

Возмущения поля температуры поверхности при прохождении тропического циклона в Охотском море

М.С. Пермяков¹, Т.И. Тархова¹, Д.В. Буров², Е.Ю. Поталова¹, М.Е. Голенков¹

¹*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
690041 Владивосток, ул. Балтийская, 43
E-mails: permyakov@poi.dvo.ru, tit@poi.dvo.ru*

²*Морской государственный университет им. Г.И. Невельского,
690059 Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а
E-mail: burov@msun.ru;*

По спутниковым данным проведен анализ пространственно-временной изменчивости поля температуры поверхности моря и его статистических характеристик в области прохождения тропического циклона (ТЦ) «Руса» в 2002 году в Охотском море. В течение нескольких дней до и после прохождения «Руса» для района перекрытия имеющихся данных прослежена изменчивость статистических характеристик полей температуры. Показано, что после ТЦ, гистограммы температуры становятся многомодовыми, возрастает дисперсия, значительно изменяются пространственные корреляционные функции. После ухода ТЦ отмечаются характерные переходные процессы во временном ходе всех статистических характеристик полей температуры.

Введение

Известно, что тропические циклоны (тропические депрессии, штормы, ураганы и тайфуны), как и другие интенсивные синоптические атмосферные процессы, вызывают значительные возмущения в полях гидрологических элементов в верхнем слое океана и морей, которые могут сохраняться длительное время. Несмотря на эпизодичность тропических циклонов, они могут вносить значительный вклад в общую изменчивость верхнего слоя дальневосточных морей, так как они проходят здесь в летне-осенний период максимального прогрева верхнего квазигомогенного слоя. Последствия тайфунов могут сказаться и на характере последующей эволюции гидрологической структуры верхних слоев морей на сезонных масштабах. Однако практически отсутствуют систематические исследования реакции верхнего слоя Японского и Охотского морей на проходящие тайфуны. В настоящее время подобные исследования можно провести только с использованием данных спутниковых дистанционных измерений характеристик поверхности моря [1].

В работе на примере тропического циклона «Руса» в сентябре 2002 года по спутниковым данным проведен анализ пространственно-временной изменчивости поля температуры поверхности и его статистических характеристик в открытых водах Охотского моря.

Данные и методы обработки

Для анализа пространственно-временной изменчивости полей температуры поверхности и их статистических характеристик были использованы данные дистанционного зондирования со спутников серии NOAA с пространственным разрешением в 1.1 км в надире, предоставленных лабораторией спутникового мониторинга ИАПУ ДВО РАН [<http://satellite.dvo.ru>], в области

радиусом 300 км с центром в точке с координатами 54.3° с.ш. и 150.3° в.д. Здесь 3 сентября 2002 г. прошел циклон «Руса» (рис. 1). В этой точке давление в центре циклона составляло 984 мб, а максимальная скорость ветра достигала 35 м/с. Выбирались данные по температуре поверхности, полученные в период 25.08 - 15.09.2002 в районе 152° - 157° в.д. и 52° - 58° с.ш. Пригодными для статистического анализа оказались лишь 7 полей температуры – 3 до (1 и 2.09.2002) и 4 после (4-7.09.2002) прохождения циклона. Был выбран район, ограниченный координатами 54° - 55° с.ш. и 148° - 150° в.д., где плотность данных и их перекрытие для выборок в разные дни оказались максимальными. По этим выборкам проведены оценки основных статистических характеристик полей поверхностной температуры – средние, среднеквадратичные отклонения и построены гистограммы. В этом же квадрате по критерию перекрытия данных и максимальной однородности данных и максимальной однородности поля (после исключения крупномасштабной изменчивости) были выбраны фрагменты поля температур для оценок двумерных корреляционных функций. Одномерные корреляционные функции аппроксимировались гауссианом на малых радиусах для оценки их в нуле. Эта оценка использована для нормировки всех корреляционных функций. Далее строились корреляционные эллипсы, аппроксимирующие изолинии корреляционных функций на уровне 0,7 и характеризующие степень анизотропии статистической структуры полей.

