

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
(ВИНИТИ)

ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Обзорная информация

Выпуск № 6

Издаётся с 1972 г.

Москва 2010

Выходит 12 раз в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор — академик РАН Ю. М. Арский

Члены редколлегии:

Л. А. Бочин, И. Н. Борисенко, Е. В. Карцева,
В. Ф. Крапивин, И. И. Потапов, И. А. Щетинина

Наш адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20
Всероссийский институт научной и технической информации
Отдел научной информации по глобальным проблемам
Телефон 8(499) 152-55-00; Факс 8(499) 943-00-60
E-mail: ipotapov37@mail.ru

9. Янин Е. П. Геохимические особенности экологическое значение техногенных илов // Разведка и охрана недр, 1994, № 5, с. 35–37.
10. Янин Е. П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки).— М.: ИМГРЭ, 2002.— 52 с.
11. Янин Е. П. Тяжелые металлы в малой реке в зоне влияния промышленного города.— М.: ИМГРЭ, 2003.— 89 с.
12. Янин Е. П. Химический состав и минералогические особенности техногенных речных илов // Прикладная геохимия. Вып. 6. Экологическая геохимия Москвы и Подмосковья.— М.: ИМГРЭ, 2004, с. 195–221.
13. Янин Е. П. Особенности минерального состава русловых отложений реки Пахры (Московская обл.) в зонах техногенного воздействия // Бюлл. МОИП. Отдел геологической разведки.— 2007.— т. 82, вып. 5.— с. 48–55.
14. Янин Е. П. Особенности состава органического вещества русловых отложений малых рек в зонах техногенного загрязнения // Экологические системы и приборы.— 2008.— № 2.— с. 18–20.
15. Янин Е. П. Особенности гранулометрического состава русловых отложений малой реки в зоне влияния промышленного города // Известия вузов. Геология и разведка.— 2009.— № 3.— с. 69–74.
16. Banal K., Förstner U., Müller G. Experimental mobilization of metals from aquatic sediments by nitrilotriacetic acid // Chemical Geology.— 1974.— v. 14.— p. 199–207.
17. Förstner U., Wittmann G. T. W. Metal pollution in the aquatic environment.— Berlin, Heidelberg, New York, 1979.— 486 p.
18. Mantoura F. R. C., Dickson A., Riley J. P. The complexation of metals with humic materials in natural waters // Estuarine and Coastal Marine Science.— 1978.— v. 6.— p. 1573–1583.
19. Tessier A., Campbell P. G. C., Bisson M. Trace metal speciation in the Yamaska and St. Francois River (Quebec) // Canadian J. of Earth Sciences.— 1980.— V. 17.— p. 90–105.

СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ И КАТАСТРОФЫ АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

УДК 504.056

ИНДИКАТОРЫ ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ СИСТЕМЫ ОКЕАН—АТМОСФЕРА

Академик РАН В. Г. Бондур
(Центр проблем аэрокосмического мониторинга “АЭРОКОСМОС”,
Москва)

Д. ф.-м. н., проф. В. Ф. Крапивин, аспирант В. Ю. Солдатов
(Фрязинский филиал института радиотехники и электроники
им. В. А. Котельникова РАН, г. Фрязино Московской обл.)

К. т. н. Потапов И. И.
(Всероссийский институт научной и технической информации РАН,
Москва)

Обсуждена задача оценки моментов фазовых переходов в системе океан-атмосфера с помощью индикаторов-предвестников. Рассмотрен случай зарождения тропического урагана. Предложена схема последовательной процедуры регистрации данных о состоянии системы океан-атмосфера и принятия решения о возможном зарождении тропического урагана. Приведены примеры расчета вероятности перехода системы океан-атмосфера из фазы шторма в фазу урагана.

PHASE TRANSITION INDICATORS FOR THE OCEAN-ATMOSPHERE SYSTEM

V. G. Bondur, V. F. Krapivin, V. Yu. Soldatov, I. I. Potapov

The problem of assessment of the phase transition moments in the ocean-atmosphere system by means of indicator-precursors is discussed. A case of tropical hurricane origin is considered. Sequential procedure scheme for the data registration about the ocean-atmosphere state is proposed to be used for the decision making about possible beginning of the tropical hurricane. Examples of transition probability evaluation of the ocean-atmosphere system from storm phase to hurricane phase.

