

УДК 551.510.42

РАДИАЦИОННОБАЛАНСОВАЯ МОДЕЛЬ ПЛОСКОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПЫЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ОЦЕНКА ФОНОВЫХ СУХИХ ВЫПАДЕНИЙ

Канд. физ.-мат. наук О.Е.Семенов

Описана простая теплобалансовая модель генерации аэрозолей плоскостными источниками вследствие развития конвекции и определены ее параметры для пустынных и полупустынных зон Средней Азии и Казахстана. Сделана оценка средних многолетних фоновых сухих выпадений аэрозолей в регионе Арала и в Южном Прибалхашье, которые достигают за год (45-79) г·м⁻². Приведен годовой ход сухих выпадений.

Поверхность почвы и растительность являются плоскостным источником поступления аэрозолей в атмосферу за счет вертикальных конвективных движений воздуха днем и осаждения поднятых частиц на земную поверхность (и планшеты для наблюдений) в вечерние и ночные часы. Этот механизм подъема аэрозолей в атмосферу и последующего осаждения на поверхность исследовался А.Ф.Ковалевым в различных географических зонах, в том числе для полупустынных условий Средней Азии [1]. Наблюдения за временным ходом оптической толщи атмосферы (τ) и отбор проб аэрозоля позволил ему проследить за суточной динамикой поведения поднятого с поверхности земли аэрозоля в атмосфере. Оптическая толщина атмосферы росла с 8 часов до 16, а затем начала уменьшаться, достигая минимума к 24 часам. Рост τ утром и днем сопровождался увеличением содержания аэрозоля в пограничном слое атмосферы. Уменьшение τ после 16 часов объясняется началом обратного процесса - стока ранее поднятого аэрозоля из атмосферы на подстилающую поверхность.

Как отмечено О.Д.Бартеньевой с соавторами [4] в послеполуденное время в пустыне начинается выхолаживание поверхности почвы, т.к. нагрев ее за счет притока коротковолновой радиации делается в энергетическом отношении меньше собственного длинноволнового теплового излучения. Выхолаживание поверхности зависит от прозрачности атмосферы и оказывается тем больше, чем она выше. Сток, как правило, заканчивался к часу ночи. Часть аэрозоля не успевала седиментировать на поверхность из-за развития мощных приземных инверсий температуры.

По данным серии измерений длительностью 3-5 суток наблюдалось ежедневное увеличение среднесуточного значений t на 5-10 % относительно предыдущих суток. После вторжений новых воздушных масс и осадков оптическая толща атмосферы значительно уменьшалась из-за уноса и вымывания аэрозолей. Исследования Ковалева показали, что наряду с золовыми процессами по подъему частиц почвогрунтов в атмосферу действует практически ежедневный процесс подъема аэрозолей в атмосферу в часы с положительным значением радиационного баланса подстилающей поверхности (R) и стока его на землю в часы с отрицательными величинами R .

Повседневность этого явления позволяет считать радиационный баланс ответственным за формирование фонового аэрозольного загрязнения атмосферы естественного происхождения и фоновых сухих выпадений на поверхность. Таким образом, сухие выпадения аэрозолей естественного происхождения на поверхность региона формируются двумя природными механизмами поднятия частиц почвогрунтов в атмосферу:

- сильными ветрами при возникновении пыльных бурь;
- за счет развития конвективных процессов в атмосфере.

Поэтому сухие выпадения генетически следует делить на выпадения от шлейфов выноса пыльных бурь и фоновые выпадения.

При создании модели плоскостных источников генерации пыли естественно предположить, что приращение массы аэрозоля в приземном слое атмосферы в единицу времени за счет конвективных движений пропорционально массе частиц, участвующих в процессе подъема в атмосферу, и приращению величины радиационного баланса подстилающей поверхности, т.е.

$$dM = k \cdot M \cdot dR. \quad (1)$$

Здесь dM - приращение массы аэрозоля в единицу времени в столбе атмосферы с основанием один m^2 ; M - масса аэрозолей в столбе атмосферы, $г \cdot m^{-2}$; k

коэффициент пропорциональности; dR - приращение радиационного баланса подстилающей поверхности.