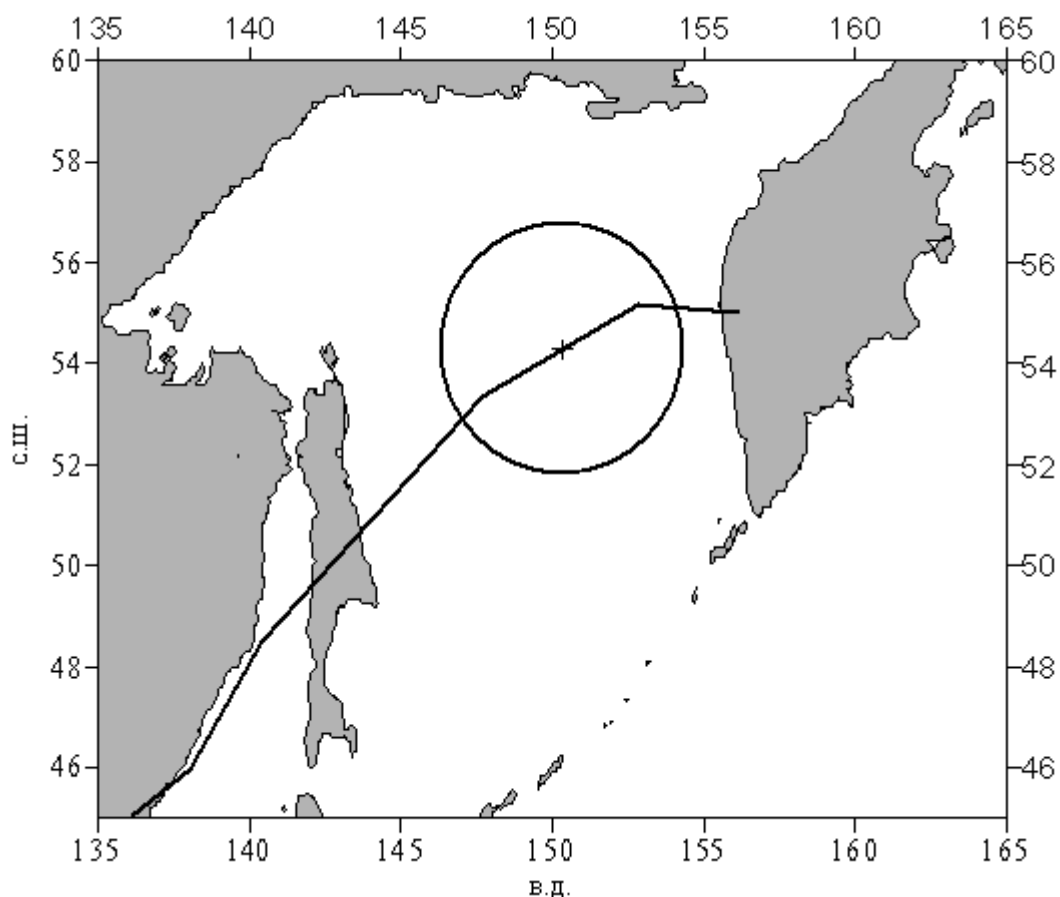


Рис.1. Траектория тайфуна «Руса» и район анализа в сентябре 2002 г.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим изменчивость основных статистических характеристик полей температуры поверхности моря за рассматриваемый период, ход которых в некоторой степени характеризует реакцию верхнего квазиоднородного слоя моря на возмущающее воздействие циклона. На рис. 2 приведены гистограммы распределения температуры поверхности до ТЦ и после. До

прохождения ТЦ «Руса» гистограмма представляет однородную выборку, после циклона четко проявляется многомодовость гистограмм с двумя - тремя основными максимумами. После ухода циклона из рассматриваемой области отмечается смещение гистограмм и сближение мод в них, что отражает процессы восстановления фоновых условий в верхнем слое моря. Левые пики гистограмм относятся к относительно холодным водам, которые, вероятно, образуются в областях подъема (апвеллинга), связанных с неравномерностью ветрового напряжения трения на поверхности. Ветровое воздействие ТЦ приводит к возникновению дрейфовых течений в довольно тонком (20-30 м) приповерхностном квазиоднородном слое, которые так же дают вклад в изменчивость температуры через адвективные процессы. Ход средних значений температуры и среднеквадратичных отклонений на рис.3 отражает переходной процесс постепенного восстановления поля температуры после ухода тайфуна.

