

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЛОГИИ

Материалы Всероссийской
молодёжной научной конференции
10–13 октября 2010 г.



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2010

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ

Е.И. Морару, И.И. Ипполитов, С.В. Логинов

Анализируется годовой ход гидрометеорологических величин в энергоактивных зонах и внутренних морях Северной Атлантики. Выявляется связь выбранных характеристик с солнечной активностью при помощи нескольких методов спектрального анализа.

THE VARIABILITY OF HYDROMETEOROLOGICAL VARIABLES IN THE NORTHERN ATLANTIC

E.I. Moraru, I.I. Ippolitov, S.V. Loginov

The annual variations of hydrometeorological variables in selected zones and the internal seas of Northern Atlantic is analyzed. By means of several methods of the spectral analysis reveals the relationship between selected characteristics and solar activity.

Изменчивость гидрометеорологических величин играет важную роль среди основных климатически значимых сигналов в системе океан–атмосфера. Для описания такой изменчивости в Атлантике были выбраны следующие пространственные районы: район 0 расположен на экваторе, районы 1–3 выбраны так, чтобы соответствовать известным энергоактивным зонам океана (ЭАЗО): Бермудской, Ньюфаундлендской и Норвежской (рис. 1, а).

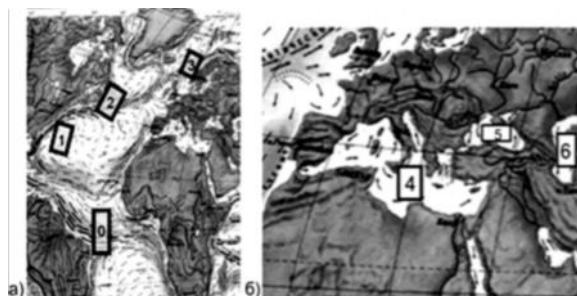


Рис. 1. Исследуемые районы в Северной Атлантике

Кроме того, были рассмотрены 3 зоны «внутренних» водоемов: Средиземного, Чёрного и Каспийского морей (рис. 1, б).

Для анализа использовались среднемесячные данные с пространственным разрешением $1^\circ \times 1^\circ$ (реанализ ICOADS, <http://icoads.noaa.gov/data.icoads.html>) за 1960–2009 гг., описывающие температуру воздуха и поверхности океана, давление приповерхностного воздуха, удельные влажности воздуха вблизи поверхности океана и на уровне 2 м, а также потоки явного (S) и скрытого (LE) тепла. В качестве возможного форсинга для возбуждения колебаний в рядах температуры поверхности океана, температуры воздуха и давления рассматривалась изменчивость в

солнечной активности (числа Вольфа W , ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA) [1].

Сравнение данных реанализа с результатами наблюдений, взятыми из [2], показывает, что среднемесячный и среднегодовой ход метеорологических величин в основном совпадают.

Годовой ход температуры поверхности океана, потоков явного и скрытого тепла для Бермудской ЭАЗО представлен на рис. 2. Аналогичное поведение годовой изменчивости исследуемых величин наблюдается во внутренних морях Северной Атлантики.

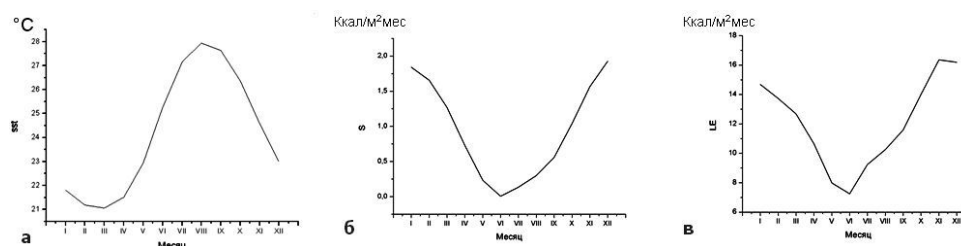


Рис. 2. Годовой ход температуры поверхности океана (а), потока явного (б) и скрытого (в) тепла в Бермудской ЭАЗО

Анализ годового хода гидрометеорологических величин показывает, что в районах, связанных с течением Гольфстрим, максимальный теплообмен и влагообмен приходится на зимний период года, а минимальный – на летний период. При движении с севера на юг годовой ход величин становится менее выраженным, а на экваторе он практически отсутствует.