Введение

Тропические ураганы (ТУ) или тропические тайфуны (ТТ) являются одним из результатов взаимодействия океана и атмосферы с синоптическим “временем жизни”. Изучению условий их формирования и последующего развития посвящены многие научные проекты и программы, однако, до сих

пор не решена основная задача их раннего обнаружения, когда отсутствуют видимые признаки зарождения ТУ. Именно в этот момент могут быть использованы средства подавления источника ТУ или ТТ. Но, несмотря на многочисленные усилия ученых [1–13], пока не разработаны эффективные признаки-индикаторы-предвестники зарождения тропического урагана, по которым с высокой вероятностью можно было бы принимать решение и направлять в "подозрительное" место такие средства [9].

Развитые аэрокосмические и наземные системы мониторинга океана и атмосферы в настоящее время поставляют огромное количество данных о динамике окружающей среды в областях, являющихся регулярными источниками (своего рода поставщиками) ТУ или ТТ. Среди них ИСЗ серии DMSP (радиометр SSM/I, зондировщики температуры SSMT-1 и влажности SSMT-2 атмосферы), Метеор-3М № 1 (радиометр MTB3A), EOS-Aqua (радиометр AMSR-E), судовые и буйковые метеорологические станции. К сожалению, в большинстве случаев эти информационные средства начинают использоватьсь только тогда, когда ТУ или ТТ принимает мощные размеры. В этом случае принятие мер по его ослаблению становится бесперспективным и не эффективным.

Поэтому важной теоретической целью предстоящих исследований является создание процедуры поиска в данных мониторинга системы океан-атмосфера (СОА) эффектов или закономерностей, которые бы могли объяснить причины и обстоятельства, при которых формирование урагана становится неизбежным. При этом предполагается поэтапное решение следующих задач:

1. Анализ возможностей существующих геофизических (оceanографических, метеорологических, геохимических, биофизических), а также спутниковых средств наблюдений изменений характеристик СОА в зонах активного формирования ТУ.
 2. Поиск индикаторов (предвестников), обеспечивающих наиболее высокую вероятность обнаружения первичных признаков зарождения ТУ.
 3. Разработка модели, ориентированной на комплексную параметризацию геофизических, биофизических и геохимических процессов, происходящих в тропических областях Мирового океана.
 4. Разработка методик спутникового мониторинга акваторий Мирового океана в районах наиболее вероятного зарождения ТУ с целью их раннего обнаружения.
- Некоторые аспекты этих задач рассмотрены в данной работе.

Индикаторы-предвестники зарождения тропического урагана

Тропические ураганы являются четко выделяющимися отдельными перемещающимися в пространстве образования в полях облачности, ветра, приземного давления, осадков, температуры и влажности воздуха. Именно поэтому поиск индикаторов-предвестников ТУ осуществляется в этом пространстве. Одной из наиболее важных характеристик ТУ является высокая приземная скорость ветра циклоническом вихре. Поэтому по скорости максимального приземного ветра ТУ принято условно разделять на категории [4,8]. Так же важным признаком зарождения ТУ считается образование облачного кластера с понижающимся давлением, хотя скорость ветра в нем на начальной стадии не превышает 10 м/с. Согласно [10] развивающиеся облачные кластеры достигают интенсивности тропической депрессии в среднем за 3,4 суток. При этом, если это образование в состоянии тропической депрессии в течение 1,5–2 суток не перешло в фазу шторма, то оно распадается. Вообще время существования фазовых возмущений СОА, не

перешедших в шторм, составляет 1–5 суток [7]. Основной вопрос, возникающий здесь, состоит в том, почему из нескольких сотен тропических возмущений синоптического масштаба, появляющихся в течение года в тропических широтах океанов, не более десятка достигают интенсивности ураганов?

