

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ И ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ВОД БАРЕНЦЕВА МОРЯ

*A.H.Морозов, В.М.Кушипир,
С.В.Станичный, С.В.Федоров*

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: amtor@yandex.ru

Э. Хансен, В.К.Павлов
Norwegian Polar Institute
Hjalmar Johansen, 14, N-9296, Tromsoe,
Norway
E-mail: Edmond.Hansen@npolar.no

Рассматриваются результаты сопоставления значений поверхностной температуры спутниковых - AVHRR, помесячно осредненных, 9 км - данных с данными точечных измерений, взятых из исторической базы данных BarCode, для акватории Баренцева моря ($\lambda=15^{\circ}-55^{\circ}$ в.д., $\phi=68^{\circ}-78^{\circ}$ с.ш.). Приводится распределение плотности вероятности разности температур и его аппроксимация аналитическими функциями. Обсуждается физическая природа распределения по акватории моря среднеквадратического отклонения разности температур.

Введение. Измерения температуры морской поверхности со спутников является качественно иным источником информации по отношению к точечным измерителям. При сравнительно небольших затратах спутниковые измерители дают возможность наблюдения за состоянием поверхностной температуры на обширных акваториях Мирового океана. Спутниковая информация о поверхностной температуре используется, в настоящее время, при исследовании различных явлений в морях и океанах: от исследования мезомасштабных процессов [1, 2, 3] до изучения годовой [4, 5, 6] и межгодовой изменичивости [4, 5, 7]. Вопрос калибровки спутниковых измерителей представляется актуальным, и в основном в зависимости от задачи решается путем сопоставления данных из разных источников [1, 7, 8, 9]. Дополнительный интерес к вопросу калибровки спутниковых

просу калибровки спутниковых измерений температуры поверхности моря, придает создание новых спутниковых измерителей [9], а также наличие временных трендов у действующих измерителей [8].

При выполнении работ по CLG [10] на-ми была предпринята попытка совместного использования спутниковой информации и исторической базы гидрологических данных для получения детального годового хода 3-D распределения температуры, и также ее межгодовой изменчивости в акватории Баренцева моря. В рамках проекта решалась задача согласования спутниковых и точечных *in-situ* измерений температуры поверхности моря. Результаты этой работы и являются предметом данного доклада.

Источники информации. В качестве источника спутниковой информации были использованы данные, полученные радиометрами AVHRR [11], установленными на спутниках NOAA, Интернет адрес [12]:

- район Баренцева моря $\lambda=15^{\circ}-55^{\circ}$ в.д.,
 $\phi=68^{\circ}-78^{\circ}$ с.ш.;
- дневные, помесячно осредненные, разрешение 9 км (сегмент ~ 3 км * 9 км);
- временной интервал наблюдений с 01.1985 по 05.2003.

В качестве источника данных прямых измерений температуры была использована историческая региональная база гидрологических данных BarCode [13], содержащая более 160000 станций, выполненных в акватории Баренцева моря с 1890 по 1998 годы.

Подготовка данных. Для проведения анализа на первом этапе был сформирован массив данных содержащий температуру, взятую из базы данных BarCode ($T_{Barcode}$): критерий отбора времени проведения измерений от 01.1985 по 05.2003 и наличие данных измерения на нулевом уровне. После этого для каждого элемента массива на основе пространственно-временной линейной интерполяции рассчитывалось значение температуры измеренной со спутника ($T_{AVHRRMonthly}$). Точки, в которых не хватало хотя бы одного элемента, необходимого для расчета требуемых параметров интерполяции, исключались из массива. Количество элементов в подготовленном массиве составило более 22000 (массив представлен на рис. 1 в виде зависимости $T_{Barcode}$ от $T_{AVHRRMonthly}$).

