

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Абдуллаева С. Ф. на тему «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.

Диссертация С.Ф. Абдуллаева подводит итоги его большой и плодотворной работы, проводимой на протяжении двух десятилетий, включает результаты 93 публикаций за период с 1995 по 2014 гг.

В диссертации можно выделить два главных направления исследований. К одному относятся разработка и создание комплексной экспериментальной установки для исследования оптических и микрофизических параметров атмосферного аэрозоля, к другому — исследование оптических и микрофизических характеристик пылевого аэрозоля в полевых и лабораторных условиях, его влияния на радиационные характеристики атмосферы, атмосферные и климатические процессы.

В первой части диссертации рассматриваются пространственно-временные изменения пылевых бурь (пылевой мглы) (ПБ (ПМ)) в юго-восточной части Центральной Азии (ЦА). Сущность и значимость этих работ, прежде всего, определяется тем, что в основу исследования положены материалы наблюдений за характеристиками аэрозолей за длительный период времени. Они базируются на результатах трудоемкого получения и обработки обширного материала массива данных измерений температурных эффектов ПБ (ПМ) (1989-2013 гг.), оптических и микрофизических характеристик аэрозоля по программе АЭРОНЕТ (2010-2013 гг.). Выполненные исследования, в определенной мере, подтверждают и детализируют некоторые выводы, сделанные ранее по данным наблюдений с земли и отдельным зарубежным спутникам.

К значительным достижениям работы следует отнести разработку аппаратного комплекса, с помощью которого проводились исследования оптических и микрофизических характеристик пылевого аэрозоля, разработку методики проведения и реализацию экспериментов.

Во второй части диссертации рассматриваются результаты исследований проб пылевого аэрозоля, влияния ПБ (ПМ) на температурный режим приземного слоя воздуха и почвы по пути распространения пыльной

мглы (по данным пяти наземных станций). Проведены исследования оптических и микрофизических характеристик аэрозоля, полученных по системе AERONET в г. Душанбе: аэрозольная оптическая толщина, параметр Ангстрема, интегральное содержание водяного пара в атмосферном столбе, функции распределения аэрозольных частиц по размерам, комплексный показатель преломления вещества аэрозольных частиц, альbedo однократного рассеяния. Проведена оценка влияния антропогенных факторов (вариации концентрации углекислого газа, приземного озона и водяного пара в атмосфере; изменения альbedo поверхности и радиационных характеристик атмосферы) на изменение климата юго-восточной части Центральной Азии.

Научная новизна и практическая ценность результатов диссертации.

Отмечая научную новизну и практическую ценность выполненной работы, прежде всего, следует отметить ее комплексный, законченный характер: автор принимал самое активное участие в разработке экспериментальной установки, методики измерений, формировании базы и банка данных, статистической обработке данных, моделировании, установлении зависимостей и их обсуждении.

В соответствие с содержанием диссертации к ее результатам можно отнести следующие положения:

1. Создание универсального комплекса аппаратуры и разработка методики для исследования структуры и свойств аэрозольной компоненты атмосферы, с помощью которых решены прикладные и фундаментальные задачи по влиянию естественных и антропогенных факторов на радиационный режим и региональный климат юго-восточной части Центральной Азии.

Для исследования аэрозольной компоненты атмосферы использованы методы ИК - и фотоакустической спектроскопии, лазерной флуориметрии, метод диффузного отражения, элементный и изотопный анализ, а также данные сети АЭРОНЕТ г. Душанбе.

Представленный экспериментальный материал базируется на данных:

а) по анализу температурных эффектов пылевой мглы и пылевых бурь (1989-2013 гг.)

б) по исследованию оптических и микрофизических характеристик аэрозоля по программе АЭРОНЕТ (2010-2013 гг.)

2. Установление соотношения оптических толщин в видимой и ИК - области спектра для пылевого аэрозоля при моделировании пылевой мглы в аэрозольной камере составляет $\tau_{0.5\text{ мкм}}/\tau_{10.2\text{ мкм}}=1.4-3.2$. Это свидетельствует о

том, что оптические свойства пылевой мглы в видимой и ИК - области спектра формируют крупные по размеру в несколько микрон частицы. Соотношение оптических толщин для пылевой мглы на порядок меньше, чем для дымового аэрозоля.

3. По данным микрофизических измерений установлено, что в период пылевой бури массовая концентрация пылевого аэрозоля достигает $6-7 \text{ мг/м}^3$, что в 30-50 раз больше, чем для относительно чистой атмосферы. Функции распределения аэрозоля оказались бимодальными с максимумами, соответствующими частицам, с диаметром $d \approx 1 \text{ мкм}$ и $d \approx 3 \text{ мкм}$.

4. Исследования ИК - спектров проб аэрозолей и почв (80 проб) свидетельствуют о почвенном происхождении пылевого аэрозоля. Сравнительный анализ ИК - спектров почв и ПБ (ПМ) в диапазоне частот $400 - 4000 \text{ см}^{-1}$ позволяют оперативно определить источник образования ПБ (ПМ).

