

ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ГЛОБАЛЬНЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ

Чукин В.В., Аль-Тамими М.А., Шермухамедов У.А.

Российский государственный гидрометеорологический университет,

Россия, Санкт-Петербург

E-mail: chukin@meteolab.ru

В работе исследуется влияние солнечной активности на гидрологический цикл и климат планеты. В первую очередь, объектом исследования является глобальная электрическая цепь, характеристики которой в значительной степени зависят от космической погоды. Вторым аспектом наших исследований является определение физического механизма влияния атмосферного электричества на гидрологический цикл.

Глобальная электрическая токовая цепь. В результате разделения в пространстве заряженных облачных частиц по действием гравитационного поля, между верхней и нижней границами тропосферных облаков появляется разность электрических потенциалов. Нейтрализация появившихся зарядов идет посредством электрических токов, текущих в атмосфере. Плотность электрических токов зависит от электрического сопротивления воздуха, которое определяется концентрацией и подвижностью легких ионов. В наших расчетах мы использовали модель ионизации воздуха галактическими космическими лучами (ГКЛ) [10, 11]. В данной модели уровень ударной ионизации воздуха определяется как напряженностью магнитного поля, над исследуемым районом, так и глобальным параметром, характеризующим уровень влияния солнечной активности на поток ГКЛ, — потенциалом солнечной модуляции. Поскольку в течение солнечного цикла потенциал изменяется от 400 до 1200 МВ, то это сопровождается уменьшением уровня ионизации воздуха ГКЛ, возрастанием электрического сопротивления воздуха и уменьшением плотности вертикального электрического тока (j).

Анализ данных измерений плотности тока проводимости показал наличие их тесной связи с солнечной активностью [7]. Солнечная модуляция вариаций плотности электрического тока проводимости может достигать 50% период солнечной активности.

Лабораторные эксперименты по измерению скорости испарения воды. Для выяснения физического механизма влияния атмосферного электричества на параметры гидрологического цикла нами создана экспериментальная установка, предназначенная для измерения скорости испарения воды. Установка состоит из электронных весов ВК-150.1, генератора напряжения НУ3003С-2, сетчатого и погружного электродов, биполярного ионизатора воздуха ЯНТАРЬ-5А и биполярного счетчика ионов САПФИР-3М. Все элементы установки помещены в стеклянную камеру объемом 200 л, экранированную от окружающей среды алюминиевой фольгой. Для достижения однородности воздух внутри камеры интенсивно перемешивается с помощью вентилятора.

Исследуемый образец воды помещается в стеклянный сосуд и размещается на весах. На расстоянии (h) над поверхностью воды помещается сетчатый электрод, а второй электрод погружается в образец без контакта с сосудом. Между электродами подается напряжение (U), регулируемое генератором напряжения. Скорость испарения оценивается по скорости уменьшения массы исследуемого образца (M) с учетом теплоты фазового перехода вода-пар (L) и площади испаряющей поверхности (S). Плотность электрического тока проводимости (j) оценивается на основе значений проводимости воздуха (σ) и напряженности электрического поля (E_z). В ходе проведенных лабораторных экспериментов нами обнаружена зависимость скорости испарения воды от плотности электрического тока через границу раздела водная поверхность-атмосфера. Полученная зависимость использована в модели общей циркуляции атмосферы для моделирования испарения с поверхности Мирового океана.

Гидрологический цикл. Анализ спутниковых данных проектов HOAPS (скорость испарения, количество осадков, влагосодержание атмосферы над океанами) [4], GPCP (количество осадков) [3] и ISCCP (влагосодержание атмосферы) [8] показал, что влагосодержание атмосферы (PWV) является важным индикатором, отражающим влияние космической погоды на гидрологический цикл.

Проведенные численные эксперименты по моделированию климата с помощью модели общей циркуляции атмосферы PlaSim [5] позволили получить оценку влияния солнечной активности на содержание водяного пара в атмосфере. Эта зависимость оказалась нелинейной и близкой к экспоненциальной — с увеличением потенциала солнечной модуляции уменьшаются скорость испарения и влагосодержание атмосферы. Осуществленный анализ спутниковых данных международного проекта по спутниковой климатологии облаков ISCCP подтвердил наличие подобной зависимости влагосодержания атмосферы от потенциала солнечной модуляции.

Следует отметить, что влияние солнечной активности на параметры гидрологического цикла было также замечено ранее при анализе данных о количестве облаков нижнего яруса [9], количестве осадков [6], уровне Каспийского моря и стоке реки Волга [2], повторяемости сильных засух [1].

Закключение. На основе представленных данных можно предположить, что солнечная активность влияет на атмосферные процессы, в частности, на параметры гидрологического цикла, посредством атмосферных электрических токов. Эффект влияния солнечной активности на влагосодержание атмосферы оценивается значением около 10%.

Созданная нами численная модель позволяет исследовать влияние космической погоды на элементы глобальной электрической токовой цепи и гидрологического цикла.

Список использованных источников

1. Митчелл Дж.М., Стоктон Ч.У., Меко Д.М. Доказательство 22-летнего ритма засух в западной части США, связанных с солнечным циклом Хейла начиная с XVII в. // Солнечно-земные связи, погода, климат. – М.: Мир, 1982. – С.152-171.
2. Соловьева Н.Н. Исследование зависимости колебания уровня Каспийского моря от солнечной активности. – СПб.: изд. РГТМУ, 2004. – 70 с.
3. Adler R.F., Huffman G.J., Chang A., Ferraro R., Xie P., Janowiak J., Rudolf B., Schneider U., Curtis S., Bolvin D., Gruber A., Susskind J., Arkin P. The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979-Present) // J. Hydrometeor. – 2003. – Vol.4. – P.1147-1167.
4. Andersson A., Fennig K., Klepp C., Bakan S., Grassl H., Schulz J. The Hamburg Ocean Atmosphere Parameters and Fluxes from Satellite Data — HOAPS-3 // Earth Syst. Sci. Data. – 2010. – Vol.2. – P.215-234.
5. Kirk E., Fraedrich K., Lunkeit F., Ulmen C. The Planet Simulator: A coupled system of climate modules with real time visualization // CSPR report. – Linköping universitet, 2009. – 45. – Art.7.
6. Kniveton D.R., Todd M.C. On the relationship of cosmic ray flux and precipitation // Geophys. Res. Let.. – 2001. – Vol.28. – P.1527-1530.
7. Roble R.G. Osolar-terrestrial relationships in atmospheric electricity // Journal of Geophys. Res. – 1985. – Vol.90.
8. Schiffer R.A., Rossow W.B. The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP): The First Project of the World Climate Research Programme // Bull. Amer. Meteor. Soc. – 1983. – Vol.64. – P.779-784.
9. Svensmark H. Influence of Cosmic Rays on Earth's Climate // Phys. Rev. Let. – . –Vol.81. – P.5027-5030.
10. Usoskin I.G., Kovaltsov G.A. Cosmic ray induced ionization in the atmosphere: Full modeling and practical applications // J. of Geophys. Res. – 2006. – Vol.111.
11. Usoskin I.G., Kovaltsov G.A., Mironova I.A. Cosmic ray induced ionization model CRAC:CR11: An extension to the upper atmosphere. – 2010. – Vol.115.