Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»
Москва, ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 г.

Возможности использования методики определения общего содержания озона и динамики стратосферы с геостационарных спутников Земли

Поляков А.В.(1), Нерушев А.Ф.(2), Крамчанинова Е.К.(3), Тимофеев Ю.М.(2), Успенский А.Б.(3)

(1) Санкт-Петербургский гос. Университет, Физический факультет, (2) Научно-производственное объединение "Тайфун", (3) Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «ПЛАНЕТА»

На ГС «Meteosat» функционирует аппаратура SEVIRI, измеряющая уходящее излучение Земли в ряде каналов в видимой и ИК- областях спектра (в том числе, в полосе поглощения озона в окрестности 9.6 мкм) с высокой частотой (каждые 15 мин.) и высоким пространственным разрешением (до 3x3 км^2).

Meteosat Second Generation (MSG)

MSG состоит из 4-х геостационарных спутников, работа которых планируется до 2018. Meteosat-8 был запущен 2002 г., Meteosat-9 в 2006.

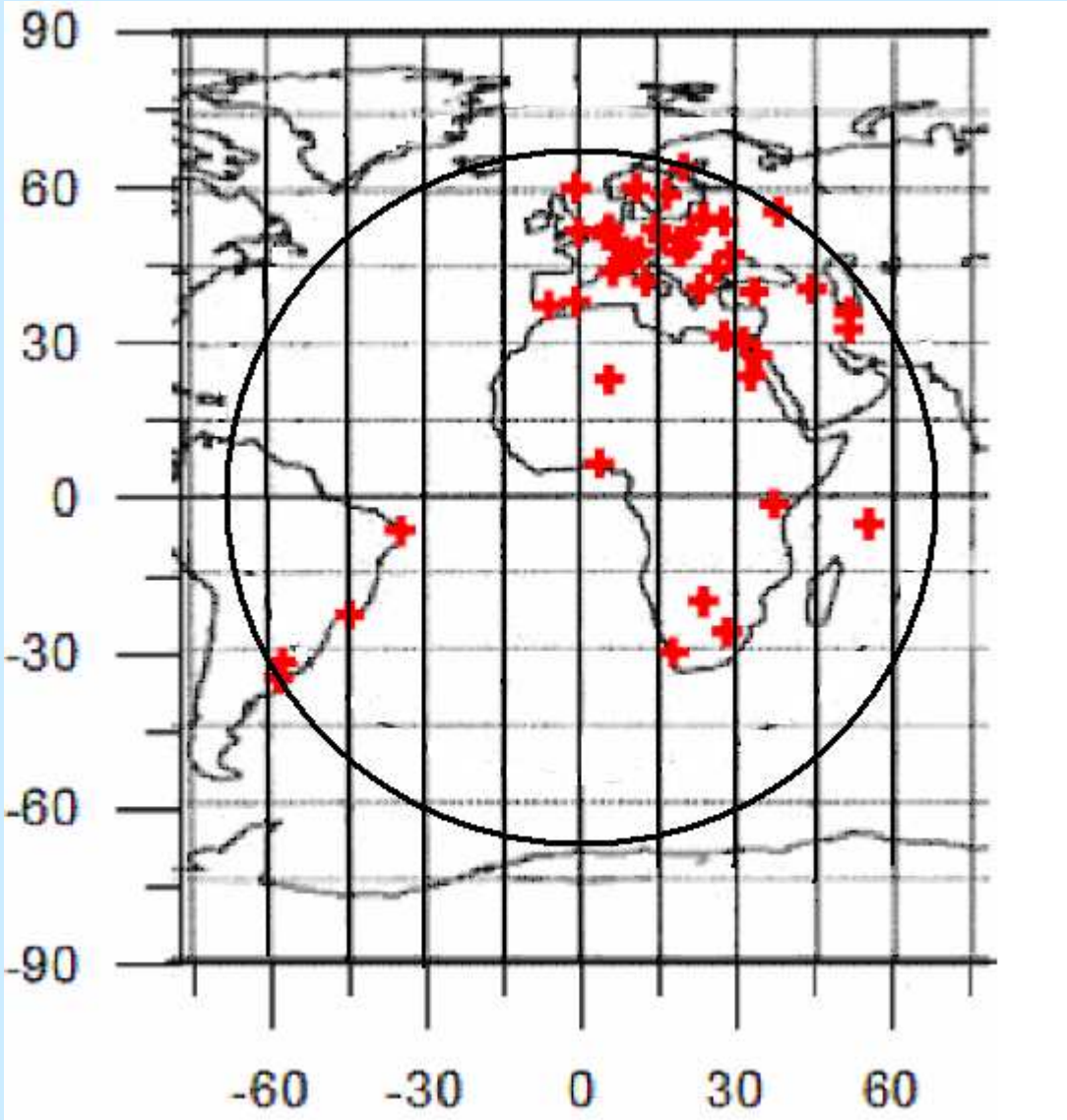
Спутники оснащаются прибором the Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager (SEVIRI), который измеряет уходящее излучение с горизонтальным разрешением 3x3 км в 12 спектральных каналах каждые 15 минут.