5. Определение методом Крамерса – Кронига на основе измеренных спектров отражения $R(\nu)$ образцов пылевого аэрозоля с учетом “привязки” значений показателя преломления в видимой области спектров $n(\nu)$ и $k(\nu)$ в области достаточно интенсивных инфракрасных максимумов полос поглощения. Определены соотношения экстинкции $\varepsilon/\varepsilon_{0.5}$ и альбеда однократного рассеяния для среднего эффективного радиуса частиц $r_{\text{эфф}}$ по теории Ми.

6. Установлено методом лазерной флуориметрии наличие флуоресцирующих органических веществ в пробах почв и пыльной мглы и выявлен временной ход изменения флуоресценции при изучении динамики процесса растворения аэрозоля. Проведен экспресс-анализ загрязнения водных сред вследствие ПБ (ПМ), позволяющий идентифицировать наиболее вероятные зоны образования источника ПБ (ПМ), а также оценить содержание органической компоненты аэрозоля.

7. Установлено методами фотоакустической спектроскопии и диффузного отражения в ультрафиолетовой и видимой области спектра увеличение поглощения аэрозолем происходит в коротковолновой области спектра. В области $0.5-0.6 \text{ мкм}$ наблюдается ряд диффузных полос в виде устойчиво воспроизводимого максимума, а в области $0.2-0.4 \text{ мкм}$ наблюдается структурная полоса с заметным максимумом экстинкции в области 0.22 мкм . Сопоставление полученных результатов с результатами работ по марсианской пыли свидетельствует о некотором их сходстве: заметный максимум экстинкции в области 0.22 мкм ; множество узких полос (диффузные полосы) в видимой области спектра; полосы поглощения при 3 , 7 и 9.6 мкм ; наличие температурных эффектов, приводящих к охлаждению приземного слоя планет в период пылевых бурь; элементный, изотопный и минералогический состав. Методом диффузного отражения в видимой области спектра получены спектр альбеда подстилающей поверхности, удельная поглощательная способность и альбеда однократного рассеяния для аэрозольного слоя.

8. Результаты анализа элементного состава проб пыльной мглы свидетельствуют о десятикратном повышении содержания радиоактивных изотопов по сравнению с пробами почвы районов, расположенных по пути распространения пыльной мглы, что является доказательством обогащения пыльной мглы 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 пыльной мглы. Из 80- исследованных проб в пяти обнаружен Cs-137 (от 6-12 Бк/кг), только в двух пробах - изотоп Вe-7 (3056 Бк/кг и 3645 Бк/кг), в двух других – изотопы Ra-226 (77.333 Бк/кг) и Th-234 (32.890 Бк/кг).

9. Проведен анализ температурных эффектов ПБ (ПМ) за период 1989-2012гг. Полученные результаты температурных эффектов пылевого аэрозоля для пяти станций, расположенных по пути распространения пылевых бурь, свидетельствуют о том, что в 41% случае пылевой аэрозоль усиливает парниковый эффект, а в 59% случаев, наоборот, его ослабляет.

10. Определены статистические характеристики АОТ и параметр Ангстрема, характеризующие её спектральную зависимость. Установлено, что распределение повторяемости АОТ носит логнормальный, а показатель Ангстрема – нормальный характер. Их средние значения соответствуют типичным значениям для аридной зоны. Показано последовательное изменение АОТ в течение суток. Временная зависимость показателя Ангстрема свидетельствует о изменении содержания мелких частиц, преобладающих в утренние часы, на более крупные - в вечерние часы при отсутствии пыльной мглы. В качестве справочного материала эти данные выставлены в INTERNET (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov>) для использования специалистами широкого профиля.

11. Исследовано влияние антропогенных факторов на изменение климата: вариация концентрации углекислого газа, приземного озона и водяного пара в атмосфере, изменение альбедо поверхности, изменение радиационных характеристик атмосферы (суммарная и отраженная радиация). На основе результатов суточной вариации углекислого газа и озона в атмосфере пустыни Айвадж, субаридной зоны г. Душанбе и высокогорной зоны пос. Зидди в 2010-2012 гг. установлено, что для пустынной зоны и среднегорья среднесуточное значение содержания углекислого газа сравнимо со средним глобальным планетарным значением, в высокогорье эти значения сравнимы со значениями до индустриального периода. При пыльной мгле среднесуточное падение концентрации углекислого газа для региона составляет от 40 до 140 ppm. Коэффициент корреляции изменения концентрации углекислого газа с температурой составляет $r = -0.502$, что свидетельствует об отрицательной корреляции зависимости изменения температуры с концентрацией углекислого газа. Установлено, что среднесуточные значения концентрации приземного озона в пустыне превышает ПДК (высокие уровни озона в атмосфере пустыни

связаны с повышенной температурой воздуха и высоким уровнем солнечной радиации), а на высокогорьях это значение находится на уровне ПДК. При пыльной мгле среднедневное падение концентрации озона в регионе колеблется от 10 до 55 мкг/м³, а коэффициент корреляции изменения концентрации озона с температурой составляет $r=0.75$.

