

Численное моделирование зондирования атмосферы с помощью комплексных ИК + МКВ спутниковых измерений

Поляков А.В.(1), Тимофеев Ю.М.(1), Успенский А.Б.(2), Косцов В.С.(1)

(1) – СПбГУ, Санкт-Петербург

(2) – НИЦ «ПЛАНЕТА», Москва

polyakov@troll.phys.spbu.ru

Создаваемая в настоящее время Российская система для зондирования параметров атмосферы и подстилающей поверхности на носителе Метеор-3М разработана для:

- температурно-влажностного зондирования атмосферы;**
- определения температуры и излучательных свойств подстилающей поверхности;**
- определения содержания в атмосфере озона и некоторых МГС.**

Система включает:

Приборы ИКФС-2 и МТВЗА, измеряющие спектры уходящего теплового излучения с ИК и МКВ областях спектра.

Многозональное сканирующее устройство малого разрешения МСУ-МР, которое может использоваться для детектирования облачности и температуры поверхности



METEOR 3M №1

http://d33.infospace.ru/d33_conf/2009_conf_pdf/plenar/Trifonov.pdf

Основные характеристики приборов

Прибор	Назначение	Спектральная область	Полоса захвата	Пространственное разрешение, км
МСУ МР Многоканальный сканер малого разрешения	Глобальное и региональное картирование облачности, температуры поверхности	0.5 – 12.5μm (6 каналов)	3000	1 x 1
МТВЗА Микроволновый радиометр температурного и влажностного зондирования атмосферы	Зондирование профилей температуры и влажности, приводного ветра, поверхности	10.6 – 183.3 GHz (29 каналов)	2600	12–75
ИКФС-2 ИК Фурье-спектрометр	Зондирование профилей температуры и влажности, поверхности	5–15 μm	2000	35

ИКФС-2

Прибор разработан для температурно-влажностного зондирования атмосферы в безоблачных условиях

МТВЗА

Всепогодный прибор для температурно-влажностного зондирования атмосферы как в безоблачных, так и облачных условиях

Основные этапы работы:

- разработка радиационной модели для ИК и МКВ областей спектра (решение прямой задачи)
- Создание алгоритмов и программ для восстановления параметров атмосферы и поверхности из ИК и МКВ спектров приборов ИКФС-2 и МТВЗА
- Численное моделирование дистанционного зондирования для оценок погрешности восстановления с использованием статистически представительных наборов состояния системы атмосфера-подстилающая поверхность

При создании ансамбля параметров состояния облачной атмосферы и поверхности нами использовался широко используемый за рубежом ансамбль TIGR. За основу модели облачности была взята база данных, созданная на основе судовых и островных аэрологических и гидрометеорологических измерений. Сформированная база данных облачной атмосферы для данного исследования содержит 2311 реализаций и включает:

вертикальные профили температуры, К
профили отношения смеси водяного пара, г/г
профили отношения смеси озона, метана, закиси азота
температуру поверхности суши,
профили водности облаков, г/м³
балльность облаков
скорость приводного ветра и соленость поверхностного слоя воды.

Ансамбль позволяет моделировать ИК и МКВ измерения над водной поверхностью и сушей и упорядочен в соответствии с широтно-сезонным распределением.

