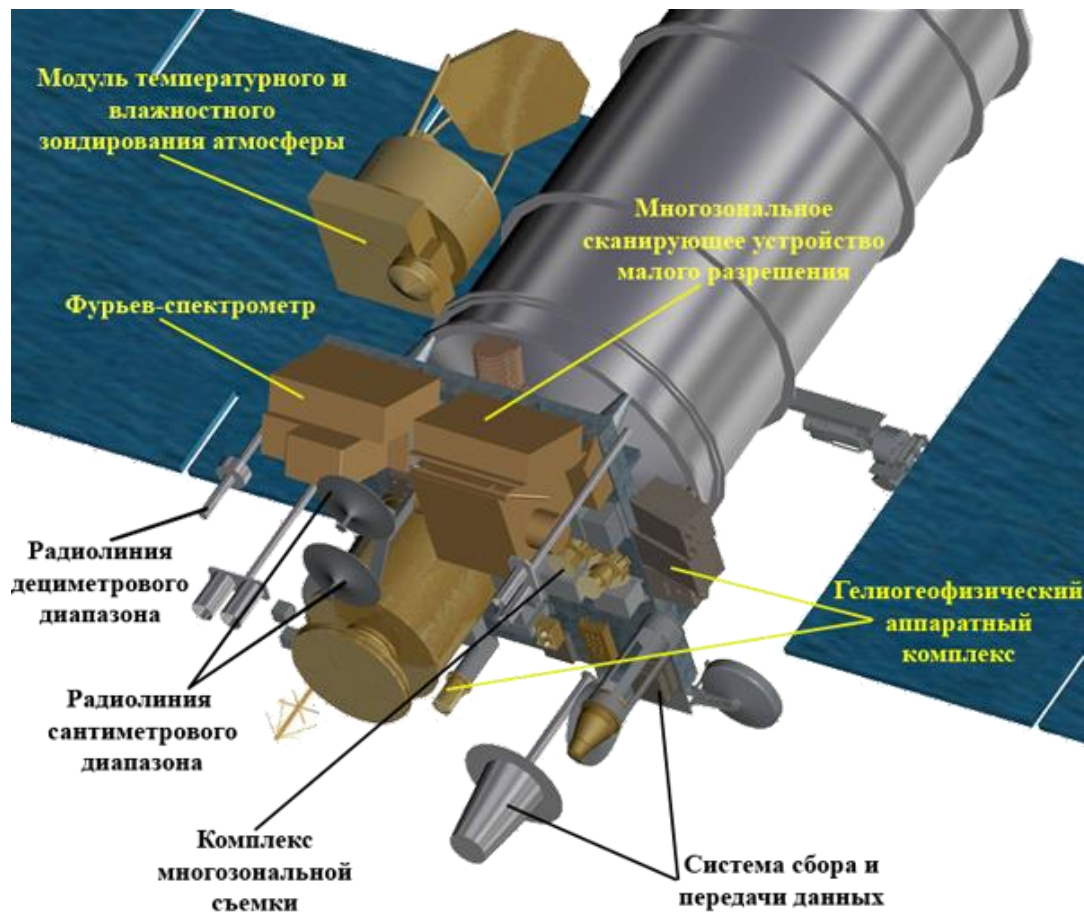


Валидация результатов дистанционного температурного зондирования атмосферы со спутника «Метеор-М» No 2

А. В. Поляков¹, Ю. М. Тимофеев¹, А. Б. Успенский², А. В. Кухарский²

1) Санкт-Петербургский государственный университет

2) Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»

