

56-691 БУС 15
Р.С. Рез. днт.а

ЗАРОЖДЕНИЕ ТРОПИЧЕСКОГО ЦИКЛОНА В ОКЕАНЕ И ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ

К. т. н. И. И. Потапов

(Всероссийский институт научной и технической информации РАН, Москва),
к.ф.-м.н. В.Ю. Солдатов, д.ф.-м.н. В.Ф. Крапивин
(Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва)

TROPICAL CYCLONE ORIGIN IN THE OCEAN AND GLOBAL CLIMATE
I. I. Potapov, V. Yu. Soldatov, V. F. Kravtchuk

Tropical cyclone, search, detection, climate, temperature, heat flux

Обсуждены взаимосвязи тропических циклонов и изменений климата. Анализирована возможность современных систем мониторинга климатической составляющей глобальных процессов. Отмечено, что существующая глобальная статистика еще недостаточно полна для получения достоверных выводов относительно этой взаимосвязи. Предложена принципиальная схема поиска и обнаружения источников тропического циклона. Для решения этой задачи рассмотрены возможности применения кластерного анализа. Указано, что наиболее информативными являются оперативные данные о динамике тепловых потоков на границе атмосфера-океан. В качестве эффективного подхода к решению задачи раннего обнаружения источника зарождения тропического циклона предлагается рассмотреть показатели нестационарности системы атмосфера-океан. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (Грант РФФИ-14-01-31117 мол).

Interdependencies of tropical cyclones and climate changes are discussed. The possibilities of present monitoring systems are analyzed related to climatic component of global processes. It is marked that existing global statistics is not enough complete for receiving the reliable conclusions concerning this interdependency. Principal scheme for the search and detection of tropical cyclone source is proposed. Possibilities of cluster analysis application for the solution of this task are considered. It is shown that operative data about dynamics of heat fluxes in the atmosphere-ocean system are the most informative. Calculation of instability indicator of the atmosphere-ocean system is proposed as efficient approach to the solution of task of earlier detection of tropical cyclone source. This study was supported by the Russian Fund for Basic Researches (Grant 14-01-31117 mol).

Введение

Тропические ураганы 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 [6, 7], однако, до сих пор не решена основная задача их раннего обнаружения, когда отсутствуют видимые признаки зарождения тропического урагана. Зоны Мирового океана, где тропические ураганы возникают, а также возможные пути их распространения хорошо изучены и описаны [1]. В большинстве случаев



контроль этих зон осуществляется совокупностью спутниковых, самолетных, наземных и закоренных в океане станций. В мировом океане вдоль экватора размещена система буйковых станций ТАО/RTGON/PTARA/RAMA, которые являются основной компонентой системы наблюдения за климатом и которые поставляют оперативные данные об основных характеристиках климата. Дополнительно к этой системе в зонах возникновения тропических ураганов создан ряд наземных центров погоды, которые осуществляют мониторинг жизненно важных погодных явлений. Один из таких центров расположен в Карибском бассейне, который осуществляет наблюдения за океанографическими и метеорологическими процессами, регистрируя ключевые параметры: температуру атмосферы и океана, относительную влажность, осадки, солнечную радиацию, давление, скорость и направление ветра.

Несмотря на обширные и оперативные данные об окружающей среде в зонах возможного зарождения тропических ураганов эффективность применяемых средств мониторинга этих зон остается низкой, а окупаемость дорогостоящих тропических ураганов не превышает 35%. Поэтому основная цель многих работ состоит в развитии методов диагностики зарождения тропических циклонов в областях океана, выявляющих их регулярными источниками (своего рода поставщиками), на основе данных дистанционного мониторинга с ИСЗ серии DMSP (радиометр SSM/I, зондировщики температуры SSMT-1 и влажности SSMT-2 атмосферы), Meteosat-3M №1 (радиометр МТВЗД), EOS-Aqua (радиометр AMSR_E), судовых, буйковых, стационарных измерений, а также данных математического моделирования поведения параметров системы "океан - атмосфера" (СОА) на различных стадиях [1-3]:

- (а) стадия, предшествующая появлению тропического циклона;
- (б) стадия возникновения тропического циклона;
- (в) стадия освобления этой области от процессов, связанных с возникновением тропического циклона, т.е. возвращение (релаксация) всех ее параметров в первоначальное состояние.

