

О СУХИХ ВЫПАДЕНИЯХ КОРОТКОЖИВУЩИХ ПРОДУКТОВ РАСПАДА РАДОНА-222 НА ЗЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

Г.Ф. Батраков

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: batrg@alpha.mhi.iuf.net

Предложен метод оценки сухих выпадений короткоживущих изотопов на земную поверхность. Метод основан на использовании данных наблюдений концентрации изотопов в приземной атмосфере и содержании аэрозолей различных фракций в атмосфере. С помощью предложенного метода оценены потоки сухих выпадений свинца-214 в севастопольском регионе в 2007–2009 гг.

Введение. Распределение радиоактивных изотопов по различным фракциям аэрозолей исследуется в течение многих лет. Такие исследования представляют интерес по нескольким причинам. Одна из них заключается в том, что по распределению изотопа по фракциям аэрозолей можно оценить поток этого изотопа с сухими выпадениями

ниями на земную поверхность. Измерять сухое осаждение радиоактивных аэрозолей очень сложно. Как считают некоторые авторы [1], измеряемые данные могут не отражать реальные потоки. Дело в том, что для отбора проб сухих выпадений используются пробоотборники с гладкой поверхностью. Реальная поверхность Земли состоит из неоднородностей различных масштабов (трава, лес, здания и т.д.). Оценивать величины сухих выпадений можно по зависимости между количеством радиоактивных изотопов в почве и количеством выпавших осадков. Путем экстраполяции этой зависимости к нулевому количеству осадков можно получить величину сухих выпадений. Но такой метод очень трудно реализовать. Для короткоживущих радиоактивных изотопов измерять сухое осаждение очень сложно и таких данных нам не известно. Т.е. для короткоживущих изотопов единственный метод получения величин сухого осаждения – это получение оценок различными методами.

Цель этой работы – оценить потоки сухих выпадений одного из короткоживущих продуктов распада радона-222 – свинца-214 в Севастопольском регионе.

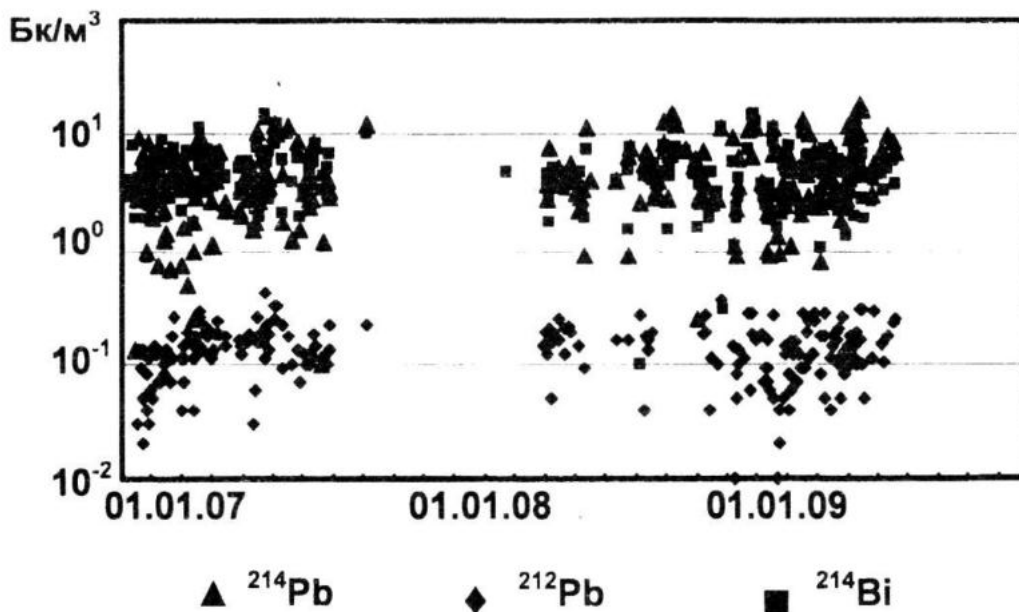


Рисунок 1 – Концентрации изотопов в приземной атмосфере

Аппаратура, методики и данные наблюдений. С 2007 г. нами проводятся измерения свинца-214, висмута-214, свинца-212 и бериллия-7 в приземной атмосфере

Севастопольского региона. Для измерений используются методика и комплекс аппаратуры, разработанные нами [2, 3]. Суть методики заключается в фильтрации воздуха

через фильтр ФПП-15 площадью 70x70 см со скоростью 1000 м³ в час и измерения активности отобранных аэрозолей на низкофоновом гамма-спектрометре. Фильтрация осуществлялась в течение 2 часов (с 11.00 до 13.00 по местному времени). Отбор проб воздуха производился на высоте 20 метров над уровнем моря. На рисунке 1 представлены полученные нами данные по концентрации свинца-214 в период 2007 – 2009 гг.