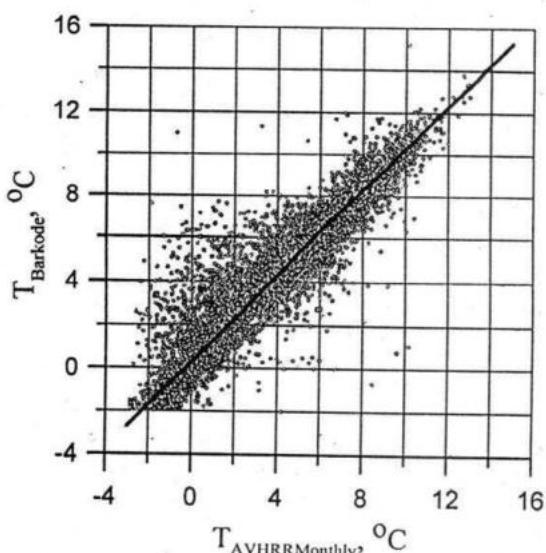


Рис. 1 – Зависимость T_{Barkode} от T_{AVHRR}

Результаты и обсуждение. Для получения первичной оценки рассогласования данных спутниковых и прямых измерений поверхностной температуры мы исходили из предположения простейшей линейной зависимости (рис.1 - толстая черная линия):

$$T_{\text{Barkode}} = a + T_{\text{AVHRRMonthly}} \quad (1)$$

при этом параметром для анализа удобно было выбрать разность температур:

$$\delta T = T_{\text{Barkode}} - T_{\text{AVHRRMonthly}} \quad (2)$$

На рис. 2 представлено распределение плотности вероятности

$$\phi(\delta T) \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} \phi(x) dx = 1 \right\}.$$

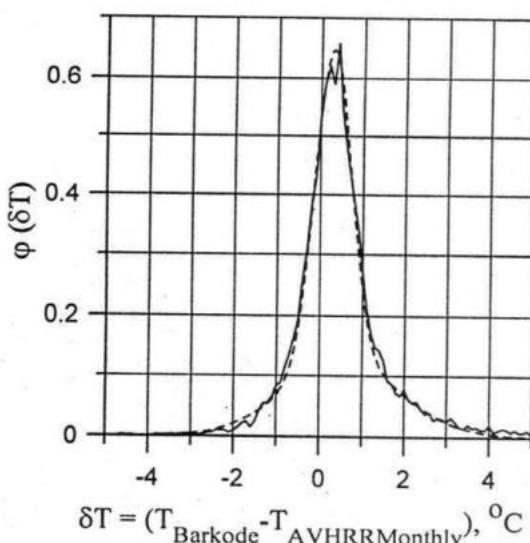


Рис. 2 – Плотность вероятности

Из рисунка можно видеть наличие некоторого смещение максимума распределения плотности вероятности (сплошная линия) приблизительно на 0.3 °C, т.е. показания прямых измерений по значению несколько превышают значения, полученные со спутников. Результат в некоторой мере кажется неожиданным, так как для анализа были взяты дневные спутниковые данные, содержащие дневной прогрев верхнего слоя [6], и, кроме того, точечные in-situ измерения, как правило, производятся на глубине 0.5 – 2 м, а спутниковые относятся к узкому приповерхностному слою. Полученное распределение плотности вероятности обладает некоторой асимметрией и достаточно хорошо может быть аппроксимировано суммой двух гауссовых распределений:

$$\phi(\delta T) = \{ 0.53 * \exp(-((\delta T - 0.3) / 0.6)^2) + 0.12 * \exp(-((\delta T - 0.5) / 2)^2) \}$$

соответствующая зависимость представлена на рис.2 пунктирной линией. Не совсем понятно имеет ли полученная аппроксимация физический смысл или же является следствием пространственной неравномерности выборки данных прямых измерений. Чтобы это выяснить было получено распределение среднеквадратического расхождения температур с учетом соотношения (1) по акватории Баренцева моря, которое представлено на рис. 3. Для получения распределения использовались пространственные скользящие окна размером 50км*50км, окна с количеством измерений менее 30 исключались, для интерполяции данных на