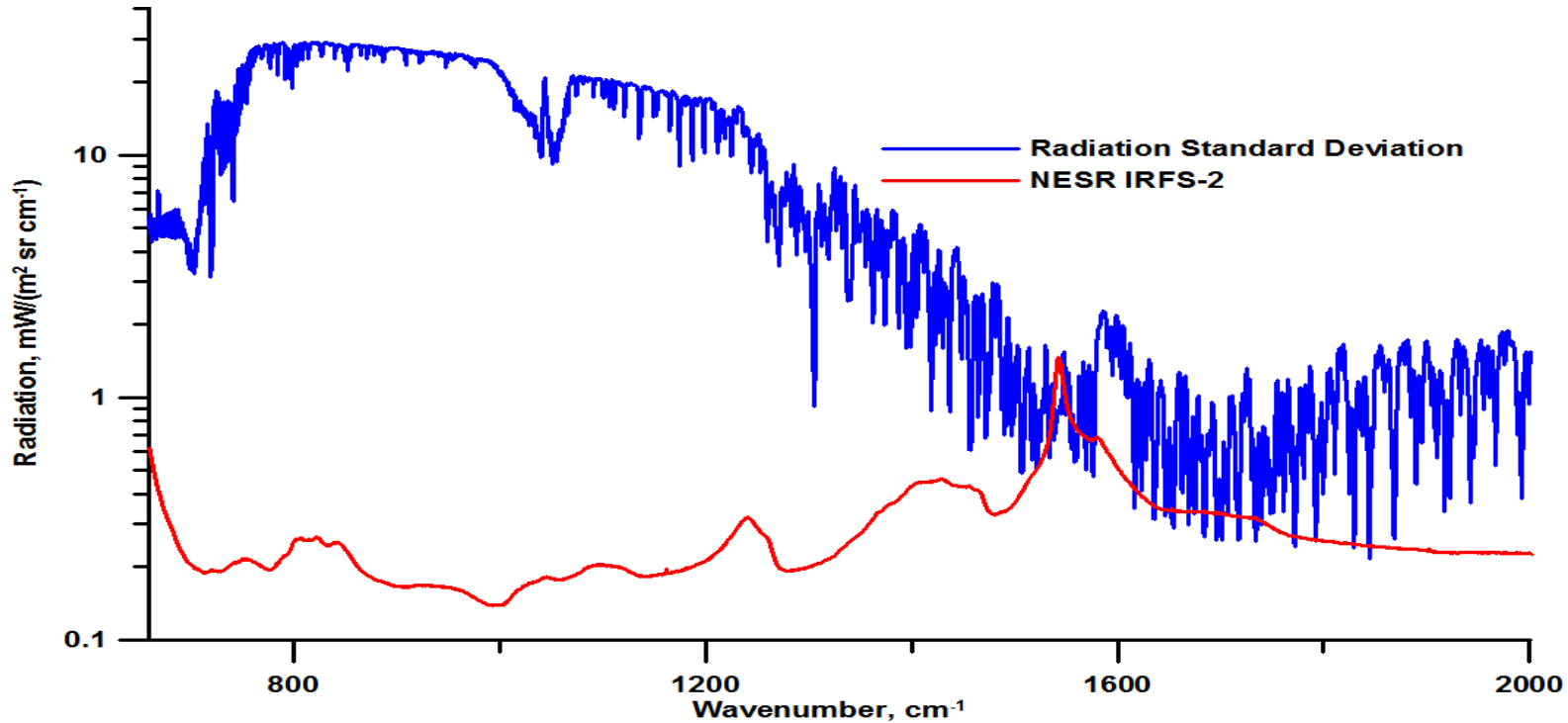


IRFS-2 instrument specifications

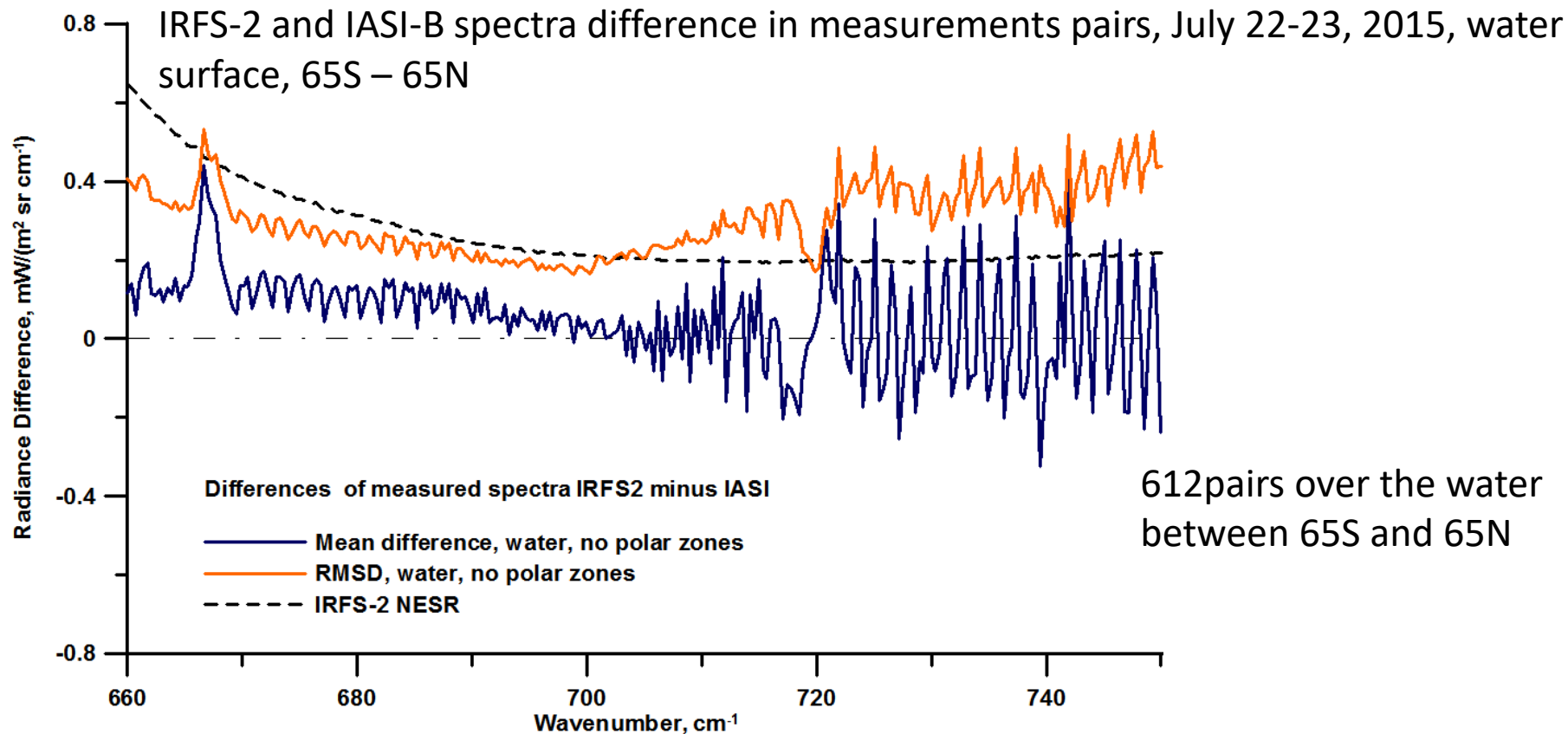
| parameter | requirement |
|--|--|
| spectral range | 5-15 μm (660-2000 cm^{-1}) |
| non-apodized spectral resolution | 0.4 cm^{-1} |
| radiometric calibration error ($\lambda=11\dots12 \mu\text{m}$, $T=280\dots300 \text{K}$), no more than | 0.5 K |
| noise equivalent spectral radiance NESR, [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2} \text{sr}^{-1}\text{cm}$] | $3.5\cdot 10^{-4}$, $\lambda = 6 \mu\text{m}$ $1.5\cdot 10^{-4}$, $\lambda = 13 \mu\text{m}$ $4.5\cdot 10^{-4}$, $\lambda = 15 \mu\text{m}$ |
| instantaneous field of view (IFOV) | 40 mrad |
| spatial resolution at sub-satellite point | 35 km |
| swath width | 1000...2500 km |
| spatial step | 60...110 km |
| sampling period | 0.6 s |
| data rate | 580 kb/s |
| mass | 50 kg |
| power consumption (orbit average) | 50 W |

IRFS-2: SD spectral radiance and measurement NESR

spectra set: 2015 Feb 05 – Apr 04, total number of the spectra is 1041735



IRFS-2 spectra analysis: intercomparison with other instruments, selected pairs



Retrieval algorithms 1

Algorithms for retrieval of the atmospheric and surface parameters from IRFS-2 measurements:

Multiple Linear Regression (MLR) for deriving the first guess,

Artificial Neural Networks (ANN),

Physical inverse algorithm (PIA) method

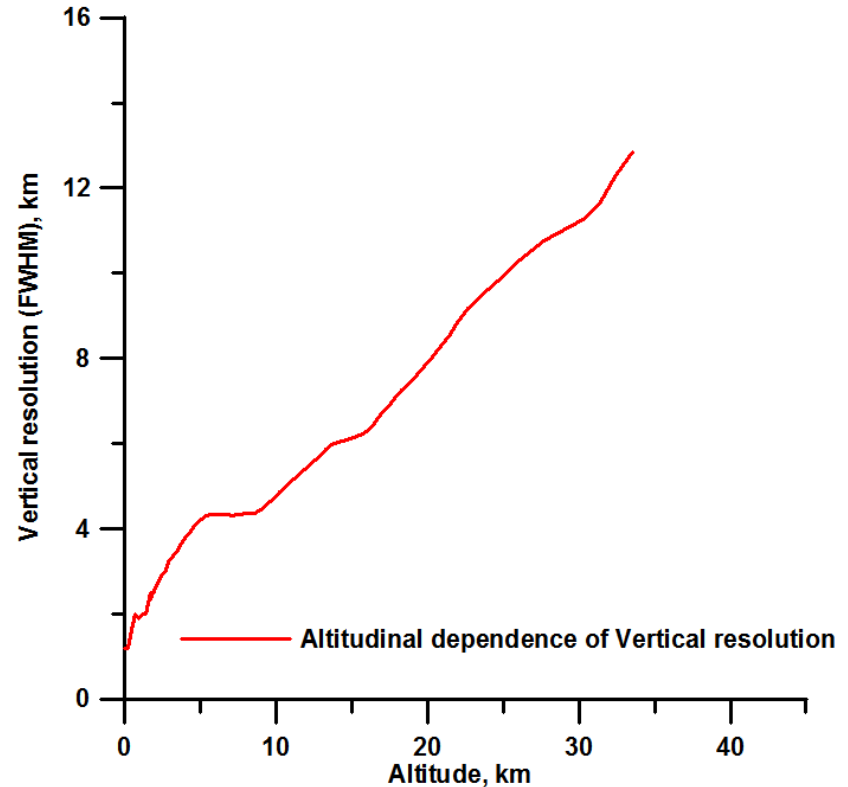
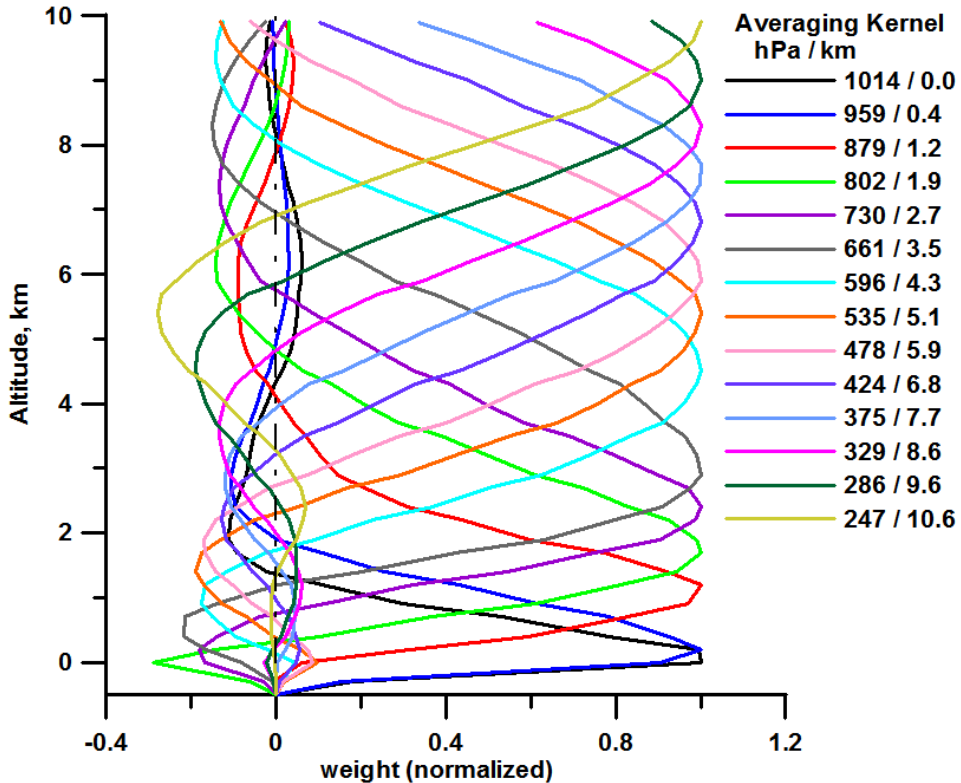
Radiometric correction of the radiation measurements is preliminary performed

Principle Components Analyses was used

Selection of cloudless scenes (~30%)

Samples of retrieval 1

Averaging kernels and vertical resolution of our method in the troposphere temperature profile retrieval



Samples of retrieval 2

Temperature profiles (left) and differences (right): Retrieval (PIA) minus NCEP GFS, August, 2015