Мы используем результаты измерений SEVIRI в 8-и ИК спектральных каналах (вариант +3 ВИД и БИК канала).

SEVIRI is the scanner carried aboard the MSG satellite

Channel	Bands	Spectral Band µm
HRV	Visible and near Infra-red	Broadbank (peak within 0.6 - 0.9)
VIS 0.6		0.56 - 0.71
VIS 0.8		0.74 - 0.88
IR 1.6		1.50 - 1.78
IR 3.9	Window	3.48 - 4.36
IR 8.7		8.30 - 9.10
IR 10.8		9.80 - 11.80
IR 12.0		11.00 - 13.00
IR 6.2	Water Vapour	5.35 - 7.15
IR 7.3		6.85 - 7.85
IR 9.7	*Ozone*	*9.38 - 9.94*
IR 13.4	Carbon Dioxide	12.40 - 14.40

Пространственное разрешение (км): каналы - HRV=1; VIS,IR=3.
Случайные погрешности - около 0.25K
Период измерений – каждые 15 минут



Область наблюдений аппаратуры SEVIRI и положения станций озонометрической сети.

Эти измерения позволяют получать данные об общем содержании озона (ОСО), представляющие значительный интерес при изучении мезомасштабных вариаций ОСО, региональных оценок УФ освещенности поверхности Земли в оперативном режиме, а также, в перспективе, многолетних трендов ОСО.

Однако погрешность измерений ОСО только по данным SEVIRI относительно велика - 10-15%, как показано в работе

Поляков А.В., Тимофеев Ю.М. О точности определения общего содержания озона с помощью аппаратуры SEVIRI на геостационарном спутнике Meteosat-8 // Исследования Земли из космоса. –2007. –№2. – С3–9.

Высокая частота наблюдений пространственных полей ОСО может также в принципе (при достижении достаточной точности и полноты покрытия поверхности Земли) позволить получать поле ветра в стратосфере, аналогично определению поля ветра в тропосфере с помощью определения перемещений «облаков водяного пара», помочь в изучении динамических характеристик стратосферы.

SEVIRI не позволяет определять ОСО с приемлемой точностью - надо привлекать дополнительную информацию

В данной работе развивается подход к определению ОСО с геостационарных спутников, основанный на совместном использовании измерений с полярных и ГС спутников.

Для повышения точности определения ОСО в разрабатываемой методике предлагается использовать дополнительно большой объем информации.

