. Видно, что рост температуры происходит синхронно с изменением размерного спектра аэрозолей, причем, сила связи зависит не только от амплитуды, но и от продолжительности воздействия. Этот

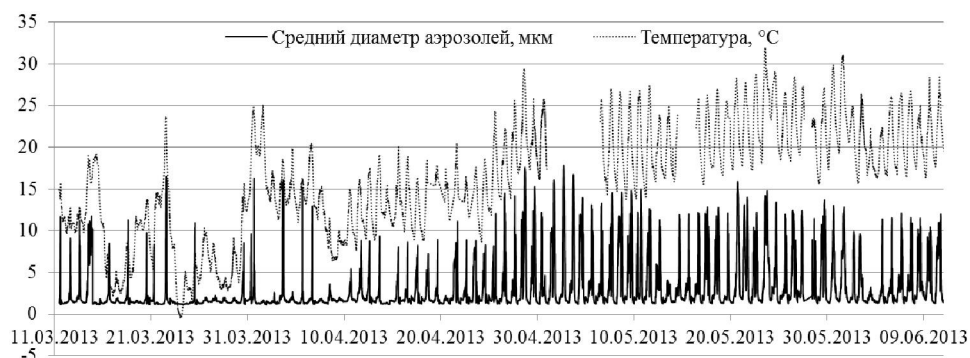


Рис. 3. График изменения величины среднего диаметра аэрозолей и температуры воздуха в период 11 марта – 11 июня 2013 г.



Рис. 4. График изменения величины среднего диаметра аэрозолей и температуры воздуха в период 17 – 24 марта 2013 г.

эффект связан с рассеянием прямого и отраженного излучения на аэрозольных частицах и, соответственно, в зависимости от оптических свойств аэрозолей и их размера, может приводить к нагреву или охлаждению атмосферы. Таким образом, результаты непрерывного мониторинга размерного спектра аэрозолей могут быть использованы в модели глобальных климатических изменений.

Выводы. Результаты экспериментального мониторинга размерного состава аэрозолей показали осуществимость этой задачи. Актуальность проведенной работы подтверждается наблюдающимся случаем трансграничного переноса аэрозолей с неизвестными свойствами. Содержание аэрозолей в приземной атмосфере городов, наряду с метеорологическими показателями, должно непрерывно контролироваться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасова Т.А., Горчакова И.А., Свириденков М.А., Аникин П.П., Ромашова Е.В. Оценка радиационного форсинга дымового аэрозоля по данным радиационных измерений на Звенигородской научной станции ИФА РАН летом 2002 года // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2004. – т.40, № 4. – С.514-524.
2. Домнич М.Н., Шибанов Е.Б. Исследование атмосферного аэрозоля в прибрежной зоне Черного моря по результатам наземных измерений 1989 – 1990 гг. и 2006 – 2007 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и

комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– вып.17.– С.298-302.

3. Чичаева М.А. Физико-химические характеристики аэрозолей приподного слоя атмосферы: Автореф. дис... канд.. физ.-мат.. наук. – Москва, 2010 - 24 с.
4. Рябов М. В Севастополе прошел песочный дождь. // Севастопольская газета.– 2013. <http://gazeta.sebastopol.ua/2013/03/15/v-sevastopole-proshel-pesochnyj-dozhd/>

Материал поступил в редакцию 06.07.2013 г.

АНОТАЦІЯ Представлені результати моніторингу розмірного спектру аерозолів у діапазоні $\sim 1 - 120$ мкм, проведеного в 2010 – 2013 рр. у м.Севастополі та на платформі ЕВ МГІ. Спостереження виконувалися в автономному режимі з використанням вимірювача ІДЛ-1, розробленого в Інституті колоїдної хімії та хімії води. Аналіз даних про розміри частинок, отриманих у 2010 – 2011 рр.. показав, що в повітрі прибережних районів присутні аерозолі як морського, так і терригенного походження. Склад аерозолів залежить від місця походження повітряних мас. Дані безперервного моніторингу, проведеного в 2013 р., дозволили експериментально виявити випадки перенесення аерозолів терригенного походження на значні відстані, порядку декількох тисяч кілометрів.

ABSTRACT The results of the monitoring of the size spectrum of aerosols in the range of $\sim 1 - 120$ microns, conducted in 2010 - 2013. in Sevastopol and on the platform of EO MHI. The observations were made in the offline mode using the meter IDL-1, developed at the Institute of Colloid and Water Chemistry. Analysis of data on the size of the particles obtained in 2010 - 2011 years showed that the air of coastal areas as marine aerosols are present, and terrigenous origin. The composition of aerosols depends on the place of origin of air masses. These continuous monitoring conducted in 2013, allowed experimentally detect cases of aerosol transport terrigenous origin for long distances on the order of several thousand kilometers.