Создание специализированных программ для интерпретации дистанционных измерений

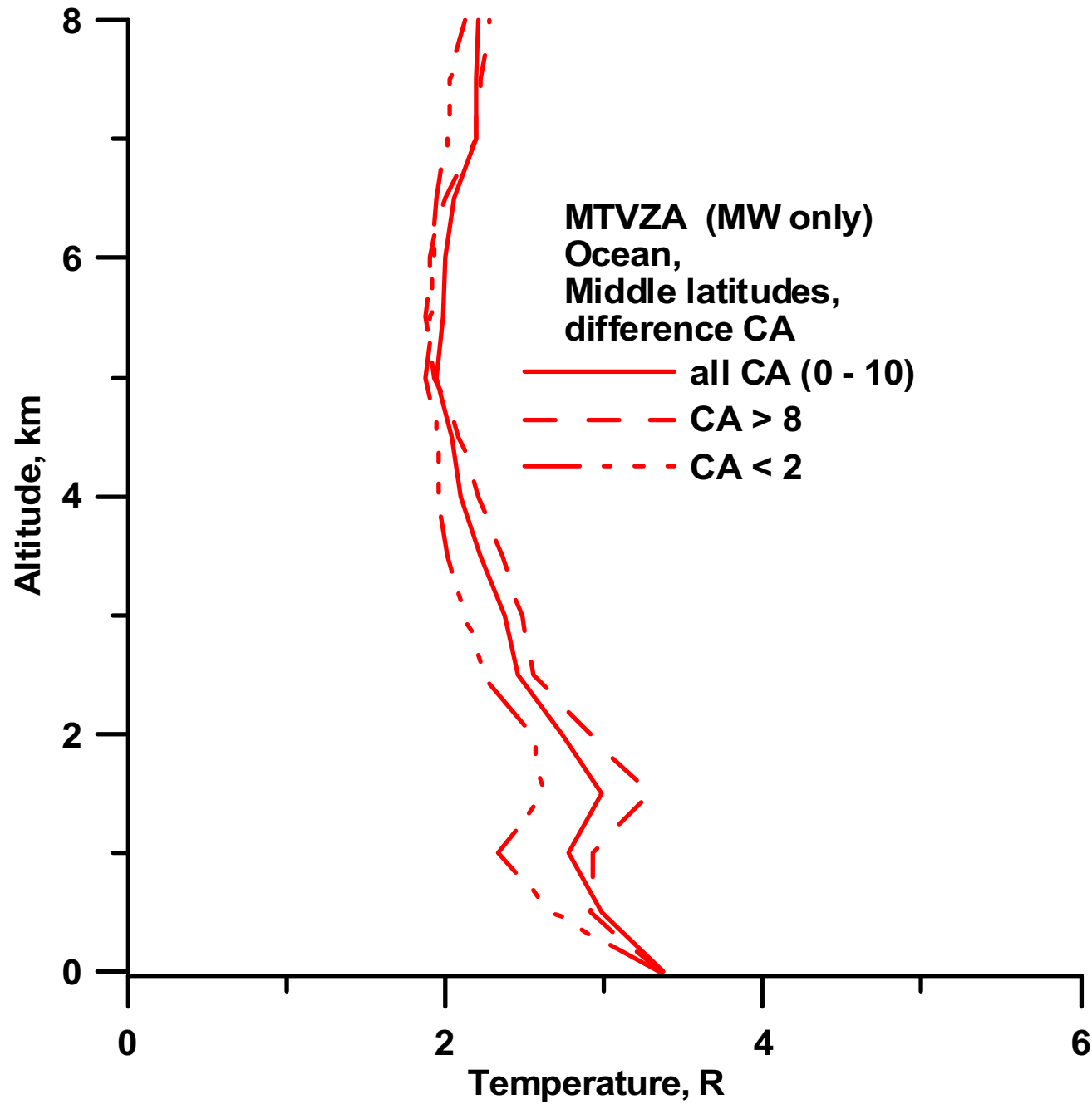
Разработанный алгоритм обращения радиационных данных позволяет решать обратную задачу с использованием методов МЛР и нелинейной статистической регуляризации.

На основе этого алгоритма были созданы модификации программ обработки данных в следующих сочетаниях:

- Измерения ИКФС-2 (“только ИК”)
- Измерения МТВЗА («только МКВ»)
- Измерения МТВЗА объединенные с данными измерений в специально отобранных «высотных» каналах ИКФС (“МКВ +40 каналов ИК”).
- Измерения МТВЗА, объединенные с данными измерений во всех используемых (273 квазиоптимальных канала) каналах ИКФС. (“МКВ+ИК”).