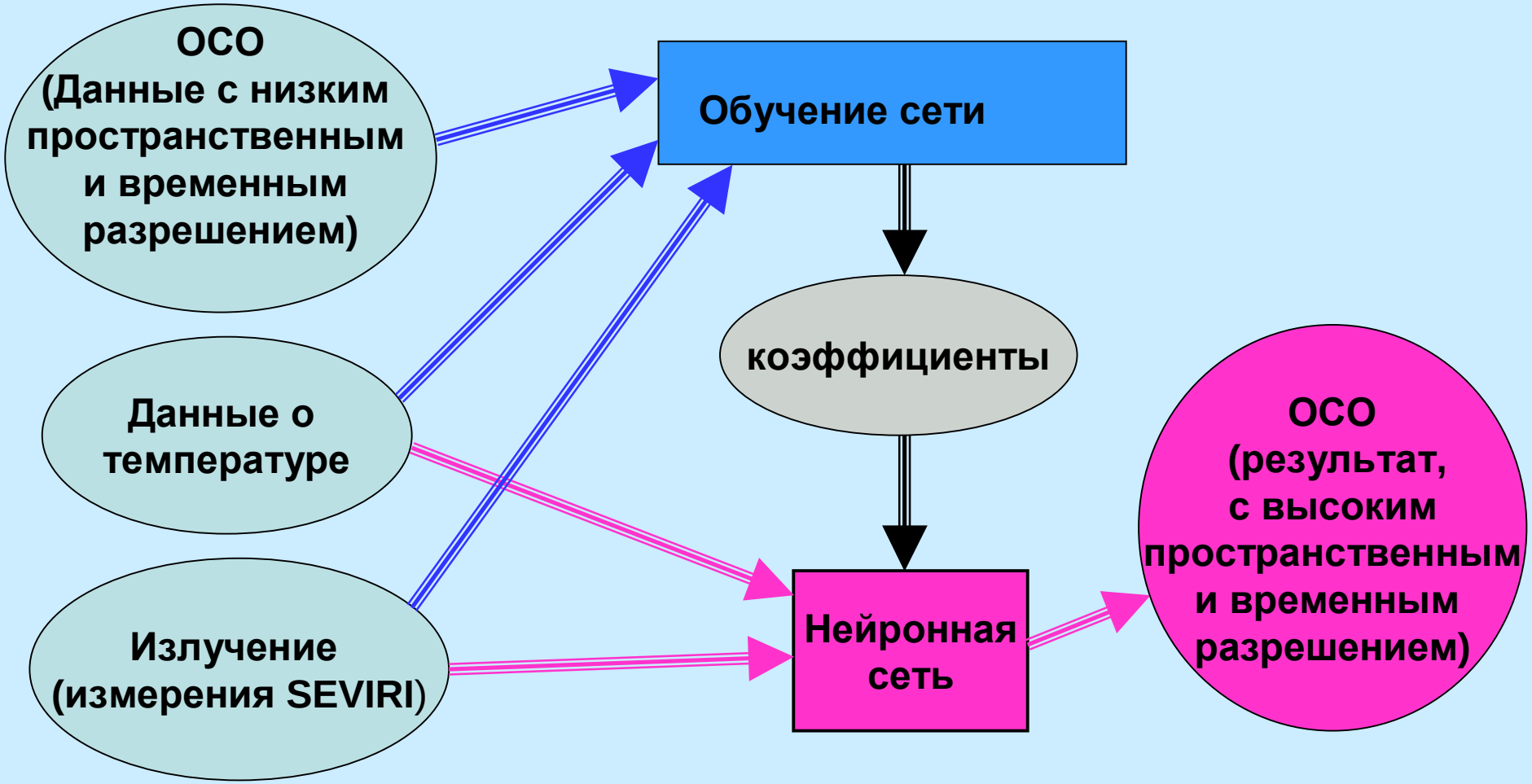
Кроме измерений SEVIRI используются:

1. Данные измерений прибора AIRS на полярном спутнике – пространственные поля температуры на 22 уровнях в атмосфере (за 3 дня измерений)

2. Спутниковые измерения ОСО по данным OMI

Для контроля качества различных данных по ОСО используются измерения ОСО наземной международной сетью наблюдений.