Важной теоретической целью многих исследований является поиск в этих данных эффектов или закономерностей, которые бы могли объяснить причины и обстоятельства, при которых формирование тропического циклона с переходом его в стадию урагана (тайфуна) становится неизбежным. Особенно важным является поиск связи между интенсивностью процессов тропического циклогенеза и изменением глобального климата.

В работе [4] рассмотрены и оценены глобальные тренды тропических циклонов, а также рассмотрены различные аспекты взаимосвязи между изменениями глобального климата и характеристиками тропических циклонов при выделении австралийской зоны. Отмечено, что существующая глобальная статистика еще недостаточно полна для получения достоверных выводов относительно этой взаимосвязи. В атлантическом регионе Мирового океана, где имеется хорошо организованная система мониторинга тропических циклонов и погоды, обнаружены тренды в интенсивностях тропических циклонов являющиеся устойчивыми. В целом в этом регионе наряду с ростом средней температуры примерно на 0,4°C отмечено возрастание интенсивности тропических циклонов почти на 2%. К сожалению, такие оценки не удается сделать для других регионов по причине отсутствия необходимой статистики. Тем не менее, в заключении 6-го международно-го симпозиума по тропическим циклонам, состоявшегося в 2007 г. в Мельбурне (Австралия), отмечено, что за последние несколько десятилетий поверхности

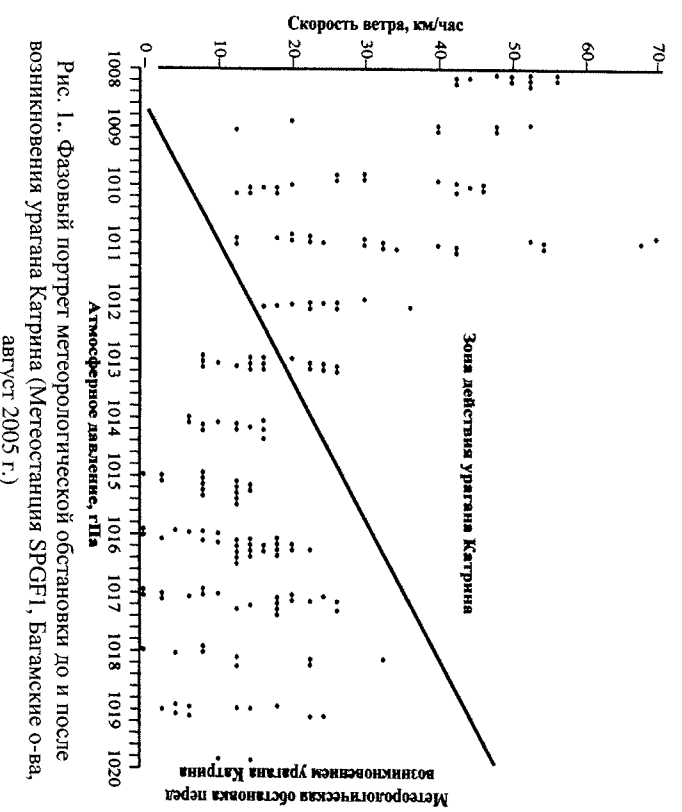


Рис. 1. Фазовый портрет метеорологической обстановки до и после возникновения урагана Катрина (Метеостанция SRGF1, Багамские о-ва, август 2005 г.)