Хорошо известно, что решение дифференциального уравнения типа (1) можно представить в виде

$$M = M_0 \cdot e^{kR}, \quad (2)$$

где M_0 - масса аэрозоля в столбе атмосферы в начальный момент процесса конвективного подъема, $г \cdot m^{-2}$.

Для определения значений параметров полученного уравнения (2) для условий Центральной Азии нам послужили результаты измерений генерации аэрозоля подстилающей поверхностью, выполненные Ковалевым в сентябре месяце в районе г. Самарканда. Он охарактеризовал поверхность полупустынной зоны как постоянно действующий плоскостной источник с часовой производительностью ($M \uparrow$) от 0,002 до 0,045 $г \cdot m^{-2}$ в интервале времени, когда радиационный баланс имеет положительные значения [1]. В своей работе Ковалев не проводил измерений R , поэтому для оценки параметров уравнения (2) были привлечены его средние многолетние величины по ст. Самарканд для сентября из справочника по климату СССР [2].

Минимальное значение положительных часовых сумм R достигается в 8 часов утра - 0,36 МДж m^{-2} , максимальное в послеполуденные часы -

$1,46 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$. Используя эти величины были определены численные значения M_0 и k в формуле (2)

$$M \uparrow = 0,72 \cdot 10^{-3} \cdot \exp(2,83 R). \quad (3)$$

Размерный коэффициент пропорциональности $k = 2,83$ в формулах (2) и (3) можно представить как величину, обратную минимальному критическому значению часовой суммы радиационного баланса (R_H), при достижении которой начинается процесс конвективного поднятия пыли в атмосферу

$$M \uparrow = M \uparrow_0 \exp(R/R_H). \quad (4)$$

Из (3) и (4) численное значение $R_H = 1/2,83 = 0,35 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$. Полученные формулы (3) и (4) позволяют оценивать массу аэрозолей, поднимаемую в атмосферу за часовой интервал времени по известным значениям часовых сумм радиационного баланса подстилающей поверхности.

Оценка сухих фоновых выпадений, формирующихся описанным механизмом, выполнена для двух регионов - Приаралья и Прибалхашья. В Приаралье имеется две метеостанции, проводящие актинометрические наблюдения. В Южном Приаралье - это Тахиаташ, в Северном - ст.Аральское Море. Используя материалы их измерений, можно получить средние многолетние оценки фоновых сухих выпадений ($M \downarrow$) в Приаралье [2], считая, в первом приближении, что вся поднятая днем масса аэрозоля выпадает на поверхность в часы с отрицательными значениями радиационного баланса, т.е.

$$M \uparrow_{\phi} \approx M \downarrow_{\phi}. \quad (5)$$

Это допущение, как уже говорилось выше, приводит к небольшому завышению оценки фоновых сухих выпадений порядка 5-10 %.

Определение средних многолетних значений фоновых выпадений аэрозоля проводилось в следующем порядке. По климатическим справочникам определя-

лись даты установления и схода снежного покрова, для исключения этого промежутка года из расчетов [2,3].

По средним многолетним часовым суммам радиационного баланса по формуле (4) вычислялась масса аэрозоля, генерируемого поверхностью земли за каждый часовой интервал времени всех месяцев года. Затем часовые величины масс аэрозолей суммировались для получения средней многолетней величины суточной массы фоновое содержания аэрозоля в столбе воздуха с основанием один м^2 .