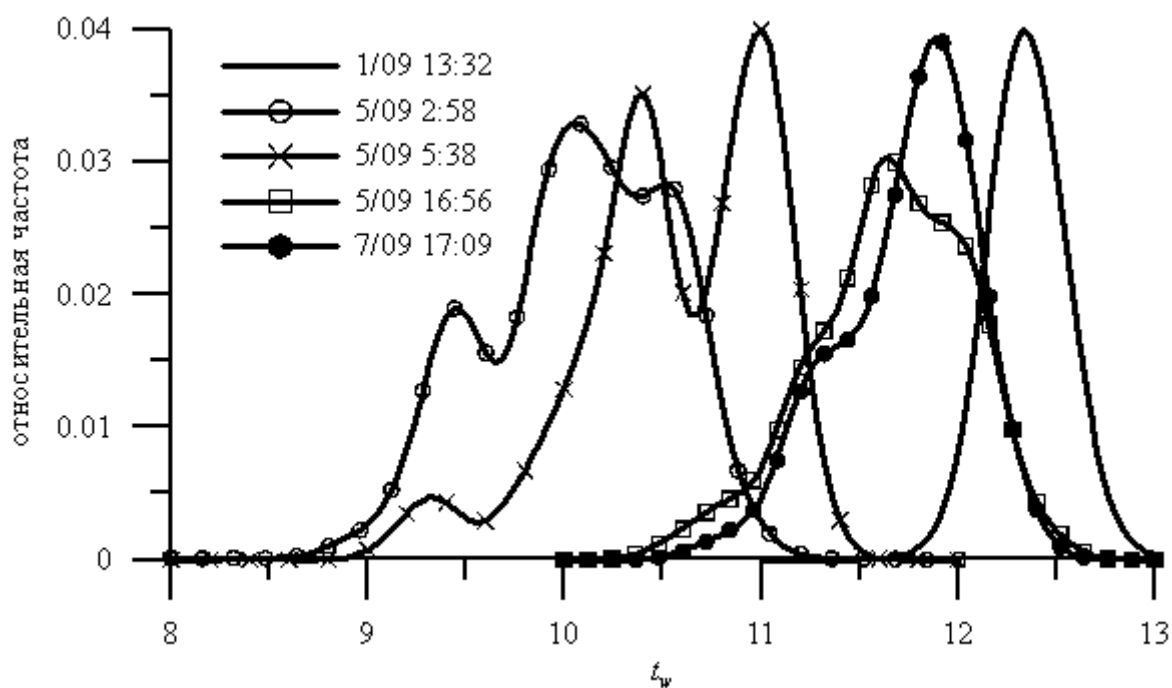


Рис.2. Гистограммы температуры поверхности моря для выделенного района 54-55⁰ с.ш., 148-150 в.д. до и после прохождения тайфуна «Руса»

Изменчивость статистической структуры полей температуры на масштабах менее 20 км четко проявляется в форме двумерных корреляционных функций. Наиболее показательны здесь корреляционные эллипсы, характеризующие анизотропию статистической структуры полей. Рис. 4 демонстрирует изменения в размерах и ориентации корреляционных эллипсов для уровня 0.7 корреляционной функции. После ухода ТЦ параметры эллипсов указывают на увеличение масштабов неоднородностей и изменения в их ориентации, определяемой, скорее всего, направлением поверхностных дрейфовых течений. Из-за отсутствия данных по району нам не удалось проследить переходной процесс возвращения параметров эллипсов к фоновым значениям на периоде более 4-х дней, но видно, что статистическая структура восстанавливается дольше, чем характеристики на рис.3. Так, масштаб эллипсов остается практически постоянным в течении 4-х дней после ухода ТЦ.

