

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Абдуллаева С. Ф. «Комплексные исследования пылевых и газовых примесей в аридных зонах и их влияние на региональный климатический режим юго-восточной части Центральной Азии», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 — метеорология, климатология и агрометеорология.

Целью диссертации С.Ф. Абдуллаева «Комплексные исследования пылевых и газовых примесей в аридных зонах и их влияние на региональный климатический режим юго-восточной части Центральной Азии» является комплексное экспериментальное исследование оптических, микрофизических, химических и радиационных характеристик пылевого аэрозоля, образующегося в результате пылевых бурь (пылевой мглы) в условиях аридной зоны юго-восточной части Центральной Азии, их температурных эффектов, а также изучение антропогенных факторов, включая парниковые газы, влияющих на изменение климата и условия возникновения пылевых бурь в аридной зоне.

Актуальность темы диссертации обусловлена тем, что пылевые бури и пыльная мгла, а шире - атмосферный аэрозоль, играют существенную роль в формировании и изменении климата, как в региональном, так и, возможно, в глобальном масштабе. В зависимости от концентрации пыли, ее распределения по высоте, времени суток и длительности пребывания пыли в атмосфере она может оказывать различное влияние на температуру воздуха и земной поверхности. Для частиц размерами порядка микрона и меньше, которые определяют непрозрачность при пыльных бурях (пылевой мгле), видимое излучение поглощается сильнее, чем тепловое. Поэтому днем вероятно снижение температуры земной поверхности при запылении атмосферы, а ночью – некоторое потепление по сравнению с нормальными условиями, так как тепловое излучение поверхности будет частично поглощаться запыленной атмосферой. Пыль может увеличить и альбедо системы атмосфера – подстилающая поверхность.

Актуальность исследований роли атмосферного аэрозоля в формировании температурного режима приземного слоя атмосферы обусловлена также тем обстоятельством, что в последние годы по инициативе академика РАН Ю.А. Израэля был предложен небесспорный метод предотвращения дальнейшего потепления климата Земли путем искусственного увеличения концентрации аэрозоля в нижних слоях атмосферы.

Научная и практическая значимость выносимых на защиту результатов диссертационной работы С.Ф. Абдуллаева состоит в том, что полученные диссертантом на основе обширного оригинального экспериментального материала соотношения оптических толщин пылевого аэрозоля и его оптических характеристик в видимом и ИК

диапазонах спектра могут быть использованы для теоретических оценок влияния пылевого аэрозоля на температурный режим приземного слоя воздуха в период пылевой мглы; для оценки загрязнения водных сред вследствие пылевых бурь; при теоретических расчетах влияния пылевого аэрозоля на радиационный режим и климат аридной зоны.

Созданная в ходе подготовки диссертационной работы база данных безусловно найдет применение при моделировании радиационного режима атмосферы аридной зоны и валидации его результатов, в определении количественных и качественных характеристик аэрозольной компоненты атмосферы; для оценки степени загрязнения воздушного бассейна г. Душанбе, а также для коррекции данных спутниковых наблюдений аэрозольной составляющей атмосферы.

Структурно диссертационная работа С.Ф. Абдуллаева состоит из введения, в котором приведен краткий обзор развития исследований по проблеме взаимодействия атмосферы и океана, сформулированы цель, задачи и методы исследования, шести глав и заключения.

В первой главе приведен краткий аннотированный обзор основных методов и результатов исследований атмосферного аэрозоля и парниковых газов, подробно описанных в последующих главах диссертации в приложении к району работ автора диссертации (Таджикистан). В данной главе, в частности, приведена классификация пылевых бурь, аэросиноптические причины их образования в Центральной Азии, некоторые статистические характеристики повторяемости пылевых бурь и пыльной мглы в исследуемом районе и их возможного воздействия на климат и экологическое состояние региона. В этой связи представляет интерес приведенные на рис.1.1 статистические характеристики повторяемости пылевых бурь и пылевой мглы в разных районах Таджикистана в последнее десятилетие.

В остальных параграфах первой главы кратко описаны методы и результаты исследований атмосферного аэрозоля, включая сажевый аэрозоль, а также парниковых газов (углекислый газ и озон) в различных регионах Земного шара, в том числе в период проведенного в 1989 году на территории Таджикистана при участии автора диссертации комплексного советско-американского эксперимента по изучению формирования пылевого облака, химических, микрофизических и оптических свойств пылевого аэрозоля и его влияния на локальные метеорологические условия и климат.