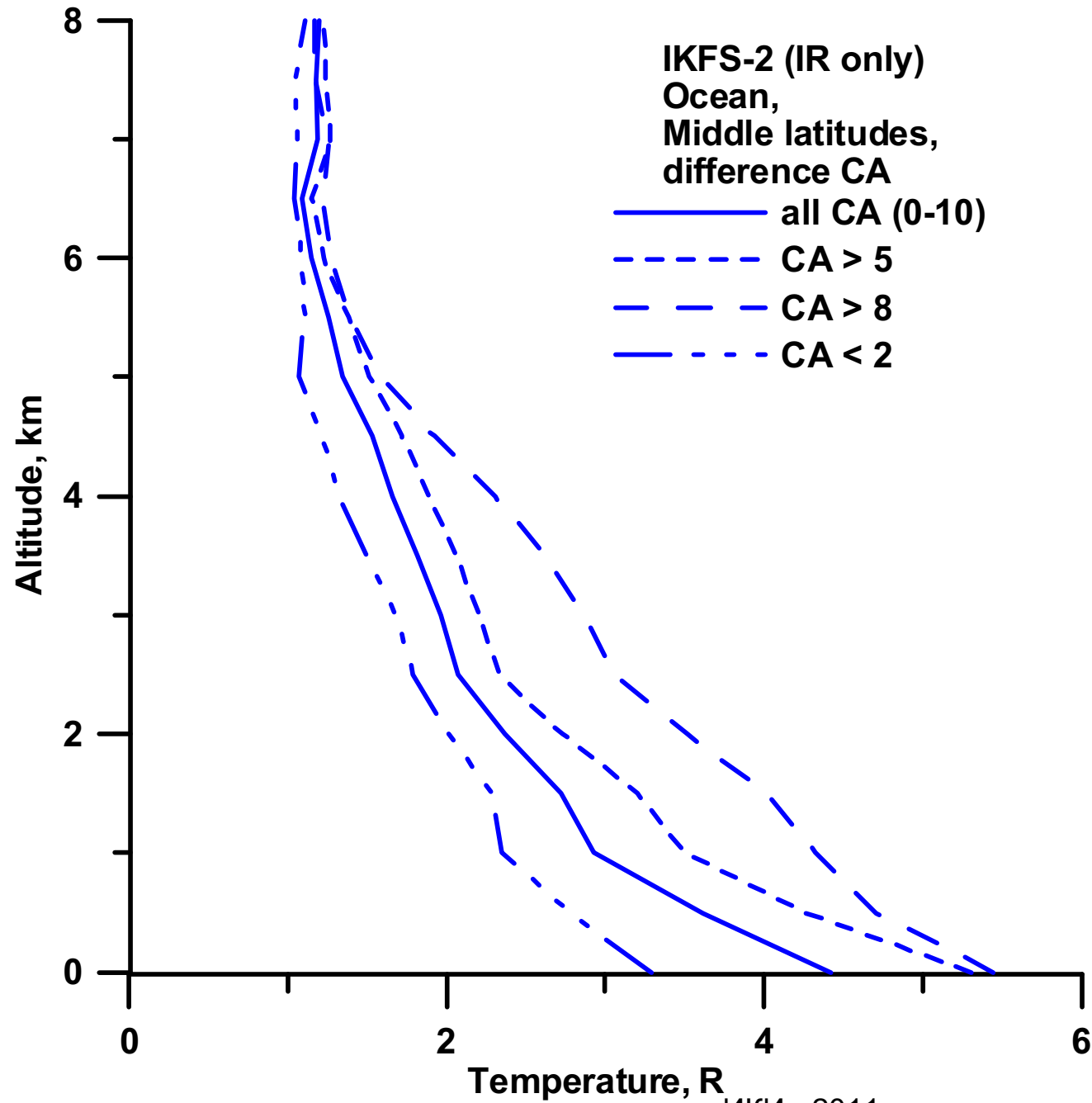
Численное моделирование дистанционного зондирования