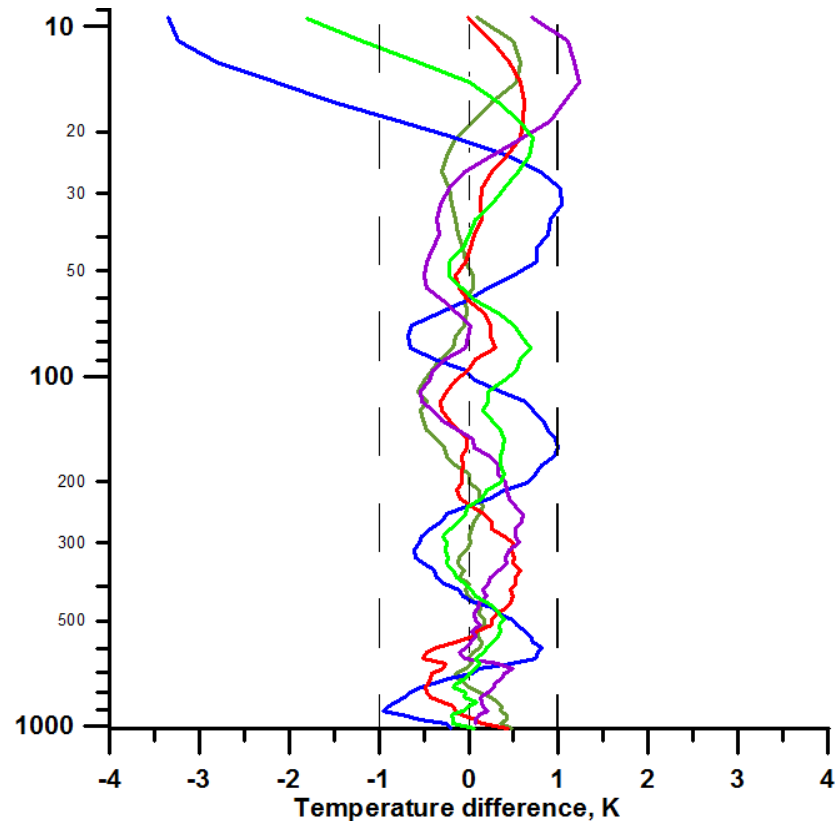
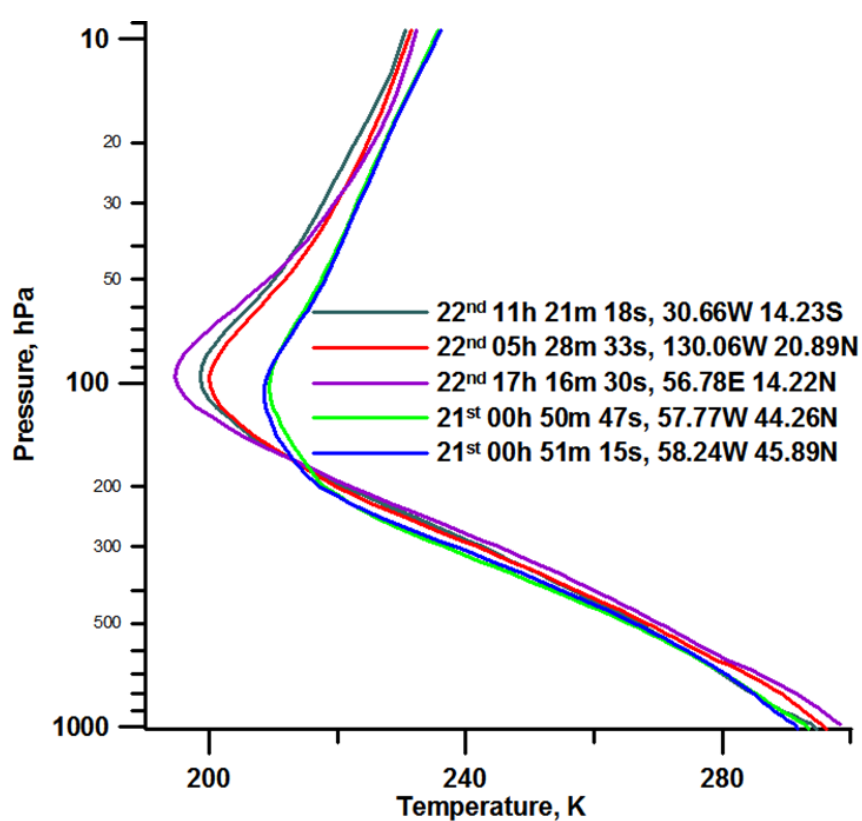
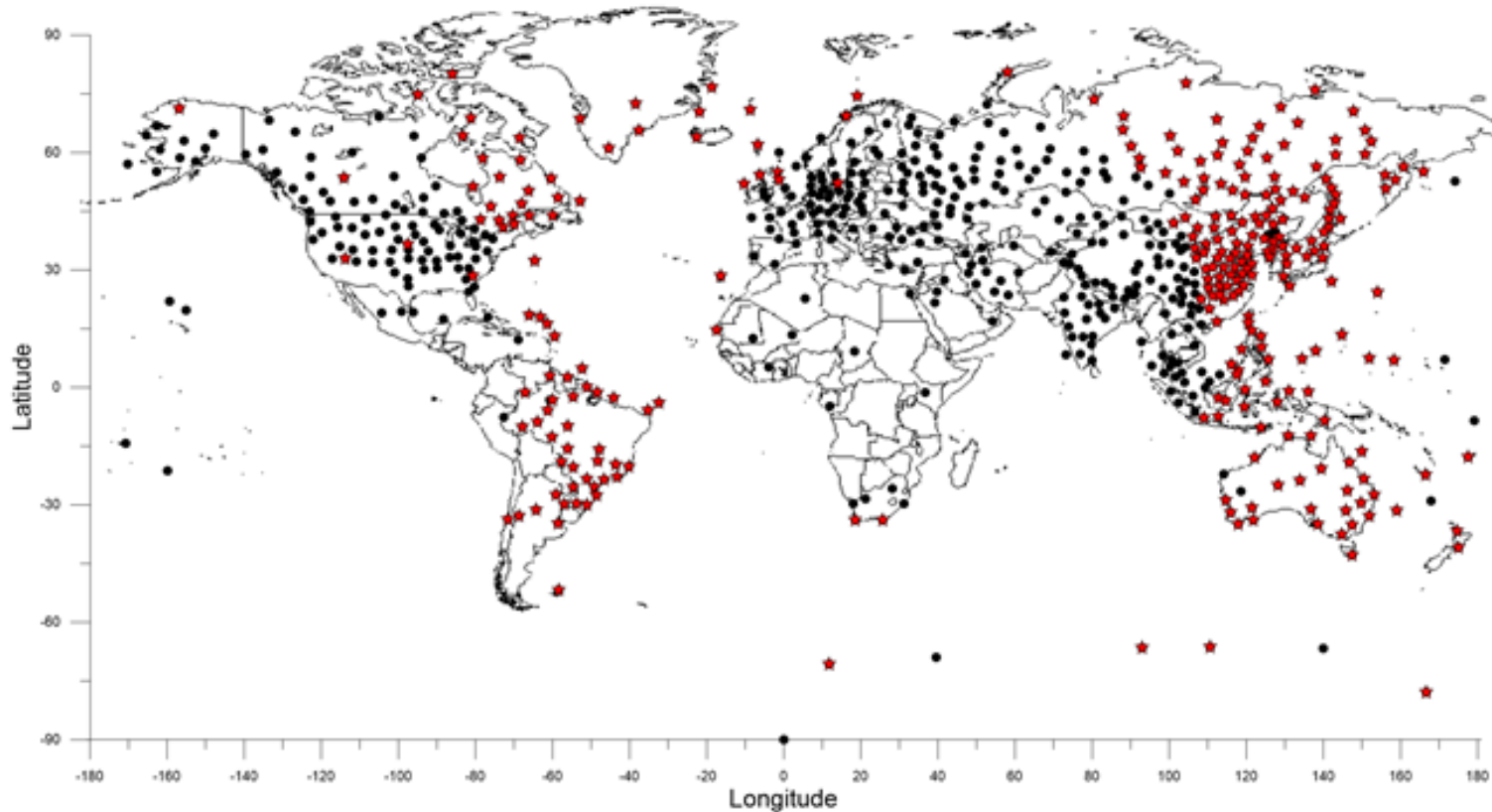


Схема расположения станций радиозондирования. Черные кружки - все станции (654) , красные звездочки – использованные станции для радиуса 250 км и разницы времени 90 мин (281).