Для выявления форсинга, возбуждающего низкочастотные колебания (~11 лет) выбранных характеристик, применялось несколько методов спектрального анализа. Временные ряды среднемесячных значений этих величин подвергались процедуре вейвлет-преобразования, так же рассчитывались спектры Гильберта–Хуанга (ННТ) и Фурье. Кратно-масштабный анализ давал матрицы коэффициентов $C_x(a,b)$. Далее на основе попарных сочетаний матриц $C_x(a,b)$ и $C_y(a,b)$ вычислялись спектры когерентности колебаний $K(a,b)$ и соответствующие фазовые спектры $F(a,b)$, позволяющие определить связанность и взаимную обусловленность колебаний одинакового масштаба в рядах характеристик форсинга, с одной стороны, и в рядах гидрометеорологических величин – с другой. Пример подобного расчета (уровень значимости 0,05) приведен на рис. 3.

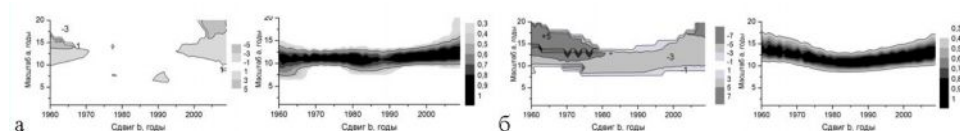


Рис. 3. Спектры F и K : а – температуры воздуха (Бермуды, сентябрь); б – температуры поверхности океана (Ньюфаундлендский район, декабрь)

Из анализа рис. 3 а следует, что можно говорить о связи чисел Вольфа с температурой воздуха в Бермудах: высокая степень когерентности 0,9 и фаза, близкая к нулю. Такая же высокая связь температуры поверхности океана с солнечной активностью отмечается для Ньюфаундлендского района, но с постоянной фазовой задержкой ~5 лет (рис. 3, б).

Чтобы улучшить разрешение по спектру на коротком интервале (49 лет), мы применили преобразование Гильберта – Хуанга (ННТ). ННТ принципиально отличается от прочих методов отсутствием ограничения на частотно-временное разрешение, а также полной адаптивностью, поскольку разложение определяется локальными свойствами самого сигнала [3]. Применение ННТ к короткому ряду позволило выделить основные максимумы в спектре солнечной активности на интервале 10–12 лет. Далее проводилось сравнение спектров ННТ чисел Вольфа и гидрометеорологических величин.

По результатам спектрального анализа мы проанализировали связь солнечной активности с различными гидрометеорологическими величинами в разные временные периоды. Данная связь нерегулярна и выражена лишь в отдельные месяцы. Наиболее часто она проявляется в Ньюфаундлендском районе. Наибольшую связь ($K \approx 0,7-0,9$) с солнечной активностью можно видеть у температуры воздуха и давления.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Во всех районах теплообмен и влагооборот направлены из океана в атмосферу, за исключением второй энергоактивной зоны. Годовой ход потоков явного и скрытого тепла внутренних водоёмов совпадает с Бермудской ЭАЗО.

2. Вейвлет-анализ показывает, что максимальная связь между 11-летними колебаниями SST и солнечной активностью проявляется в Бермудской ЭАЗО. К северу и югу связь ослабевает. Во внутренних водоёмах увеличивается количество месяцев, в которых эта связь возникает с запада на восток. Подобное поведение наблюдается при влиянии солнечной активности на потоки скрытого и явного тепла.

Литература

1. *Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Логинов С.В.* Вейвлет-преобразования при анализе природно-климатических изменений // *Оптика атмосферы и океана* 2002. Т. 15, № 1. С. 21–28.
2. *Kostianoy A.G., Kosarev A.N.* The Caspian Sea Environment // *The Handbook of Environmental Chemistry*. Vol. 5: Water Pollution. Part 5P., Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2005. P. 271.
3. *The Hilbert-Huang transform and its applications* / ed. Norden E. Huang, Samuel S.P. Shen. *Interdisciplinary mathematical sciences*. Vol. 5. World Scientific. USA, Canada, 2005. P. 324.