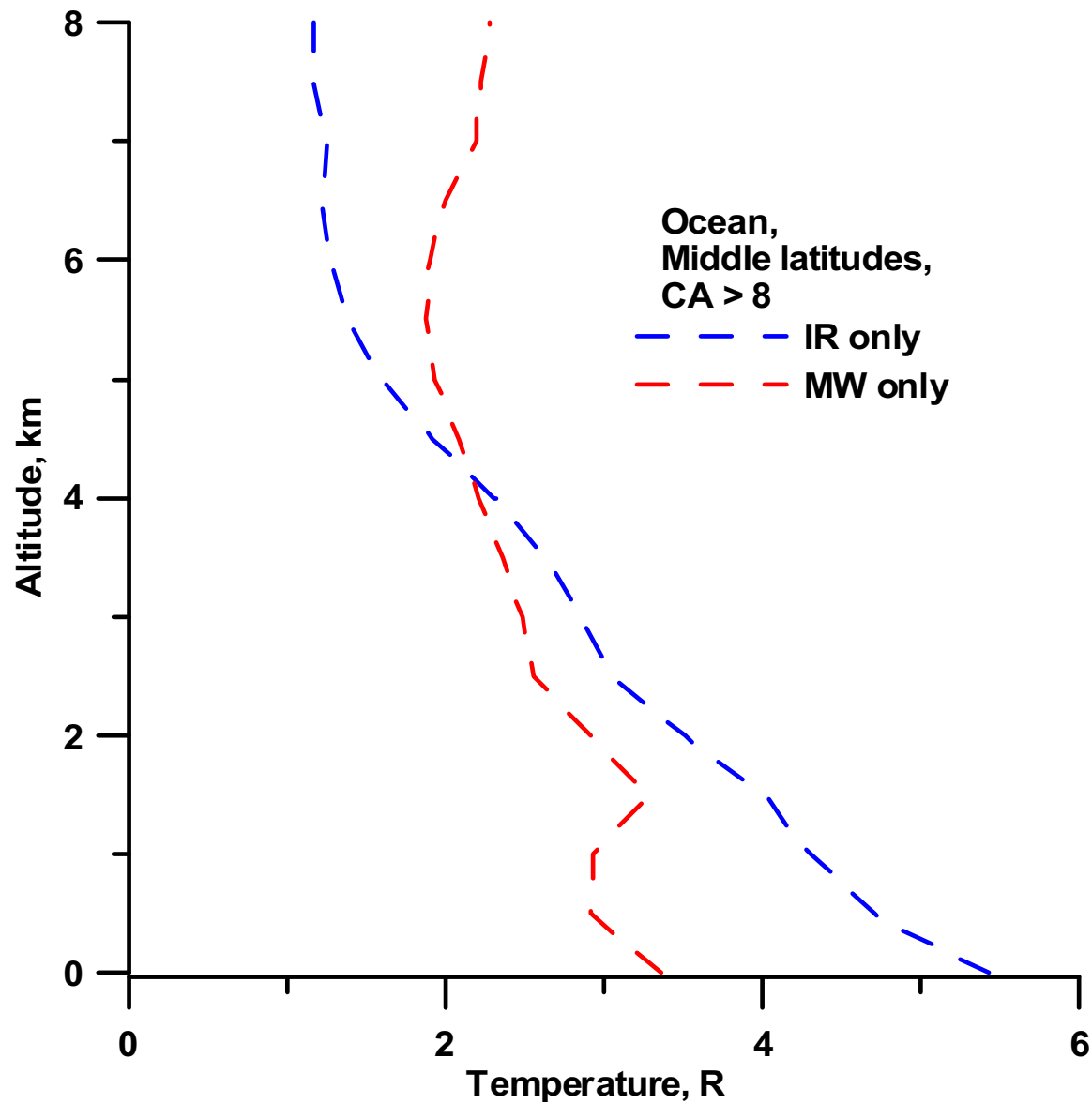


Погрешности зондирования профиля температуры. Только МКВ, 3 выборки с различной балльностью облачности (Cloud Amount - CA)