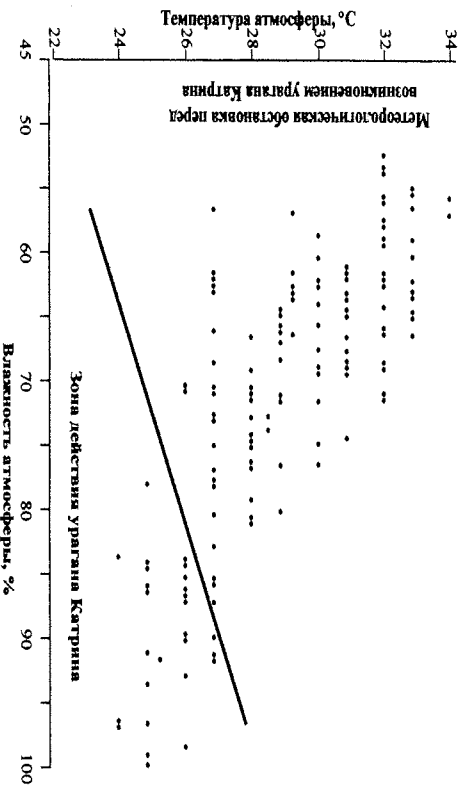


Рис. 2. Фазовый портрет метеорологической обстановки до и после возникновения урагана Катрина (Метеостанция SRGF1, Багамские о-ва, август 2005 г.; 26°42'16" N, 78°59'40" W)

Значение t_0 отождествляется с 1980 г., когда концентрации парниковых газов считаются известными.

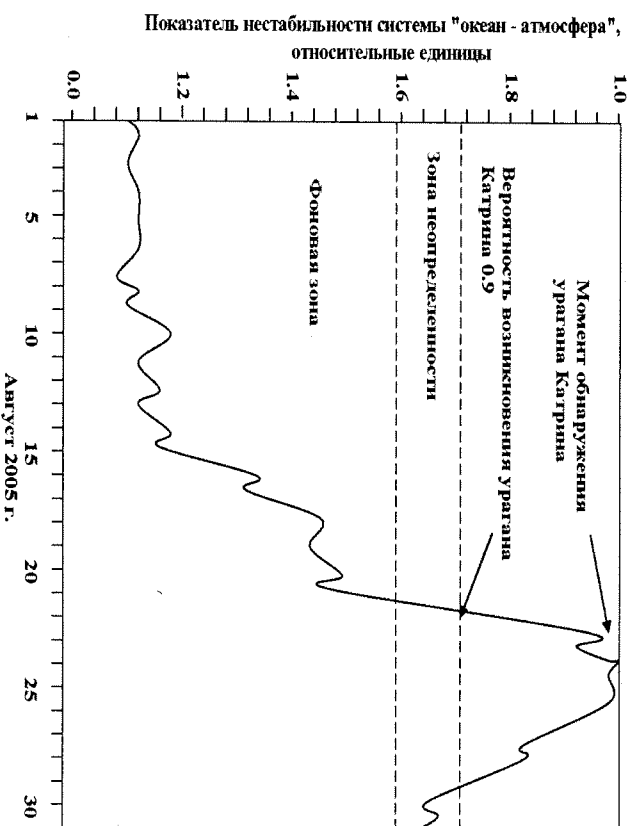


Рис. 3. Динамика индикатора неустойчивости системы "океан-атмосфера", рассчитанного по измерениям TAO/TRITON и спутника Аюа:

x_1 - скорость ветра; x_2 - давление; x_3 - влажность атмосферы;
 x_4 - температура атмосферы

Заключение

Несмотря на прогресс в исследованиях океана и атмосферы с ИСЗ, изучение процессов взаимодействия в СОА все еще остаются главным объектом исследования при оценке изменений глобального климата [1,6,7]. Широкий диапазон пространственно-временных шкал, необходимых для оценки изменчивости энергетического обмена в этой системе, и большое количество параметров, знание которых требуется для достоверной параметризации функций отдельных компонентов климатической системы, делают задачу диагностики тропических ураганов сложной и многогранной, требующей для своего решения развития эффективной информационно-технологии. В последнее время в связи с использованием на спутниковых системах мониторинга радиометров СВЧ-диапазона, таких как SSM/I (*Special Sensor Microwave/Imager*), SSM/TI (*Atmospheric Temperature Profiler*), SSM/T2 (*Atmospheric Water Vapor Profiler*), MIMR (*Multi-frequency Imaging Microwave Radiometer*), AMSU (*Advanced Microwave Sounding Unit*), MHS (*Microwave Humidity Sounding*), МТВЗА (модуль температурно-влажностного зондирования атмосферы), появилась возможность получения более точных оценок параметров СОА и анализа их изменений в широком диапазоне - от суточных