Основные потоки данных при обучении сети и решении обратной задачи определения ОСО



Обучающая выборка

Тестовая выборка или обработка данных

Ранее в работе

А.В. Поляков, Ю.М. Тимофеев Определение общего содержания озона с геостационарных спутников Земли // Изв РАН ФАО. – 2008. –Т 44. –№6. –С 804 – 811

нами была предложена сходная методика, но она обеспечивала согласие определяемого ОСО с наземными измерениями **6.5%** при покрытии **20-50%** площади, что было недостаточно для анализа динамики стратосферы.

Здесь мы предлагаем дальнейшее развитие методики, позволившее повысить качество результатов и уменьшить отличие от наземных измерений до **5%,** а покрытие увеличить до **90%** и более.

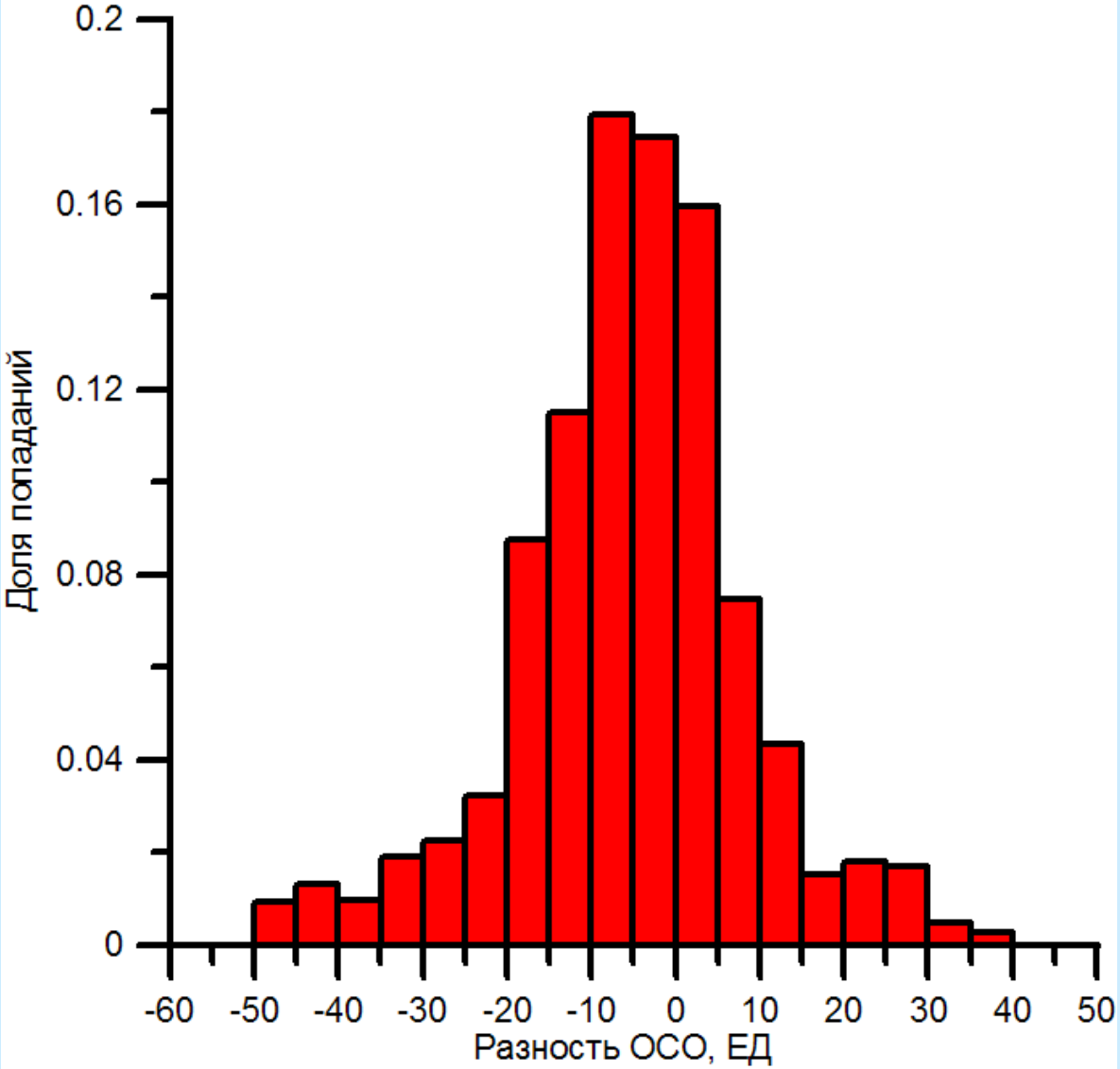
Основные отличия нового варианта методики:

1) Изменен набор предикторов – не используются температура поверхности и профиль температуры ниже 850 мб
2) Для обучения сети используются данные об ОСО OMI вместо данных AIRS
3) Привлекаются данные о температуре за 3 дня

Характеристики восстановленных по измерениям SEVIRI ОСО и их отличие от данных ОМИ (погрешность аппроксимации).

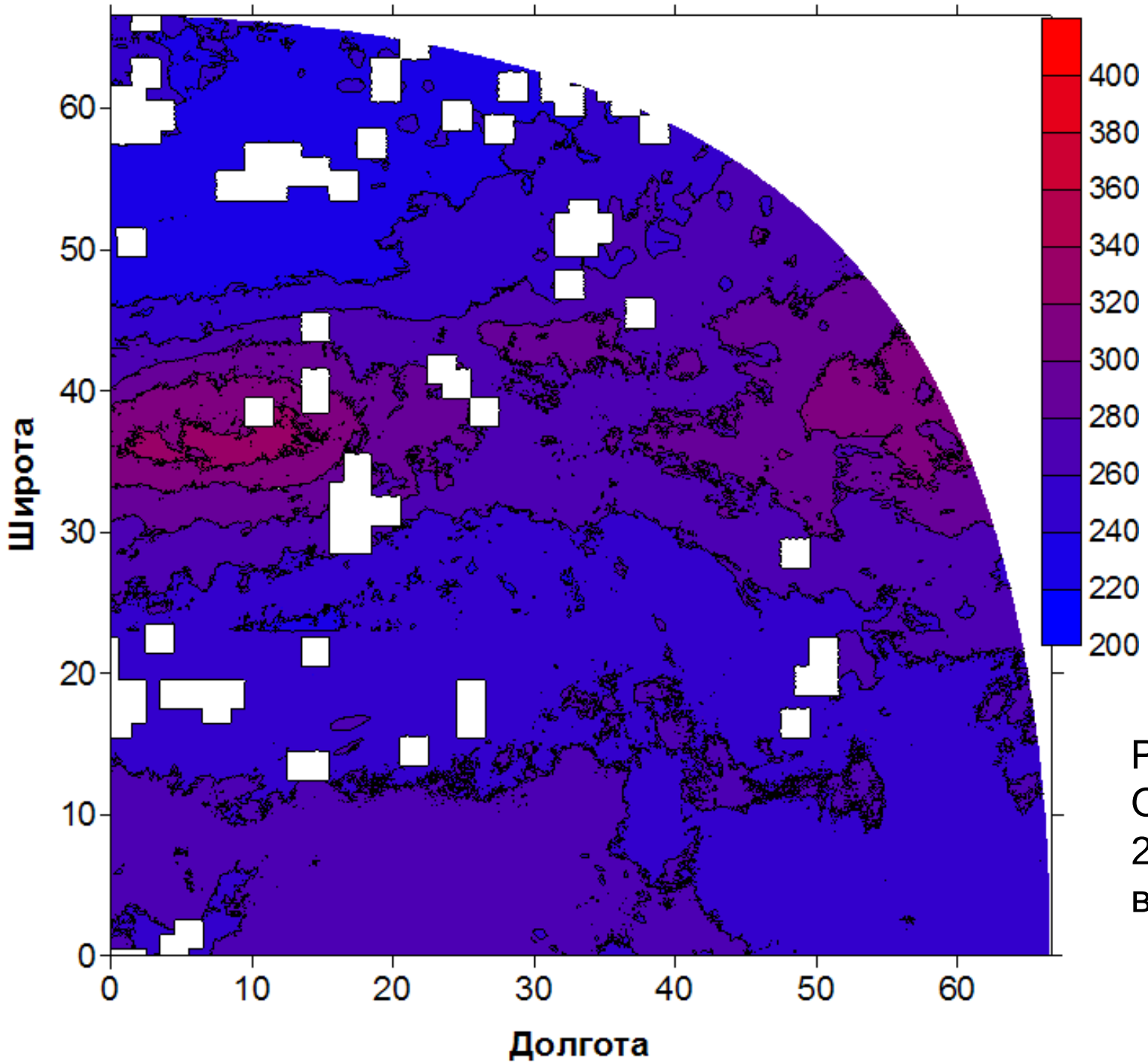
Дата	Средняя разность, ЕД / %	Ср. кв. разность, ЕД / %
20071114	-0.1 / 0.0	4.9 / 1.8
20071215	0.1 / 0.0	5.1 / 1.9
20080115	0.0 / 0.0	5.6 / 2.1
20080215	-0.1 / 0.0	4.6 / 1.7
20080315	0.0 / 0.0	5.4 / 2.0
20080416	0.0 / 0.0	6.0 / 2.1
20080515	0.0 / 0.0	5.7 / 2.0
20080616	0.0 / 0.0	5.0 / 1.8
20080715	0.0 / 0.0	4.9 / 1.8
20080915	0.0 / 0.0	5.1 /1.9
20081112	0.1 / 0.0	4.5 / 1.7
20081115	0.1 / 0.0	4.4 / 1.6
среднее	**0 / 0**	**4.9 / 1.8**