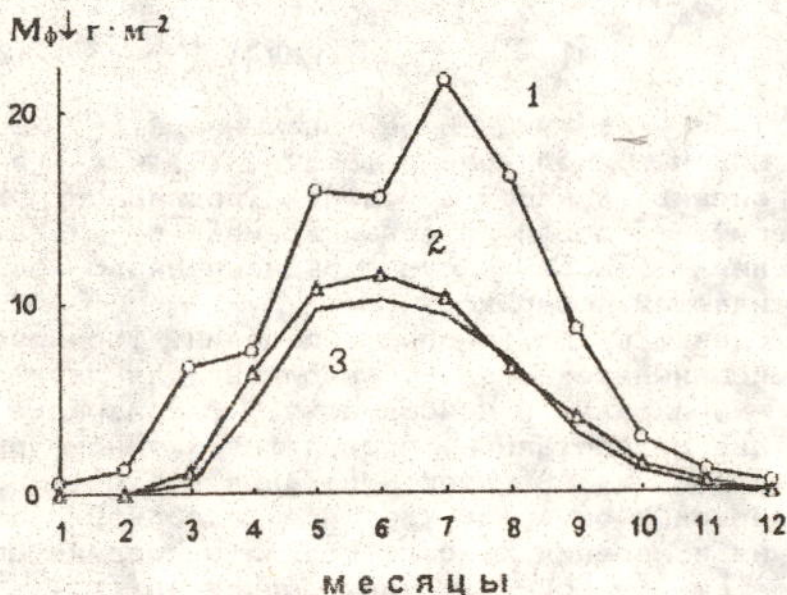


Рис. Годовой ход месячных сумм фоновых сухих выпадений.

1- Тахиаташ, 2- Айдарлы, 3- Аральское Море.

Далее суточные величины каждого месяца умножались на число суток в нем и определялась месячная масса поднимаемого в воздух аэрозоля. Для месяцев, на которые приходится дата установления и схода снежного покрова, число суток при умножении соответственно уменьшалось. На рис. представлены полученные средние многолетние месячные значения фоновых сухих выпадений аэрозоля на поверхность в регионе Арала и для сравнения приведены

данные ст. Айдарлы из Южного Прибалхашья, расположенной по широте несколько южнее ст. Аральское Море.

Во внутригодовом ходе фоновых сухих выпадений в Приаралье максимальные значения на севере наблюдаются в июне месяце, на юге региона - в июле. Суммарные годовые выпадения на ст. Аральское Море достигают $44,6 \text{ г/м}^2$ (или т/км^2), на ст. Тахиташ - $79,15 \text{ г/м}^2$. Таким образом, приблизительно фоновые годовые массы сухих выпадений в дельте Амударьи можно принять равными $M_{\phi} = 79 \text{ т/км}^2$, на территории Казахстанского Приаралья - 45 т/км^2 . Близкие к последней оценке массы аэрозолей выпадают в Прибалхашье - до 53 т/км^2 в год.

Полученная модель может быть полезной при изучении потоков аэрозолей из пустынных и полупустынных зон Средней Азии и Казахстана, определении фоновых уровней загрязнения атмосферы пылью и оценках выпадений частиц твердой фазы из песчано-солевых потоков в Приаралье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев А.Ф. Некоторые характеристики поверхности земли как источника атмосферного аэрозоля // Тр. ИЭМ.- 1990.- Вып. 51 (142).- С.83-87.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Ч.1-6. - Вып.19.- Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 350 с.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Ч.1-6. - Вып.18. - Л.: Гидрометеиздат, 1989.- 514 с.
4. Прозрачность толщи атмосферы в видимой и ближней ИК-области спектра / О.Д.Бартеньева, Н.И.Никитинская, Г.Г.Сакунов, Л.К.Веселова.- Л.: Гидрометеиздат, 1991.- 224 с.

Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

ЖЕР ҮСТІ ШАҢДАНУЫНЫҢ ҚАБАТТЫҚ КӨЗДЕРІНІҢ
РАДИАЦИЯЛЫҚ-ТЕҢГЕРІМДІК МОДЕЛІ
ЖӘНЕ
ФОНДЫҚ ҚЫЛАУЛАРҒА БАҒА БЕРУ

Физ-мат. ғ. канд. О.Е. Семенов

Конвекцияны дамытуға әсер ететін қарапайым жылу-теңгерімдік қабаттық аэрозолдардың генерация моделі көздері баяндалады. және оның Орта Азия мен Қазақстандағы шөл және шөлейтті аймақтарындағы аумағы анықталады. Арал аймағы мен Оңтүстік Балқаш бойындағы, бір жылда (45-79) г.м-2 жететін орташа көпжылғы құрғақ фондық қылауларға баға беріледі. Құрғақ қылаулардың жылдық барысы келтіріледі.