В качестве одного из перспективных подходов к определению момента зарождения ТУ является введение сезонного потенциала генезиса (СПГ), основанного на таких параметрах, как: относительная завихренность на нижних уровнях атмосферы, параметр Кориолиса, вертикальный сдвиг ветра, градиент эквивалентно-потенциальной температуры в нижнем слое атмосферы от поверхности до уровня 500 м, средняя относительная влажность в тропосфере, термический потенциал океана, определяемый превышением температуры воды в верхнем слое океана глубиной 60 м критического значения 26°C. Однако, исследования многих авторов в этом направлении показали, что использование СПГ приводит к неоднозначным результатам. В частности, значимость параметров СПГ в различных ситуациях оказывается различной. Так, например, наибольшая неопределенность возникает относительно уровня температуры поверхности океана, необходимой для смены фазы тропического циклона на ТУ [6].

Анализ многочисленных публикаций, посвященных поиску индикаторов-предвестников ТУ, показывает, что прямое использование различных признаков и параметров СОА для решения этой задачи приводит к весьма неоднозначным результатам. В работе [11] высказана мысль о том, что важной характеристикой смены фаз СОА является её нестабильность. Эта мысль была развита в [2] путем введения индикатора I нестабильности СОА, основанного на анализе эволюции интегрального среднего значения параметров СОА, регистрируемых системой буйковых метеорологических станций TAO/TRITON/PIRATA и наземных метеорологических станций, расположенных в зонах зарождения ТУ. На основе индикатора нестабильности обнаружение момента зарождения урагана «Катрина» можно было бы реализовать с вероятностью 0,9 за 31 час до его зарождения.

Уровень нестабильности СОА рассчитывается с помощью интегрального индикатора:

$$I(t) = \frac{1}{N+s} \sum_{j=m}^{m+N} \sum_{i=1}^s \alpha_i(t_j),$$

где N — длина выборки (временного интервала), по объему которой осуществляется усреднение значений параметров; m — момент начала регистрации выборки; s — количество измеряемых параметров СОА (в рассматриваемом случае $s = 11$, табл. 1);

$$\alpha_i(t_j) = \begin{cases} 1 & \text{если } \Delta x_i(t_j) \cdot \Delta x_j(t_{j-1}) \leq 0; \\ 0 & \text{если } \Delta x_i(t_j) \cdot \Delta x_j(t_{j-1}) > 0, \end{cases}$$

$$\text{где } \Delta x_i = \bar{x}_i - x_i; \quad \bar{x}_i(N) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_i(t_j).$$

Таблица 1

Основные характеристики системы океан-атмосфера, измеряемые буйковыми станциями TAO/TRITON/PIRATA и использованные при расчете индикатора нестабильности СОА

Параметр	Обозначение	Характеристика параметра
Температура поверхности океана, °C	x_1	Температура измеряется на глубинах 1,0 м или 1,5 м в зависимости от типа станции. Точность измерений $\pm 0,003^\circ\text{C}$ — $\pm 0,02^\circ\text{C}$.
Скорость (м/с) и направление ветра (в градусах по часовой стрелке от северного направления)	x_2, x_3	Параметры ветра измеряются на высоте 3,5 м. Скорость ветра измеряется с точностью 3%. Направление ветра определяется с точностью 5°—7,8°.
Осадки (мм/ч)	x_4	Осадки регистрируются каждые 10 мин. на высоте 3,5 м с погрешностью ± 4 мм в час.
Плотность воды ($\text{кг}/\text{м}^3$)	x_5	Плотность воды оценивается с учетом ее солености.
Глубина изотермы 20°C (м)	x_6	Глубина изотермы рассчитывается по профилю температуры с помощью линейной интерполяции с шагом по глубине 20 м
Температура воды на глубинах $\{h_i\}$ ($^\circ\text{C}$)	$x_7(h_i)$	Температура воды измеряется до глубины 750 м. на фиксированных горизонтах. Точность $\pm 0,02^\circ\text{C}$.
Относительная влажность атмосферного воздуха (%)	x_8	Влажность воздуха измеряется на высоте 2,2 м. над уровнем океана с точностью $\pm 2,7\%$.
Атмосферное давление (атм.)	x_9	Атмосферное давление фиксируется с точностью $\pm 0,01\%$ на высоте 3 м. над уровнем океана.
Температура атмосферы ($^\circ\text{C}$)	x_{10}	Температура атмосферы измеряется на высоте 2,2 м над уровнем океана с точностью $\pm 0,2^\circ\text{C}$.
Соленость морской воды (%)	x_{11}	Соленость рассчитывается по данным измерений температуры воды и проводимости. Точность $\pm 0,02\%$.