В месте отбора проб расположен комплекс AERONET [4]. Этот комплекс позволяет измерять содержание аэрозолей в атмосфере. Диапазон радиусов измеряемых частиц 0,05 – 15 мкм. В этом диапазоне получают данные по концентрации частиц для 22 фракций.

Бк/м²·сут

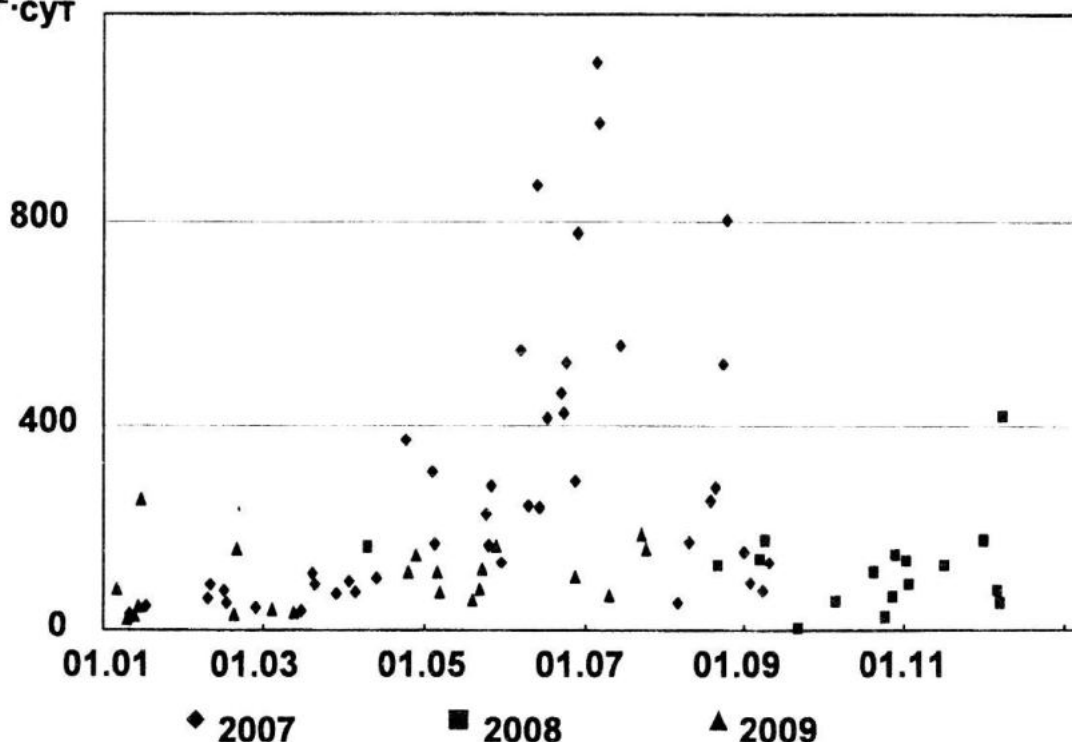


Рисунок 2 – Временная изменчивость сухих выпадений свинца-214 из атмосферы на земную поверхность в Севастопольском регионе

Получим оценки распределения свинца-214 по фракциям аэрозолей в диапазоне 0,05-15 мкм. Для этого мы рассчитали коэффициенты корреляции между концентрацией свинца-214 и содержанием аэрозолей в каждой фракции. На зависимости коэффициентов корреляции от фракции имеют место два максимума. Один максимум соответствует фракциям от 0,0861 мкм до 0,3347 мкм, второй от 6,6407 мкм до 15 мкм. Мы полагаем, что в этих максимумах нахо-

Оценка сухих выпадений свинца-214.