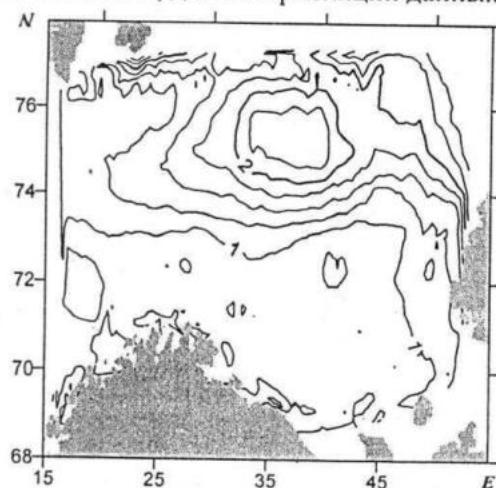


Рис. 3 – Распределение с.к.о. δT

регулярную сетку использовалась триангуляционная линейная интерполяция. На рисунке можно видеть районы с большим значением с.к.о. В частности, изолированная область со значением с.к.о. более 2 °С хорошо привязана к топографии дна Баренцева моря и находится над Центральной банкой с глубиной моря менее 200 метров. Возможной причиной наблюдаемого распределения с.к.о. может быть наличие полей битого мелкого льда в районах с повышенным значением с.к.о., которые соответствуют районам ледообразования. С нашей точки зрения аппроксимация полученного распределения плотности вероятности двумя гауссовыми распределениями может иметь физическую интерпретацию. Первое слагаемое правой части (3) – характеризует погрешности измерения в незамерзающих районах Баренцева моря, вызванные неопределенностью сопоставления точечных и

параметров согласования данных спутниковых и прямых измерений температуры в акватории Баренцева моря. При использовании спутниковых данных для дополнения временных рядов исторических гидрологических наблюдений с целью изучения межгодовой (низкочастотной) изменчивости целесообразно оказалось определение параметров согласования для каждого рассматриваемого района. В частности вдоль Кольского климатического разреза с 70° до 74° N (33.5°E) диапазон изменения параметра согласования составил более 1°C, что по величине превышает амплитуду межгодовой изменчивости (рис.4 - верхний – полосно-профильтированный индекс Северо-Атлантического колебания, нижний – низкочастотная составляющая температуры поверхности моря из Barkode, дополненная скорректированными спутниковыми данными, для района 33°-34°E, 70°-70.5°N).

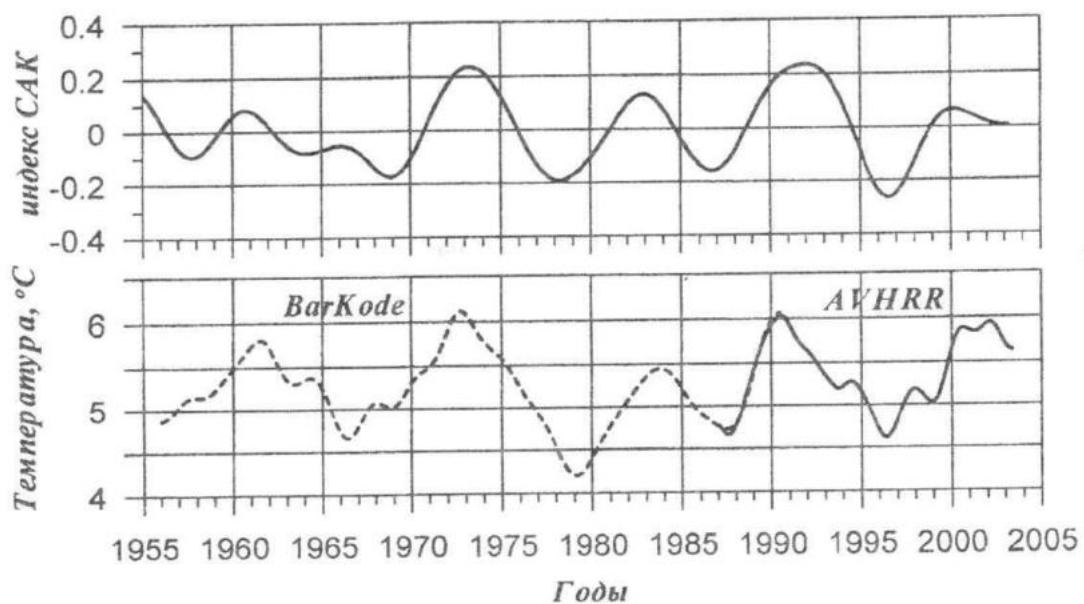


Рис. 4 – Низкочастотные составляющие индекса САК и температуры поверхности для района 33°-34° в.д., 70°-70.5°с.ш.