Наконец, чтобы окончательно убедиться в сложности и неоднозначности задачи выбора информативного признака зарождения ТУ укажем на модель, предложенную в [3] и устанавливающую взаимосвязь между процессами дегазации Земли и зарождения ТУ. Показано, что мощные потоки водорода и метана из недр Земли нагревают океаническую воду над акваториями зарождения ТУ резко уменьшают мощность озонового слоя. В результате увеличиваются потоки инфракрасного и ультрафиолетового излучения, которые достигая поверхности океана, также его нагревают. При этом стратосфера разогревается, а тропосфера выхолаживается, что приводит к созданию условий зарождения ТУ.

С учетом сказанного становится ясно, что для решения задачи раннего

обнаружения момента зарождения ТУ необходимо создать процедуру одновременного использования многих индикаторов, обеспечив их оценку в режиме аэрокосмического мониторинга и ранжирование по значимости в каждый момент времени.

Адаптивная многоканальная процедура расчета индикаторов-предвестников тропического урагана по аэрокосмическим измерениям

Итак, пусть имеются m индикаторов-предвестников $\{x_i, i = 1, \dots, m\}$ перехода СОА из фазы шторма в фазу урагана. Схематично процедура принятия решения о таком переходе представлена на рис. 1. Решение может приниматься по каждому индикатору в отдельности или по их некоторой совокупности. При этом для повышения надежности согласно [1] необходимо накопление информации до принятия решения, что снижает вероятность ошибочного решения и повышает вероятность не пропустить момент смены фазового состояния СОА.



Рис. 1. Структурная схема организации мониторинговой системы поиска и обнаружения момента зарождения ТУ.

Пусть система аэрокосмического мониторинга СОА реализует измерения с помощью n сенсоров (радиометров) различных диапазонов волн, каждый из которых работает на фиксированной волне $\lambda_j (j = 1, \dots, n)$. В ре-

зультате в момент t_i на выходе каждого сенсора фиксируются величины Z_{ij} ($i = 1, \dots, M$), такие, что $Z_{ij} = T_j + \xi_{ij}$, где T_j — яркостная темпера- тура участка океана на длине волны λ_j , а ξ_{ij} — случайная величина (шум) с нулемским средним и дисперсией σ^2 .

Пусть связь между яркостной температурой и т индикаторами ТУ является линейной:

$$\begin{aligned} A_{11}x_1 + \cdots + A_{1m}x_m &= T_1 + \xi_1 \\ \vdots & \\ A_{n1}x_1 + \cdots + A_{nm}x_m &= T_n + \xi_n \end{aligned} \quad (1)$$

где A_{ij} — коэффициенты, определяемые в режиме мониторинга участка океана с известными параметрами, на основе которых рассчитываются индикаторы $\{x_i\}$.

Решение системы (1) x_i^* находится из условия, чтобы его дисперсия была минимальна, т. е. $D[x_i^*] \leq D[\tilde{x}_i]$, где \tilde{x}_i — оценка индикатора x_i , полученная любым другим способом. Оценка x_i^* называется σ — решением системы линейных уравнений (1) с возмущенной правой частью [8]. В результате все индикаторы ранжируются и принимающий решение получает возможность выбора наиболее информативных признаков фазового перехода в СОА.