Сравнение восстановленного по данным SEVIRI ОСО с данными наземной сети



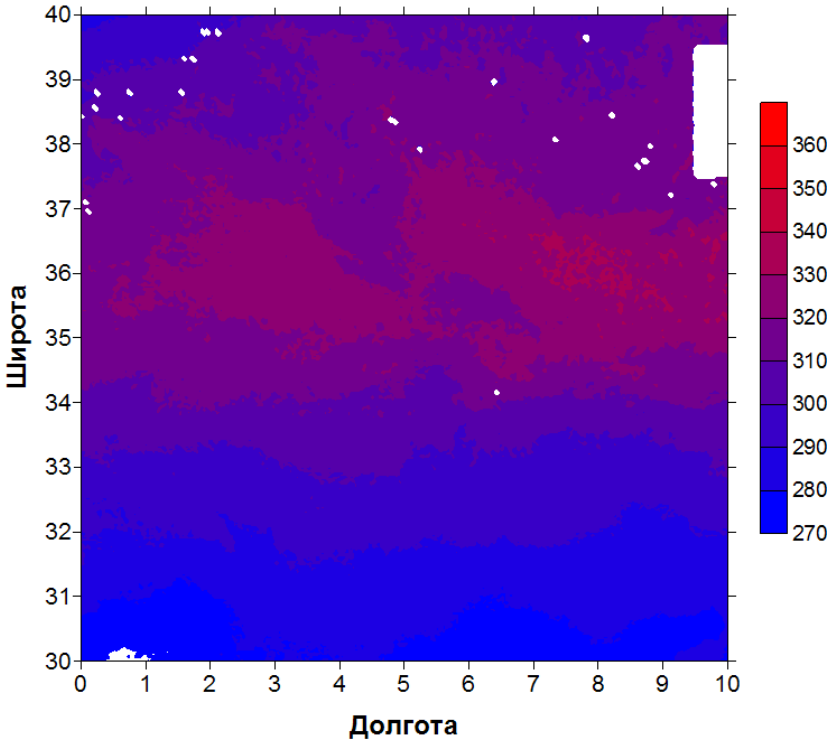
12 дней 58 измерений. Среднее отличие от WOUDC -1.4%, среднеквадратичное 5%, коэффициент корреляции 0.95.