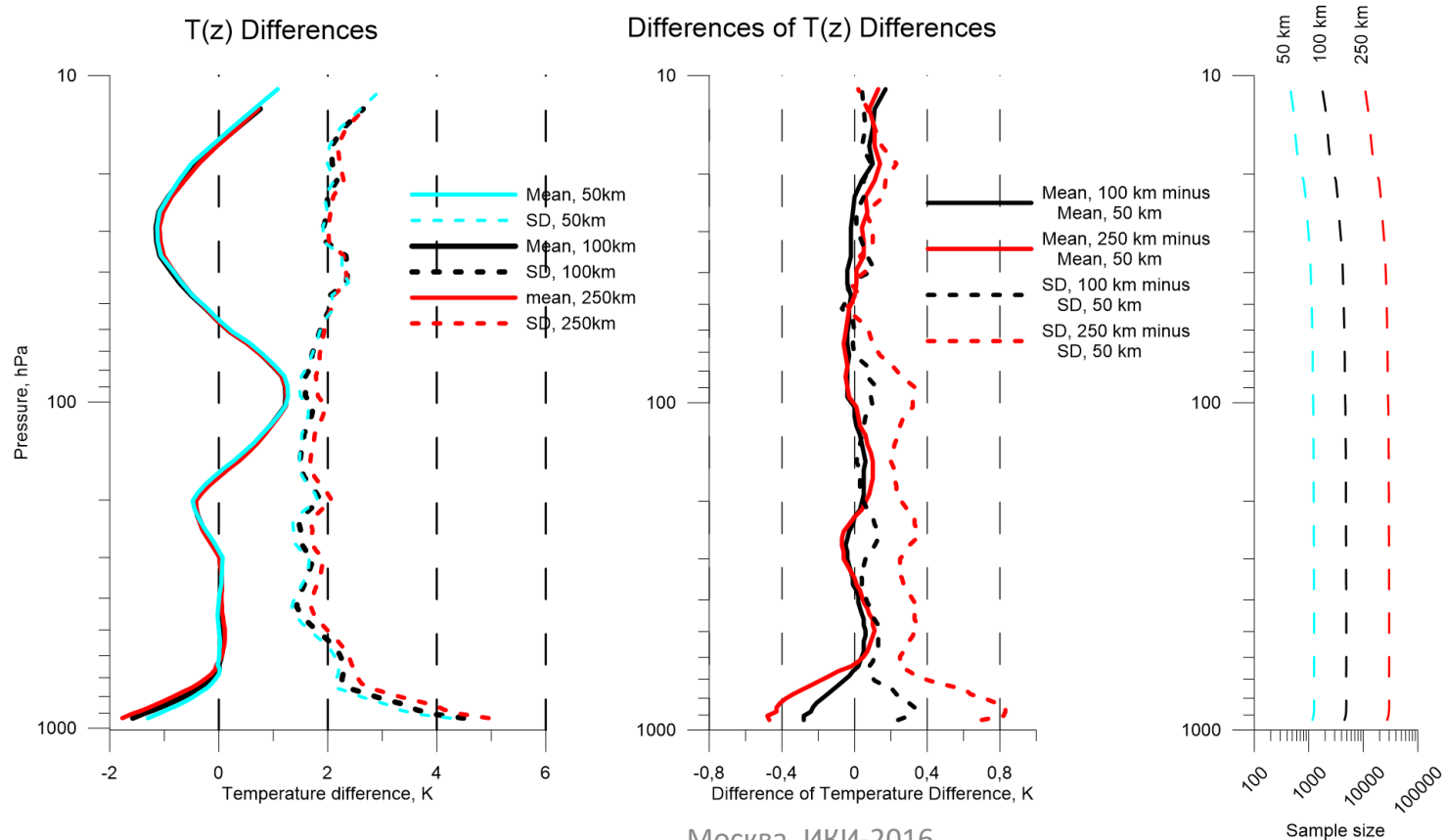
28 дней
измерений в
период окт.
2015-сент.
2016. 288459
спектров, из
них 80370 (28%)
безоблачных.

Координаты станций получены с сайта <http://weather.uwyo.edu>, контурная карта с <http://www.wegetarian.ru>.

Москва, ИКИ-2016

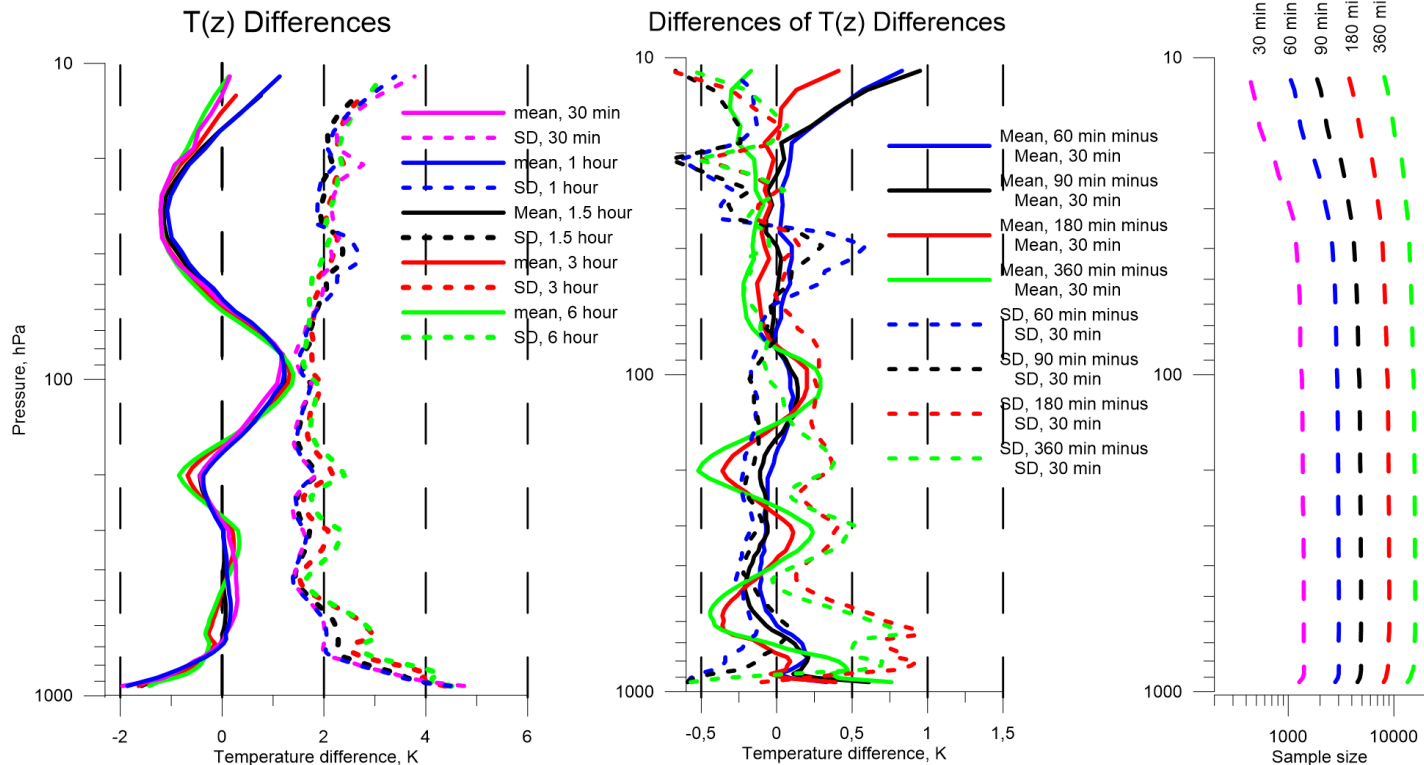
Влияние критерия пространственного рассогласования при отборе пар измерений на разность температур

IKFS-2 minus Radiosondes, 2015/10 - 2016/05, 1.5 hour. T1.