Ясно, что принятие решения о возможности фазового перехода в СОА по одному измерению набора индикаторов с учетом нестабильности будет иметь высокую вероятность ошибки первого рода. Поэтому в [8] была предложена структурная схема мониторинговой системы, позволяющая за счет накопления информации во времени и многоэтапной локализации процедуры поиска аномалий в окружающей среде снижать эту ошибку. В рассматриваемом случае эта схема представлена на рис. 1.

Общая функциональная схема мониторинговой системы представляется в виде совокупности трех подсистем: фиксатора, решателя и искателя. Фиксатор регистрирует данные от сенсоров, решает систему уравнений (1) и запоминает «подозрительные» элементы, фиксируя координаты и значения индикаторов. Решатель анализирует поступающие данные от фиксатора и выносит решение о сигнальном (аномальном) или шумовом (фоновом) характере этих элементов. Искатель, получившись командам решателя, локализует аномалию и начинает координировать функции искателя и решателя по уточнению данных об обнаруженной аномалии. Состояние аномальности СОА задается критериям, определяемым для каждого индикатора или их совокупности. В частности, одним из решений здесь может быть разграничение пространства индикаторов на кластеры и использование ренорм-преобразования [2].

Рассмотрим пространство индикаторов $\Xi_m = \{\Xi_{i_1, \dots, i_m}\}$ размерности n , разделенное на пиксели со стороной h . Поток данных от системы мониторинга характеризуется поступлением вектора $\bar{x} = \{x_i; i = 1, \dots, n\}$ с определенным интервалом времени. Выберем ограниченный интервал T времени мониторинга, характеризуемый набором последовательных моментов $\{t_j; j = 1, \dots, N\}$ поступления данных о состоянии выбранного сектора СОА. С течением времени будем закрашивать ячейки Ξ_{i_1, \dots, i_m} , в которые попадает точка $\{\mathcal{L}_1(t_j), \dots, \mathcal{L}_d(t_j)\}$, где $\mathcal{L}_i(t_j)$ — измеренная величина i -го индикатора в момент времени $t_j \in T$. Следуя теории перколяции [12], будем формировать кластеры, объединяя смежные контактирующие окрашенные ячейки в единую цепочку и оценивая долю крашеных ячеек λ и относительный объем кластерного пространства μ , а также распределение кластеров по размерам.

Структура кластерного пространства зависит от интервала T , выбор которого определяется содержанием конкретной задачи. При непрерывном режиме мониторинга ограниченной акватории океана следует ожидать формирование устойчивой структуры кластерного пространства с выходом параметров λ и μ на асимптотические уровни. При этом характер процесса такого перехода будет отражать изменчивость фазового пространства СОА. Следовательно, рассчитав характеристики кластерного пространства в различных условиях функционирования СОА можно построить решающее правило для оценки момента наступления фазового перехода в динамике СОА.

Другими словами, эмпирическая оценка критических порогов λ^* и μ^* , а также расчет распределения размеров кластеров в момент фазового перехода COA позволяет определить момент времени, когда в системе возникает аномалия. В рассматриваемом здесь случае приближение характерных параметров COA к критическим значениям будет соответствовать приближению момента зарождения троопического урагана.

Средний размер кластера S (число закрашенных ячеек) и корреляционная длина ξ (линейный размер кластера) хорошо аппроксимируются соотношениями:

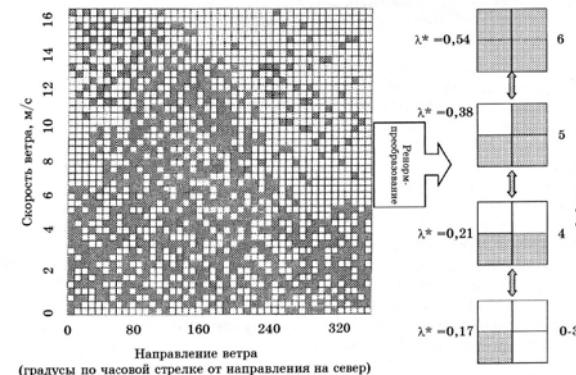


Рис. 2. Фазовый портрет переколационного перехода метеорологической обстановки до и после возникновения урагана Dolly на данных метеостанции 42057 ($16^{\circ}50'2''N$, $81^{\circ}30'2''W$) и 42056 ($19^{\circ}52'27''N$, $85^{\circ}3'33''W$), июль 2008 г. Ураган был зафиксирован 20 июля восточнее побережья Гондураса и действовал до 24 июля 2008 г. Максимальная скорость ветра достигла $x_2 = 170$ км/ч, минимальное атмосферное давление было на уровне $x_9 = 902$ миллибар (26,6 рт. ст.)