Вторая глава целиком посвящена описанию созданного при непосредственном участии диссертанта в лаборатории физики атмосферы Физико-технического института им. С.У. Умарова Академии наук Республики Таджикистан комплекса аппаратуры для исследования оптических и микрофизических характеристик пылевого аэрозоля,

включающего оптическую систему на базе спектрофотометров работающих в УФ, видимой и ИК областях спектра, аппаратуру для измерения массовой концентрации аэрозоля, фотоэлектрического аэрозольного нефелометра (ФАН), аэрозольного счетчика частиц, многокаскадного импактора, стандартного актинометрического комплекса, лазерного флуориметра, фотоакустического спектрометра и, начиная с 2010 года, солнечного фотометра Cimel CE-318. Не перечисляя всех особенностей созданного уникального измерительного комплекса, подробно описанного в данной главе, следует отметить созданную при участие диссертанта аэрозольную камеру и, особенно, многокаскадный импактор для исследования аэрозолей, основанный на предложенном автором и подробно изложенном в диссертации методе расчета координат отверстий импактора, позволяющем обеспечить равномерность осаждения проб, необходимое для получения однородного по толщине слоя осадков на фильтре.

В целом изложенное в данной главе характеризует диссертанта как высоко квалифицированного специалиста в области контактных и дистанционных методов исследований атмосферного и осажденного на подстилающую поверхность земли аэрозоля, включая его изотопный состав, и позволяет с высокой степенью доверия относиться к полученным им экспериментальным данным.

Третья глава диссертации посвящена исследованию оптических и микрофизических характеристик пылевого аэрозоля в атмосфере с использованием различных методов наблюдений: в аэрозольной камере (подраздел 3.1), путем стандартных актинометрических наблюдений (подраздел 3.2), методом отбора проб на фильтра при принудительной аспирации (подраздел 3.3.1), с помощью фотоэлектрического аэрозольного счетчика с 15-канальным анализатором размеров аэрозольных частиц, аэрозольным счетчиком частиц АЗ-6 (ПК.ГТА-0.3-002) и измерителем сажевого аэрозоля - аэталометром (подраздел 3.3.2), счетчик ом ядер конденсации Рича с камерой Вильсона (3.3.4).

Не перечисляя всех результатов исследований, в ходе которых были получены фундаментальные новые данные об оптических характеристиках аэрозоля в различных спектральных диапазонах, можно отметить два вывода, которые важны с точки зрения изучения климата Земли. Это выявленные в ходе работы близость соотношения $K = \tau_a(0.55) / \tau_a(10.2)$ при выносе пыли как из Сахары, так и из пустынь юга Средней Азии и оценки вклада аэрозоля в суммарную величину оптической толщи τ , составляющего в среднем за весь периоду наблюдений 68%, а для периодов пылевых бурь - 70-84%.

Представляет интерес предложенный в подразделе 3.1.1, посвященном описанию пространственно – временной изменчивости массовой концентрации атмосферного

аэрозоля, оригинальный механизм формирования неоднородного распределения аэрозоля по высоте, базирующийся на аналогии описанию формирования тонкой термохалинной структуры океана. Основой предложенного механизма является предположение о том, что в условиях запылённой атмосферы происходят одновременно два диффузионных процесса - движение частиц в сторону пониженной концентрации и диффузия нагретого воздуха с содержащимися частицами в сторону более холодных слоев атмосферы. При этом полагается, что коэффициент диффузии тепла много больше коэффициента диффузии частиц, что и определяет возможность проявления эффекта двойной диффузии, и, как следствие, появление тонкой структуры распределения концентрации аэрозоля по высоте. К сожалению, отсутствие каких – либо оценок коэффициентов диффузии, равно как и математического описания процесса формирования тонкой структуры распределения аэрозоля, позволяет оценить предложенный механизм как оригинальную гипотезу.

Существенный интерес представляют результаты приведенного в подразделах 3.4 и 3.5 анализа роли аэрозолей в формировании температурного режима приземного слоя атмосферы, убедительно показавшие, что в запыленной атмосфере днем происходит понижение температуры земной поверхности, а ночью - некоторое ее повышение по сравнению с нормальными условиями. При этом показано, что по абсолютным значениям дневное охлаждение воздуха больше, чем его ночное потепление. На основе анализа температурных эффектов пылевых бурь и пылевой мглы за период 1989-2012 г.г. для пяти станций, расположенных по пути распространения пылевых бурь, было получено, что в 41% случаев пылевой аэрозоль усиливает парниковый эффект, а в 59% случаев, наоборот, его ослабляет.

В заключительном подразделе третьей главы приведены носящие фундаментальный характер данные об элементном и химическом составе атмосферного аэрозоля, описывающие динамику распределения тяжелых металлов и радиоактивных изотопов в образцах почвы и пылевом аэрозоле юго-восточной части аридной зоны исследуемого региона. Результаты анализа элементного состава проб пылевой мглы свидетельствуют о десятикратном повышении содержания радиоактивных изотопов по сравнению с пробами почвы районов, расположенных по пути распространения пылевой мглы по территории Таджикистана, что является доказательством ее обогащения изотопами из сопредельных государств (Китай, Пакистан, Афганистан и др.), в частности - изотопом калия К-40. Повышение концентрации изотопа К-40 свидетельствует о повышении уровня содержания урана и тория в исследованных пробах, концентрация которых колеблется от 330 Бк/кг для проб почвы до 2300 Бк/кг для проб пылевой мглы.