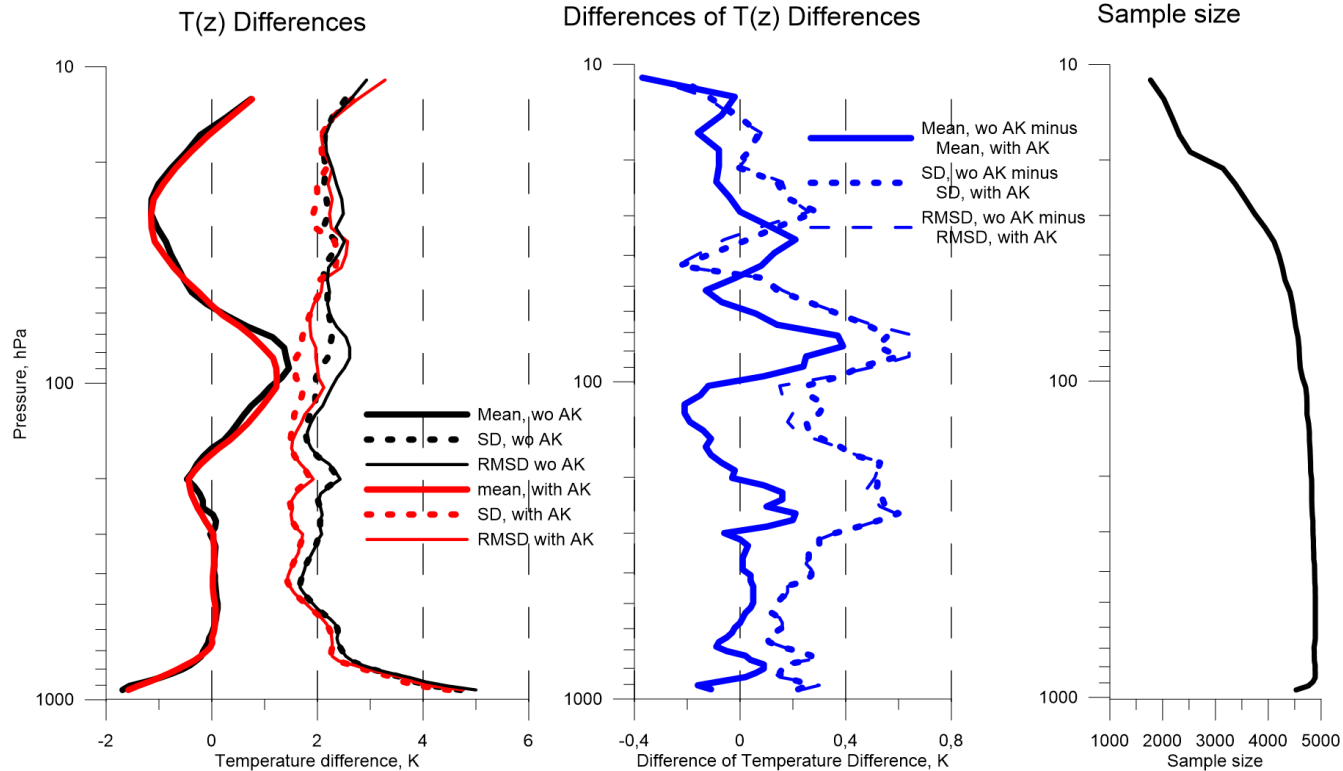
Влияние критерия рассогласования времени при отборе пар измерений на разности температур, расстояние менее 100 км

IKFS-2 minus Radiosondes. With AK, 2015/10 - 2016/09, 100km, T1



Статистические характеристики разности профилей температуры по данным ИКФС-2 и радиозондирования. Согласование – 90 минут, 100 км

IKFS-2 minus Radiosondes, 2015/10 - 2016/05, 1.5 hour, 100 km, T2



Критерий качества измерений S. Отбрасываемые результаты.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1, N_T} (J_i^C - J_i^M)^2 / \sigma_i^2}{N_T}}$$

Всего 4914 измерения

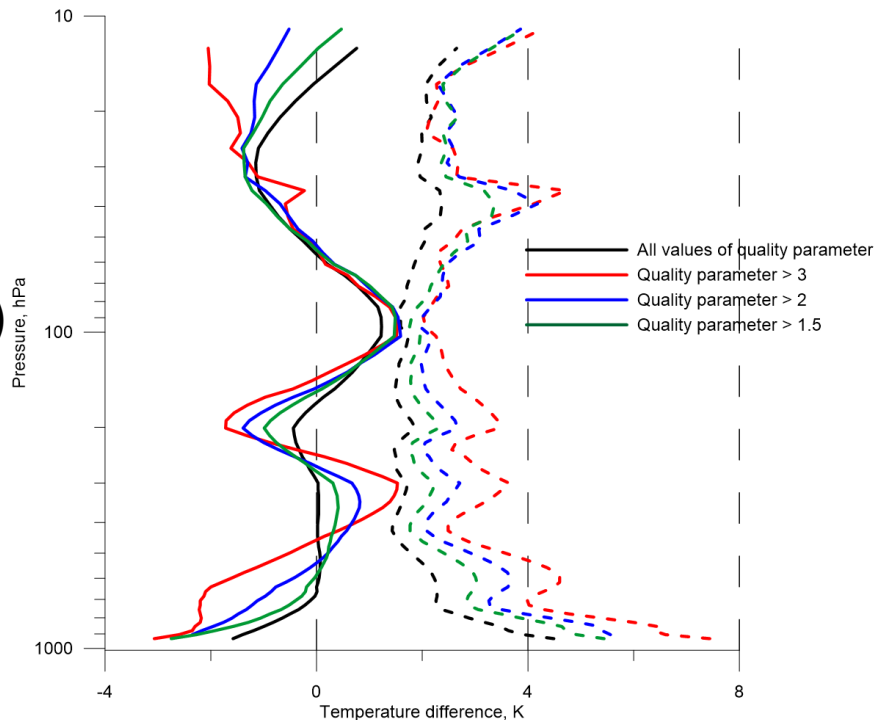
S < 3 отбрасывается 250 (5%)