Рис. 2 показывает процедуру использования ренорм-преобразования в случае $m = 2$ и $T = 7$ часов для периода зарождения и прохождения тропического урагана Катрина в 2005 г. При этом использованы два индикатора-предвестника: x_1 — скорость ветра и x_2 — атмосферное давление. Видно, что фазовый переход от фонового уровня к штурмовому реализовался при $\lambda^* = 0,203$, а переход к фазе урагана произошел при $\lambda^* = 0,377$.

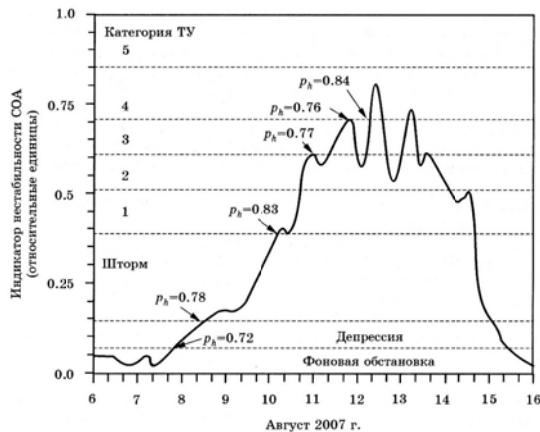


Рис. 3. Динамика состояния СОА по индикатору I для случая ТУ Flossie. Для расчета индикатора использованы данные метеорологической станции № 51003 ($19^{\circ}22'N, 160^{\circ}82'$). Обозначение: p_h — вероятность фазового перехода, рассчитанная по методу последовательного анализа Вальда

Поскольку поток данных от системы мониторинга СОА поступает регулярно с частотой Δt (от системы TAO/TRITON/PIRATA и наземных метеорологических станций через 30 мин.-1 час, от спутников через часы и сутки), то расчет вероятности переключационного перехода СОА зависит от этого режима. Фактически происходит случайное блуждание точки $x = \{x_1, \dots, x_m\}$ в фазовом пространстве Ξ_m , а переключационные переходы соответствуют перемещению этой точки между кластерами.

Для каждого индикатора-предвестника в случае двух фазовых состояний ($\Xi_m = \Xi_1 \cup \Xi_2$) это блуждание эквивалентно смещению проекции точки x на некоторое направление η между кластерами. Отклонение этой проекции от начальной точки отсчета A , выбранной, например, так, чтобы ее координаты были минимальными, представляет собой сумму Σ_ν случайного числа случайных слагаемых. Распределение нормированных моментов $\tau = \nu/E\nu$ первого перехода точки x , например, из Ξ_1 в Ξ_2 описывается функцией распределения Вальда [13]:

$$P(\tau < y) = W_c(y) = \int_0^y w_c(z) dz,$$

где

$$w_c(z) = \sqrt{\frac{c}{2\pi}} z^{-\frac{3}{2}} \exp\left[-\frac{c}{2}(z + z^{-1} - 2)\right],$$

параметр $c = (E\nu)^2(D\nu)^{-1}$, $E\nu$ — среднее значение времени блуждания точки x до ее входа в зону Ξ_2 , $D\nu$ — дисперсия параметра ν .

После большого числа шагов t блуждания точки x при отсутствии критических переходов среднее число N_t закрашенных пикселей пространства

Ξ_m будет равно $N_t = t^{-\theta/2}$, где параметр $\theta \in [1,29 - 2,84]$ оценивается в каждом конкретном случае по результатам моделирования.