В четвертой главе приведено описание результатов исследования проб пылевого аэрозоля и образцов почвы методами молекулярной, фотоакустической и лазерной спектроскопии. Одним из важных результатов данной главы можно считать обоснование предложения о создании банка данных ИК – спектров вероятных местностей образования пылевых бурь (ПБ) и пылевой мглы (ПМ). Их сравнительный анализ со спектрами ПБ (ПМ) позволит оперативно и с минимальными затратами определить район образования ПБ (ПМ) и, соответственно, оценить уровень экологической опасности для населения.

В этой же связи важным результатом экспериментальных исследований являются обнаруженные методом лазерной флуориметрии флуоресцирующие органические соединения в пылевом аэрозоле и в пробах почв, собранных по пути распространения пылевых бурь. В разделе 4.3 приведены спектры флуоресценции проб и временной ход изменения флуоресценции при процессе растворения аэрозоля. Полученные результаты показывают, что метод лазерной флуориметрии позволяет проводить экспресс-анализ загрязнения водных сред в период ПБ (ПМ) и идентифицировать наиболее вероятный по географии источник пылевой бури из нескольких возможных при наличии проб почв по пути распространения пылевой мглы.

В пятой главе приведены результаты исследований атмосферного аэрозоля с помощью созданного диссертантом аппаратного комплекса системы AERONET, позволяющего проводить измерения спектральной аэрозольной оптической толщи атмосферы на 7 длинах волн в УФ, видимой и ближней ИК областях спектра, яркости неба в альмукантарате и в плоскости солнечной вертикали на 4-х длинах волн и общего содержания водяного пара в атмосфере. Важно отметить, что регулярные ежедневные измерения оптических и микрофизических характеристик атмосферного аэрозоля, выполненные указанным комплексом, в масштабе реального времени публикуются на сайте НАСА: <http://aeronet.gsfc.nasa.gov>

В шестой главе, стоящей несколько в стороне от основной темы диссертации, содержится анализ полученной диссертантом информации о пространственно – временной изменчивости концентрации углекислого газа и озона в приземном слое атмосферы аридной и высокогорной зон. При всей важности приведенных в ней данных по оценке экологического состояния природной среды региона, показавших, в частности, периодическое превышение предельно допустимых концентраций озона на территории г. Душанбе, в этой главе содержится весьма спорное утверждение автора о том, что «CO₂ является антипарниковым газом», и что «мнение ряда экспертов о том, что главный причиной потепления климата является повышение концентрации CO₂ не обосновано». Базирующееся на простых корреляциях между концентрацией углекислого газа и

температурой воздуха в приземном слое атмосферы, это заключение противоречит как выводам теории переноса излучения в поглощающей среде, так и утверждению самого автора в первом абзаце параграфа 6.1. Причиной относительно высокой наблюдаемой корреляции, как это часто бывает в метеорологии, может быть определяющая роль некоего третьего компонента, например, более интенсивное поглощение приземного CO₂ растительностью при более высокой температуре воздуха.

В диссертации имеется ряд недостатков редакционного характера. Например, в подрисуночных подписях рис.3.7, 3.8 не указано, для каких длин волн построена та или иная кривая. Кроме этого можно отметить недостатки стилистического характера, например, на стр.31,114,203 и в списке литературы.

Несмотря на сделанные выше замечания, особенно по шестой главе, в целом диссертация отличается обоснованным и логичным изложением, хорошо иллюстрирована рисунками, таблицами и, в основном, легко читается. Апробация работы была выполнена в ходе многочисленных докладов на семинарах, заседаниях Ученых советов, на международных конференциях и других научных мероприятиях, а также путем многочисленных публикаций в реферируемых журналах. В диссертации рассмотрены практически все наиболее важные оптические, микрофизические, химические и радиационные характеристики пылевого аэрозоля, образующегося в результате пылевых бурь (пылевой мглы) в условиях аридной зоны юго-восточной части Центральной Азии. Их температурных эффектов, влияние на климат. По каждому из направлений получены результаты, имеющие новый и, во много, принципиальный характер.

Основные положения работы подробно изложены и проиллюстрированы в автореферате диссертации.

Таким образом, диссертационную работу Абдуллаева Сабура Фузайловича «Комплексные исследования пылевых и газовых примесей в аридных зонах и их влияние на региональный климатический режим юго-восточной части Центральной Азии» следует считать законченным трудом, имеющим несомненную научную и практическую значимость в решении проблем атмосферной оптики и экологии. Диссертантом решена крупная научная задача комплексного исследования пылевых и газовых примесей в аридных зонах и их влияния на климатический режим, имеющая важное хозяйственное значение. Совокупность полученных им результатов можно квалифицировать как крупное научное достижение в области физики атмосферы, метеорологии, климатологии и агрометеорологии.

Диссертационная работа Абдуллаева Сабура Фузайловича соответствует пунктам 1, 8, 12 паспорта специальности 25.00.30 — метеорология, климатология и