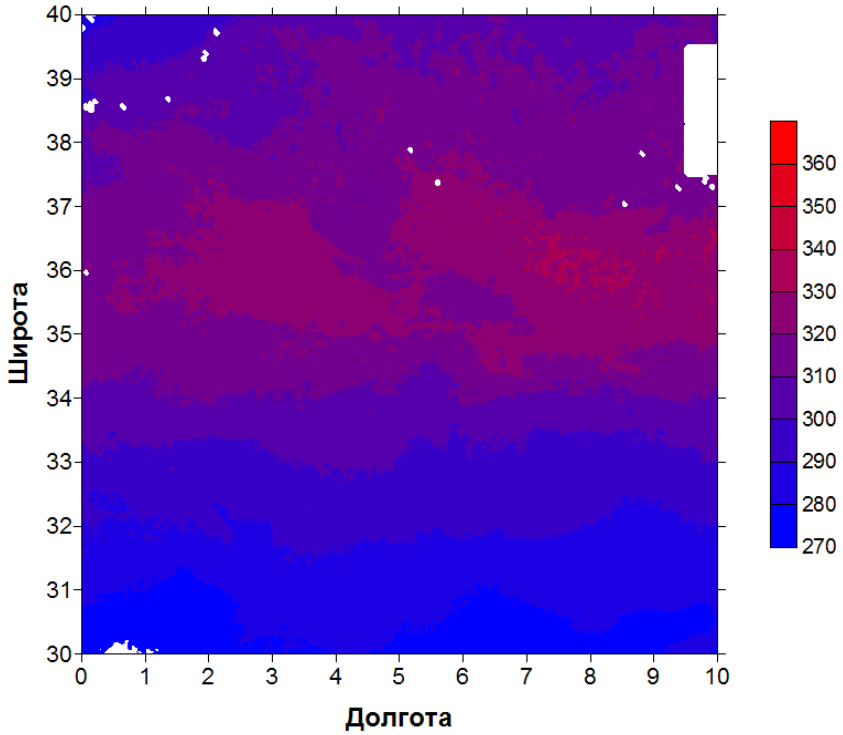
Рис. Гистограмма распределения разности SEVIRI – WOUDC.



Распределение ОСО, Е.Д., 2008/11/15 в 11:30

Распределение ОСО 2008 11 15 11:30(слева) и 11:45 (справа)





Основные результаты и выводы:

1. Разработана усовершенствованная методика определения полей ОСО высокого пространственного и временного разрешения по измерениям приборов геостационарных и полярных спутников SEVIRI, AIRS и OMI.

2. При реализации разработанной методики используются наземные измерения ОСО международной сети WOUDC для контроля качества используемой спутниковой информации и качества восстановлений ОСО.

Основные результаты и выводы:

3. **Выбран оптимальный набор предикторов, включающий измеренное SEVIRI излучение, угол измерений, координаты и профиль температуры выше 850мб по данным AIRS за 3 дня.**

4. **Средние и среднеквадратичные отличия результатов восстановления по разработанным алгоритмам от данных наземных измерений ОСО составляет 1.4 и 5 %, соответственно, коэфициент корреляции 0.95.**

5. **Получены поля распределения ОСО с высоким пространственным разрешением.**

Авторы благодарят

Коллективы, проводящие эксперименты AIRS, OMI, SEVIRI за возможность использования результатов измерений

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов

РФФИ 08-05-00885-а,

НОЦ – АВЦП 1138,

УНОЦ – АВЦП 3846

Спасибо за внимание