S < 2 отбрасывается 920 (19%)

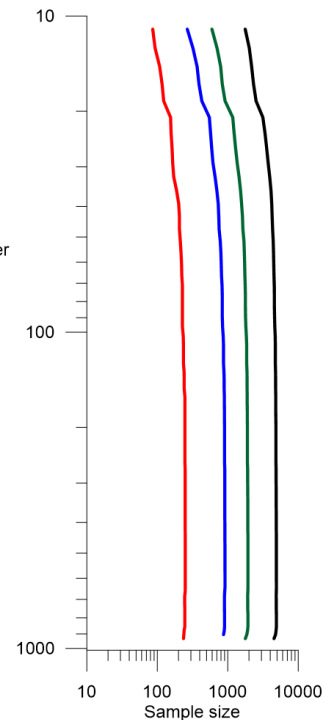
S < 1.5 отбрасывается 1954 (40%)

IKFS-2 minus Radiosondes, 2015/10 - 2016/05, 1.5 hour, 100 km, T1

T(z) Differences: mean and SD



Sample size

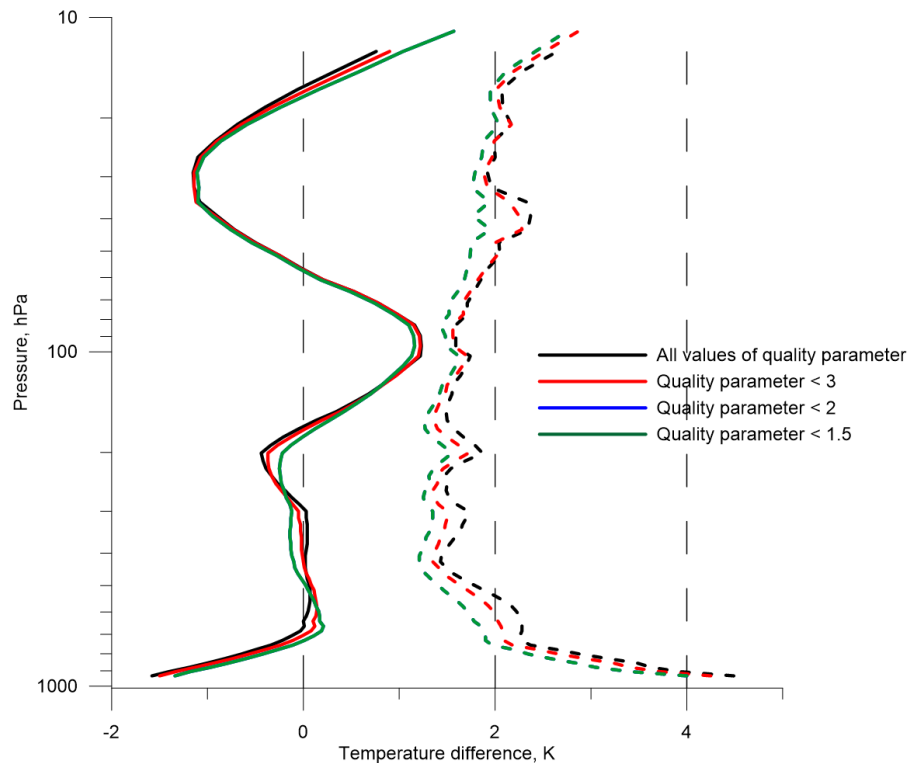


Москва, ИКИ-2016

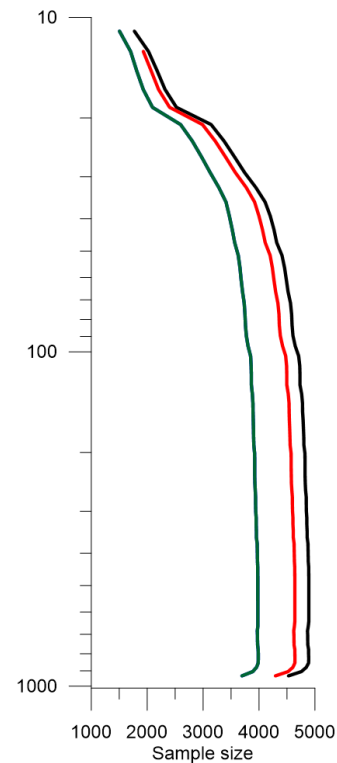
Критерий качества измерений. Принимаемые результаты.