Следует отметить исключительную практическую ценность результатов исследований, подтвержденную патентом № TJ 474. МПК (2011.01) G 01 N 33/24, положительными отзывами, полученными на многочисленных научных конференциях и симпозиумах, в том числе, зарубежных.

Сформулированные автором научные положения и результаты имеют высокую степень обоснованности и их достоверность не вызывает сомнений.

Представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук диссертационная работа Абдуллаева С.Ф., несомненно, представляет научный интерес, отражающий существенный вклад автора в развиваемое направление, результаты ее могут быть использованы в науке и на практике, работа содержит ряд научных выводов, обладающих новизной и представляющих научный интерес.

Критические замечания:

1. Тема диссертации «Комплексные исследования пылевых и газовых примесей в аридных зонах и их влияние на региональный климатический режим юго-восточной части Центральной Азии» предполагает проведение исследований, направленных на обоснование физического механизма влияния аэрозоля на метеорологические и климатические процессы в атмосфере. Исследования диссертанта в достаточной мере решают эту задачу, но отсутствует самостоятельный раздел, посвященный этому вопросу.

2. В автореферате на с. 17 в пояснениях к рис. 4 обозначения кривых (1), (2), (3), (5) не соответствуют своим смыслам. В качестве примера результатов, представленных на рис. 4, в табл. 3 приведены данные температурного эффекта для г. Термез. При этом на рисунке приведены среднесуточные данные за июнь 2009 г., а в таблице среднемесячные (май-ноябрь) за период с 2005 по 2013 гг.

3. В диссертации на странице 132 в рис. 3.30 отсутствуют обозначения, определяющие смысл и принадлежность (нумерация) кривых.

4. В разделе 5.1 для установления корреляционной связи между метеорологическими параметрами атмосферы (приземной температурой воздуха, влажностью воздуха) и оптической толщиной (ОТ) атмосферного аэрозоля (рис 5.7, 5.8) автор ограничился сопоставлением их суточного и месячного ходов. Тот же результат отмечается в автореферате на основе

взаимосвязи приземной температуры и ОТ атмосферного аэрозоля (рис. 6). Представляется логичным подтвердить выводы численным значением коэффициента корреляции или его аналогом.

5. В том же разделе 5.1 для выявления физических причин взаимосвязи приземной температуры воздуха и характеристик атмосферного аэрозоля в их суточном и месячном ходе представляется важным сопоставить не только абсолютные значения, но и их отклонения, исключающие суточный ход.

6. В 6-ой главе (раздел 6.1) приводятся результаты сопоставления приземной температуры и концентрации CO_2 в естественных и экспериментальных (теплица) условиях. Пространственные и временные масштабы их измерений таковы, что установленная отрицательная корреляционная связь между ними не позволяет сделать однозначный вывод о причинах изменения климата. При этом сам факт отрицательной корреляционной связи заслуживает быть отмеченным, в том числе и в отношении возможного влияния на климатические процессы в атмосфере.

7. В 10-ом пункте основных результатов и выводов в качестве одного из них выдвигается положение о логнормальном и нормальном распределениях повторяемостей АОТ и параметра Ангстрема соответственно, тогда как в тексте диссертации приведены только гистограммы их распределений без обоснования возможности аппроксимации теоретическими функциями распределения и расчета их параметров.

8. Ряд заголовков к рисункам и таблицам содержат незначительные редакционные неточности и опечатки.

Заключение о соответствии диссертационным критериям.

Считаю, что диссертационная работа Абдуллаева Сабура Фузайловича «Комплексные исследования пылевых и газовых примесей в аридных зонах и их влияние на региональный климатический режим юго-восточной части Центральной Азии» соответствует пунктам 1, 8, 12 паспорта специальности 25.00.30 — метеорология, климатология и агрометеорология и требованиям, предъявляемым к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени доктора физико-математических наук пункта 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 — метеорология, климатология и агрометеорология.

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело и их дальнейшую обработку.

МАТВЕЕВ Юрий Леонидович, заведующий кафедрой высшей математики и информатики, доктор физико - математических наук, профессор, действительный член Русского географического общества, Почетный профессор Государственной полярной академии.

Адрес: Санкт-Петербург, Рижский пр., 11, каб. 302 (3 этаж)

Домашний адрес: Санкт-Петербург, ул. Красного Курсанта, 26, кв. 47

Тел.: (812) 406-05-94. E-mail: kaf-mat@gpa-spb.ru

E-mail: matveev.gpa@yandex.ru , Mob: (+7911)9526023

16.05.2014

/Ю.Л.Матвеев/

Подпись Матвеева Ю.Л. удостоверено