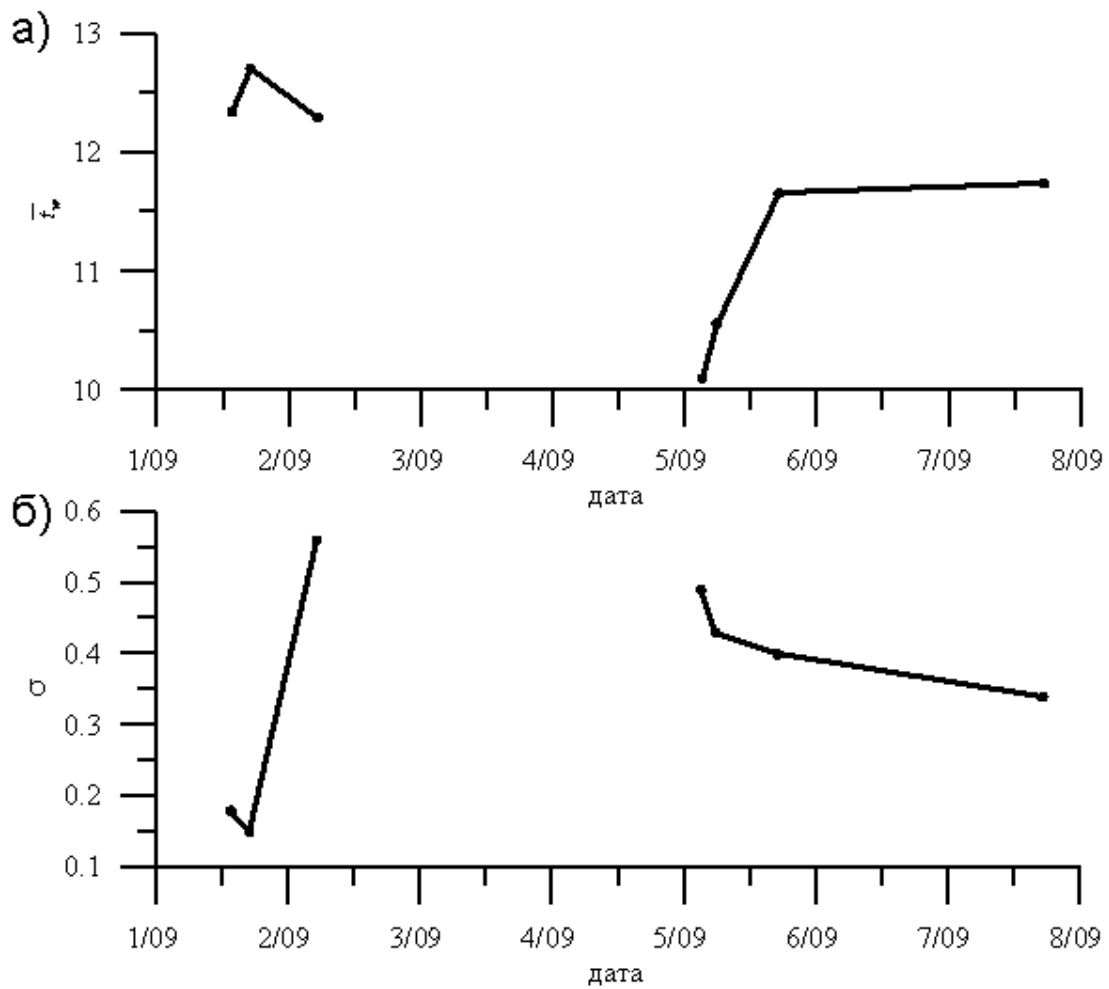


Рис.3. Динамика характеристик полей температуры поверхности.
 а) средние значения (t_w); б) среднеквадратичные отклонения (σ)

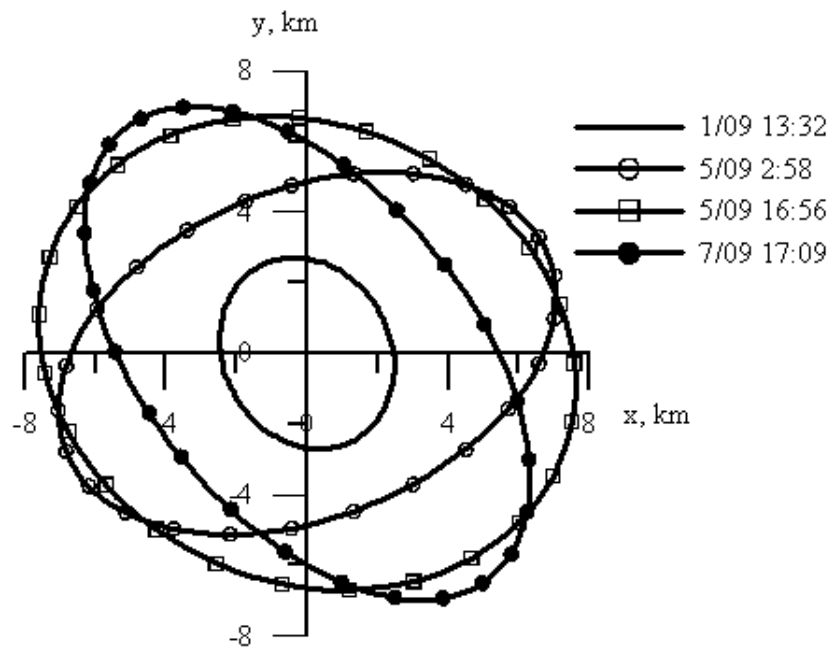


Рис.4. Изменчивость корреляционных эллипсов

Заключение

Результаты работы показывают значительную пространственно-временную изменчивость полей температуры поверхности Охотского моря и их статистических характеристик при прохождении тропических циклонов. Аналогичные выводы были сделаны в работе относительно реакции полей концентрации хлорофилла на прохождение ТЦ [1]. Все это указывает на необходимость учета пространственно – временной изменчивости полей приповерхностного слоя океана, связанной с синоптическими атмосферными процессами, в том числе и с тропическими циклонами, в процедурах обработки данных дистанционного зондирования и при их обобщении.

Литература

1. *Пермяков М.С., Акмайкин Д.А., Салюк П.А., Букин О.А., Тархова Т.И., Смолин П.В.* Влияние тайфунов на поля концентрации хлорофилла «а» по данным сканера цвета морской воды SeaWiFS // Исследование Земли из космоса, 2005. № 5. С.56-62.