На рис. 3 приведен пример расчета вероятности перехода СОА между фазами при использовании индикатора нестабильности I в случае ТУ Flossie, который сформировался в западном секторе Тихого океана и достиг о. Гавайи 15 августа 2007 г. Видно, что все фазовые изменения можно было предсказать с вероятностью более 0,7.

Заключение

За последние годы в проблеме аэрокосмического мониторинга Земли сформировалось новое направление, нацеленное на оперативное исследование параметров СОА по отношению к первичным временным fazам эволюции ТУ [5]. И в первую очередь стоит вопрос о задаче прогнозирования возникновения первичных форм тропического возмущения с последующим его переходом в развитую форму ТУ. В связи с этим возникает проблема детального дистанционного исследования структурных, динамических и термодинамических особенностей тропического возмущения непосредственно в момент образования зрелой формы ТУ.

Описанная в данной работе процедура непрерывного последовательного мониторинга СОА требует дальнейшего совершенствования за счет уточнения набора индикаторов-предвестников ТУ и разработки строгого математического аппарата для прогнозирования фазовых переходов от фона к пятой категории урагана с расчетом соответствующих вероятностных характеристик. Рассмотренные здесь схемы обработки данных мониторинга и примеры прогнозирования моментов зарождения ТУ показывают перспективность предложенного подхода. Но эти схемы требуют оптимизации, как по структуре сбора данных, так и по составу измеряемых параметров СОА. Возникающие здесь задачи требуют дальнейшего рассмотрения множества индикаторов-предвестников и выбора алгоритмов их согласованного применения.

Литература

- Бонду́р В. Г., Кондратьев К. Я., Крапивин В. Ф., Савиных В. П. Проблемы мониторинга и предсказания природных катастроф // Исследование Земли из космоса. 2005, № 1. С. 3–14.
- Соловьев В. Ю. Диагностика системы океан-атмосфера с помощью переключационной модели // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. — 2007, № 5, с. 52–64.
- Сывероткин В. Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. ООО «Геонинформцентр», Москва, 2002, 250 с.
- Хашин А. И. Влияние влажности воздуха и начального вихря на зарождение и развитие тропических циклонов. // Метеорология и Гидрология. — 1983. — № 12. — С. 62–68.
- Шарков Е. А. Аэрокосмические исследования тропических циклонов. // Исследование Земли из космоса. — 1997. — № 6. — С. 87–111.
- Camargo S. J., Emanuel K., and Sotell A. H. Use of a genesis potential index to diagnose ENSO effects on tropical cyclone genesis // Journal of Climate, American Meteorological Society. — 2007. — Vol. 20. — pp. 4819–4834.
- Dunnigan G. M., Diericks J. W. An analysis of super typhoon Tip (October, 1979) // Mon. Wea. Rev. — 1980. — Vol. 108, № 11. — P. 1915–1923.
- Kondratyev K. Ya., Krapivin V. F., and Varotsos C. A. Natural Disasters as Interactive Components of Global Ecodynamics. Chichester, UK: Springer/Praxis. 2006, 578 p.
- LaRosa R. Hurricane suppression by sea surface cooling. Systems, Applications and Technology Conference, 2006, LISAT 2006, IEEE Long Island, pp. 1–5.

10. McBride J. L. Observation analysis of tropical cyclone formation. Part 1 Basic description of data sets // *J. Atmos. Sci.* — 1981. — Vol. 38, № 6. — P. 1117–1131.
11. Montgomery M. T., Farrell B. F. Tropical Cyclone Formation // *J. Atmos. Sci.* — 1993. — Vol. 50, № 2. — P. 285–310.
12. Stauffer D. and Aharony A. Introduction to percolation theory. Plenum Press, New York, 1994, 215 pp.
13. Wald A. Sequential Analysis. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1947, 212 pp.