Из анализа работ, выполненных до 1965г. [5] следовало, что большая часть естественных радиоактивных изотопов находится на аэрозолях размерами 0,001-1 мкм и по спектру размеров частиц они распределены неравномерно. В этой же работе было получено, что на аэрозолях размером менее 0,04 мкм в зависимости от региона наблюдения находится не менее 84 % естественной радиоактивности. На основании этой работы мы полагаем, что на частицах более 0,05 мкм находится 10 % естественной радиоактивности, которая обусловлена главным образом свинцом-214 и висмутом-214. Концентрации этих изотопов в приземной атмосфере мы полагаем равными.

дятся все изотопы свинца-214 на аэрозолях. В первый максимум входят шесть фракций, во второй – три фракции. Далее мы полагаем, что концентрации изотопов в этих девяти фракциях распределены пропорционально содержанию аэрозолей в каждой фракции. На основании этого предположения мы находим концентрации свинца-214 для каждой фракции.

По данным Газиева [6] скорость осаждения частиц естественных аэрозолей в дни

без осадков в умеренных широтах можно представить следующим выражением:

$$V \approx 0,2 d^{0,9},$$

где V – скорость осаждения в см/с; d – диаметр частиц в мкм. Пользуясь этим выражением, мы рассчитали скорость осаждения частиц каждой фракции. Таким образом, мы имеем концентрации свинца-214 на каждой фракции и скорость осаждения частиц каждой фракции.

Известно, что интенсивность сухих выпадений можно выразить следующим выражением:

$$I = 864Vq,$$

где I – поток в Бк/м²-сут; V – скорость осаждения в см/с; q – концентрация свинца-214 во фракции в Бк/м³. Рассчитанный предложенным методом поток сухих выпадений свинца-214 в Севастопольском регионе в 2007–2009 годах представлен на рисунке 2. Поток изменялся от 1,85 Бк/м²-сут до 1107,44 Бк/м²-сут. Среднее значение за три года составило 206,08 Бк/м²-сут. Из рисунка 2 следует, что изменчивость потока носит сезонный характер. Максимальные потоки сухих выпадений имеют место в летний период.

Заключение. В настоящее время при исследованиях поведения короткоживущих продуктов распада радона-222 в атмосфере полагается, что удаление этих изотопов происходит только за счет распада, а ролью сухих и влажных выпадений обычно пренебрегают. Мы оценили поток на земную поверхность одного из этих изотопов (свинца-214) с сухими выпадениями. Эти оценки показали, что потоки имеют достаточно высокие значения (1,85–1107,44 Бк/м²-сут.) и пренебрегать ими нельзя.

Литература

1. Кароль И.Л., Малахов С.Г. Глобальное распространение в атмосфере и выпадения радиоактивных продуктов ядерных взрывов // Радиоактивные изотопы в атмосфере и их использование в метеорологии. – Москва: Атомиздат. 1965. – С. 244–282.
2. Батраков Г.Ф., Семенов В.В. Комплекс аппаратуры для измерений концентраций радиоактивных изотопов в приземной атмосфере // Системы контроля окружающей среды / Сб. науч. тр. МГИ НАНУ. – Севастополь. 2006. – С. 324–326.
3. Батраков Г.Ф., Копытина Н.В., Мязин В.В., Семенов В.В. Анализатор импульсов на микроконтроллере для измерений концентрации гамма-излучающих изотопов в объектах внешней среды // Системы контроля окружающей среды / Сб. науч. тр. МГИ НАНУ. – Севастополь. 2007. – С. 292–298.
4. Толкаченко Г.А., Holben B.N., Ли М.Е., Коротаев Г.К. Автоматизированная система контроля параметров атмосферы // Системы контроля окружающей среды / Сб. науч. тр. МГИ НАНУ. – Севастополь. 2006. – С. 24–32.
5. Стыро Б.И., Матулявичене В.И. Спектры размеров и подвижностей естественных радиоактивных аэрозолей в атмосфере // Радиоактивные изотопы в атмосфере и их использование в метеорологии. – Москва: Атомиздат. 1965. – С. 28–39.
6. Газиев Я.И. Оценки скоростей сухого осаждения аэрозолей глобального радиоактивного загрязнения атмосферы // Загрязнение природных сред. Труды института экспериментальной метеорологии, вып.3 (42). – Москва: Гидрометеоиздат. 1974. – С. 57–60.