площадных измерений температуры, и дополнительно тем обстоятельством, что в качестве исходной спутниковой информации были взяты помесячно осредненные данные. Второе слагаемое – характеризует районы моря, в зимнее время покрывающиеся льдом. Коэффициенты при слагаемых характеризуют пространственное распределение выборки данных прямых измерений.

Результаты предыдущего раздела демонстрируют наличие географической зависи-

Выводы. Выполненное сопоставление данных спутниковых и прямых измерений температуры поверхности вод Баренцева моря показало наличие постоянного расхождения показаний ~0.3°C и географической зависимости параметров согласования, возможно определяемой процессами ледообразования в рассматриваемом районе.

Спутниковые данные достаточно адекватно представляют относительные характеристики распределения поверхностной температуры (пространственные и времен-

ные градиенты), при использовании же абсолютных значений необходимо производить коррекцию данных с учетом района исследований, при этом для определения параметров коррекции могут быть использованы региональные исторические базы гидрологических данных.

Работа выполнена при поддержке NATO SCIENCE PROGRAMME Cooperative Science and Technology Sub-Programme COLLABORATIVE LINKEGE GRANT EST. NUKR. CLG 980992.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевцов В.П., Алексашина Н.Г., 2004: "Подспутниковые наблюдения за мезомасштабными процессами в океане методом акустического зондирования", Океанология, Т44, № 1, – С. 62-69.
2. Ginsburg A.I., Kostianoy A.G., Soloviev D.M., Stanichny S.V., 2000: "Remotely sensed coastal/deep-basin water exchange processes in the Black sea surface layer", Satellites, Oceanography and Society, – Р. 273-287.
3. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Соловьев Д.М., Станичный С.В., 2000 : "Эволюция вихрей и струй в северо-восточной части Черного моря осенью 1997 г. (спутниковые наблюдения) ", Исслед. Земли из космоса, № 1, – С. 3-14.
4. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А., 2004: "Сезонная и межгодовая изменчивость температуры поверхности Каспийского моря", Океанология, Т44, № 5, – С. 645-659.
5. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А., 2001: "Об использовании спутниковых данных в исследовании сезонной и межгодовой изменчивости температуры поверхности Черного моря", Исслед. Земли из Космоса, №1, – С. 51-61.
6. Бабий М.В., Букатов А.Е., Станичный С.В., 2002: "Аппроксимационная модель температуры поверхности Черного моря по спутниковым измерениям 1991-1998 г.", Системы контроля окружающей среды. Сб. научных тр., МГИ НАНУ, Севастополь, – С. 243-250.
7. Lawrence S.R., Llewellyn-Jones D.T., Smith S.J., 2004: "The measurement of climatic change using data from the Advanced Very High Resolution and Along Track Scanning Radiometers", Journal Geophysical Research, V 109, C08017, – 16 p.
8. Zhang, H.-M., Reynolds R.W., and Smith T.M., 2004: "Bias Characteristics in AVHRR sea surface temperature", Geophys. Res. Lett., 31, L01307.
9. Ricciardulli L. and Wentz F. J., 2004: "Uncertainties in the sea surface temperature retrievals from space: Comparison of microwave and infrared observations from TRMM", V109, №C12, C12013, – 16 p.
10. Collaborate Linkage Grant, 2004-2006: "Reconstruction near-bottom Currents in the Barents Sea as the Basis of Calculation of Dangerous Pollutions Transport", 980992.
11. Cracknel, A.P., 1997: "The Advanced Very High Resolution Radiometer", Taylor and Francis, Philadelphia, Pa., – 534 p.
12. <http://poet.jpl.nasa.gov>
13. Golubev V.A., Zuev A.N., 1999, "Word. Climatic Research Programm. Arctic Climate System Study. Barents and Kara Seas oceanographic Data Base (BarKode). " Ed. by C. Oelke. IACPO Informal Report. #5 – 213 p.