Bibliography

1. Bondur V. G., Kondratyev K. Ya., Krapivin V. F., Savinikh V. P. Problems of the monitoring and prediction of natural disasters // *Investigation of the Earth from Space*. — 2005. — № 1. — P. 3–14.
2. Soldatov V. Yu. Diagnostics of the ocean-atmosphere system with the percolation model // *Problems of the Environment and Natural resources*. — 2007. — № 5. — P. 52–64.
3. Stvorotkin V. L. Depth degassing of the Earth and global catastrophes. Geoinformcenter Publ., Moscow, 2002. — 250 pp.
4. Hain A. I. Influence of air moisture and start vortex on the origin and evolution of tropical cyclones // *Meteorology and Hydrology*. — 1983. — № 12. — P. 62–68.
5. Sharov E. A. Aerospace investigations of tropical cyclones // *Investigation of the Earth from Space*. — 1997. — № 6. — P. 87–111.
6. Camargo S. J., Emanuel K., and Sobel A. H. Use of a genesis potential index to diagnose ENSO effects on tropical cyclone genesis // *Journal of Climate, American Meteorological Society*. — 2007. — Vol. 20. — pp. 4819–4834.
7. Dunnavan G. M., Diericks J. W. An analysis of super typhoon Tip (October, 1979) // *Mon. Wea. Rev.* — 1980. — Vol. 108, № 11. — P. 1915–1923.
8. Kondratyev K. Ya., Krapivin V. F., and Varotsos C. A. Natural Disasters as Interactive Components of Global Ecodynamics. Chichester, UK: Springer/Praxis. 2006, 578 p.
9. LaRosa R. Hurricane suppression by sea surface cooling. *Systems, Applications and Technology Conference*, 2006, LISAT' 2006, IEEE Long Island, pp. 1–5.
10. McBride J. L. Observation analysis of tropical cyclone formation. Part 1. Basic description of data sets // *J. Atmos. Sci.* — 1981. — vol. 38, № 6. — P. 1117–1131.
11. Montgomery M. T., Farrell B. F. Tropical Cyclone Formation // *J. Atmos. Sci.* — 1993. — Vol. 50, № 2. — P. 285–310.
12. Stauffer D. and Aharony A. Introduction to percolation theory. Plenum Press, New York, 1994, 215 pp.
13. Wald A. Sequential Analysis. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1947, 212 pp.

ДЕЛОВЫЕ НОВОСТИ

РТУТЬ В БИОСФЕРЕ: ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Приглашаем Вас принять участие в работе международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты». Симпозиум проводится Институтом геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН (ГЕОХИ РАН) с 7 по 9 сентября 2010 г.

Основное направление Симпозиума: геохимические и биогеохимические циклы ртути в природных и техногенных процессах. Ртуть считается одним из наиболее опасных загрязняющих элементов окружающей среды на региональном и глобальном уровнях. Международный опыт показывает, что наиболее эффективным является комплексный подход к изучению природных и техногенных циклов ртути. В Российской Федерации и странах СНГ не проводились конференций, посвященных всестороннему обсуждению проблем природных источников ртути, ртутного загрязнения, природных и техногенных циклов миграции этого элемента в окружающей среде и биосфере, экотоксикологическим последствиям.

Основной целью Симпозиума является объединение отдельных исследований для формирования общей картины о состоянии исследований в области биогеохимии, экотоксикологии и аналитики ртути в Российской Федерации и странах СНГ.

Предлагаемые темы

- Глобальные и локальные циклы миграции ртути
- Ртуть в атмосфере: перенос, трансформация и осаждение ртути
- Производство энергии и эмиссия ртути (уголь и другое углеводородное сырье)
- Циклы ртути в различных технологических процессах
- Подвижность и формы нахождения ртути в почвах
- Ртуть и ее соединения в гидросфере
- Ртуть и ее соединения в биосфере
- Ртуть как элемент-индикатор в геохимии
- Метаболизм ртути в организмах
- Воздействие ртути на организм человека
- Биогеохимические ртутные аномалии
- Современные методы определения ртути
- Демеркуризация помещений и ремедиация загрязненных территорий
- Переработка и утилизация ртутьсодержащих отходов

К участию в Симпозиуме приглашаются:

- сотрудники академических и отраслевых институтов, предприятий и компаний
- сотрудники государственных природоохранных структур
- научные сотрудники и преподаватели высших учебных заведений