IKFS-2 minus Radiosondes, 2015/10 - 2016/05, 1.5 hour, 100 km, T1

T(z) Differences: meab and SD

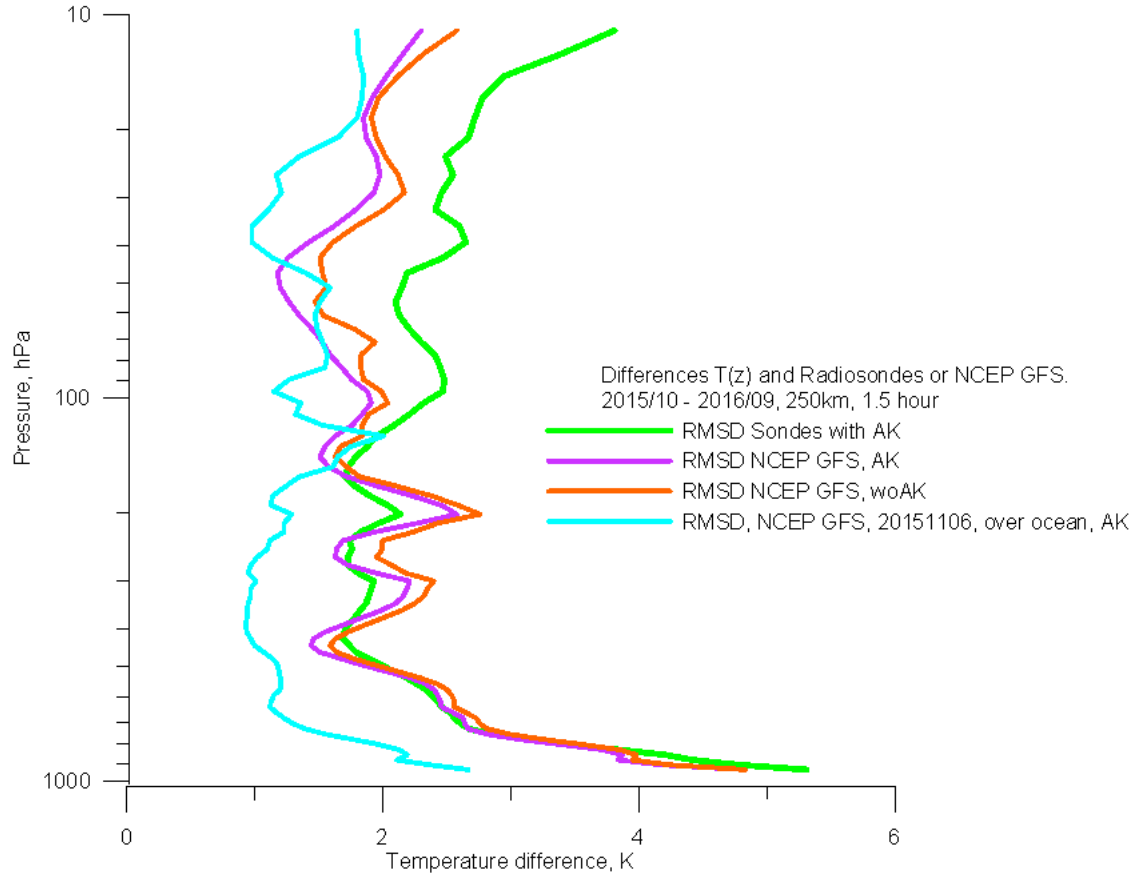


Sample size

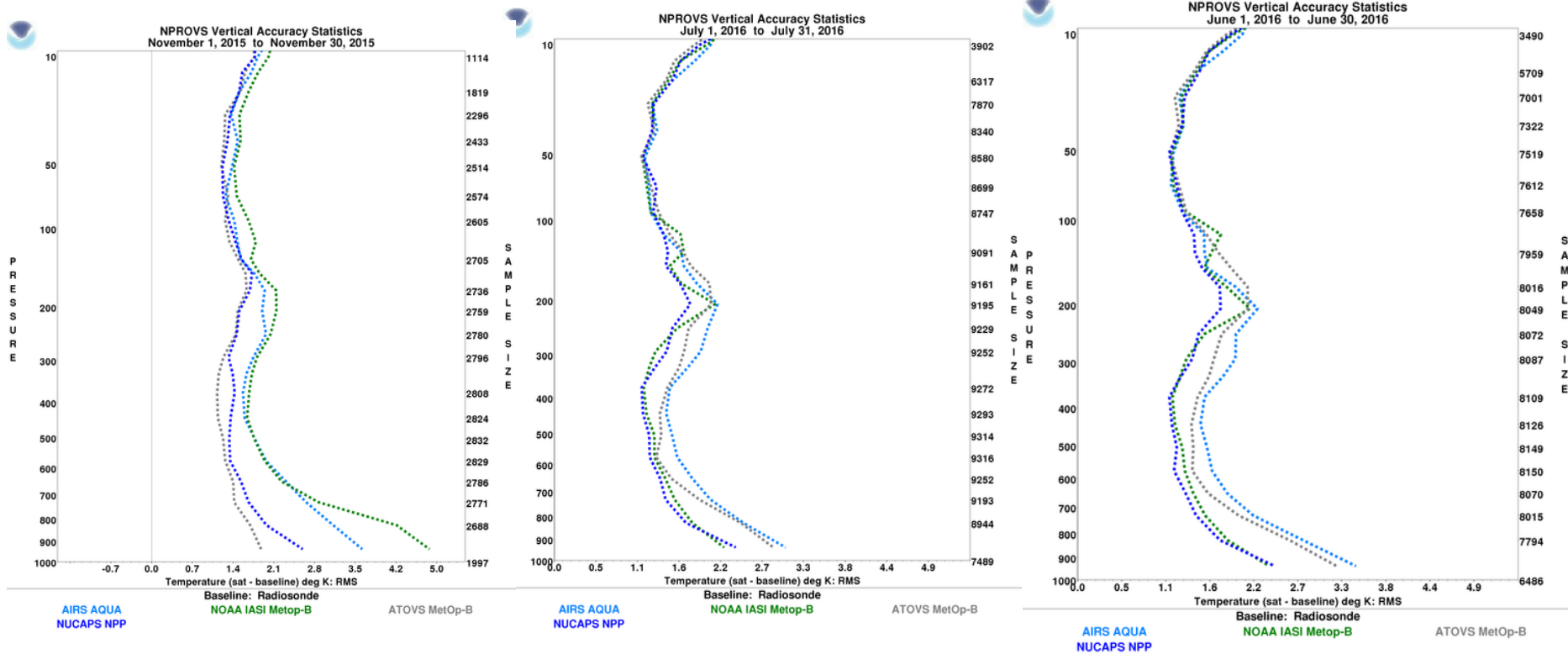


$S < 3$ остается 95 %
 $S < 2$ остается 81 %
 $S < 1.5$ остается 60 %

Среднеквадратичная разность профилей температуры ИКФС-2 и профилей температуры по данным радиозондов и NCEP GFS – вблизи станций радиозондирования и над водной поверхностью.



Примеры сходных сопоставлений некоторых зарубежных спутниковых и радиозондовых профилей температуры



http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/opdb/nprovs/NPROVS_summary_stats.php#crumb

Выводы:

1. Несмотря на высокое качество спектров в области полосы 15 мкм, среднеквадратичные разности температур, измеренных с помощью ИКФС-2 и радиозондирования, составляют около 2 К в диапазоне давлений 600-15 гПа и возрастают до 4-5 К при приближении к поверхности. Вертикальное осреднение дистанционного метода вносит в эту величину вклад менее 0.6К.
2. В настоящее время определение профиля температуры по ИК спектрам принципиально возможно только в безоблачных случаях (~30%). Используемый при оперативной обработке алгоритм позволяет получать решение в 60 - 95% безоблачных случаев, в зависимости от качества результатов.
3. Требуется дальнейшая работа по совершенствованию алгоритма с целью улучшения точности и количества получаемых профилей температуры, основанная на анализе результатов валидации. В первую очередь – уточнение радиационной модели, привлечение данных МСУ МР для оценки параметров облачности, согласование измерений ИКФС-2и МТВЗА-ГЯ и совместная интерпретация их измерений.

Благодарим организации, обеспечившие свободный доступ к данным:

Данные NCEP GFS получены с сайта NOAA nomads.ncdc.noaa.gov

Данные радиозондирования собраны и представлены на сайте университета Вайоминга weather.uwyo.edu

Результаты спектральных измерений IASI представлены EUMETSAT на сайте eoportal.eumetsat.int

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 14-17-00096

Благодарим за внимание