Пример для водной поверхности, средние широты

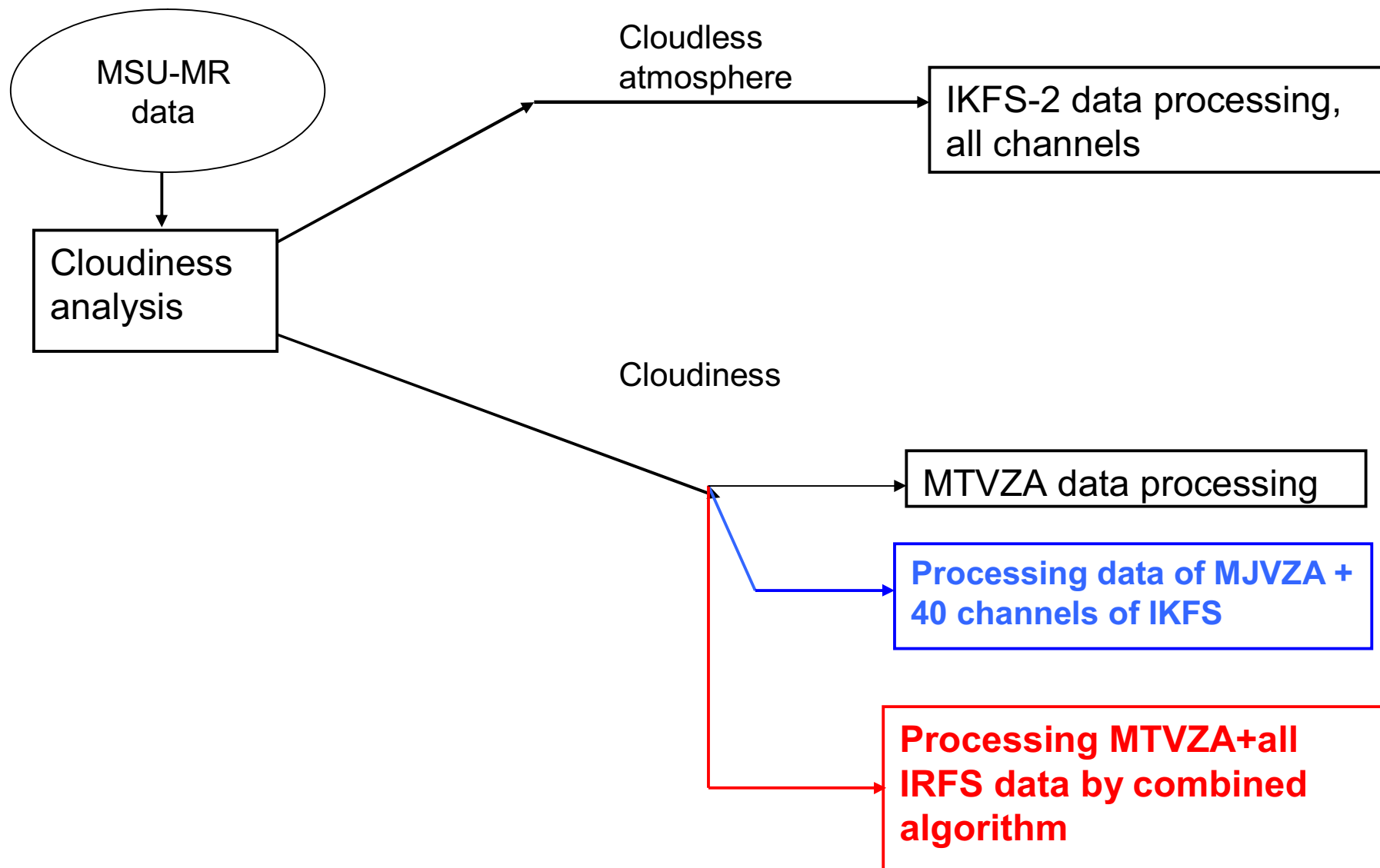


Погрешности зондирования профиля температуры. Только ИК, 3 выборки с различной балльностью облачности (Cloud Amount - CA)
Пример для водной поверхности, средние широты

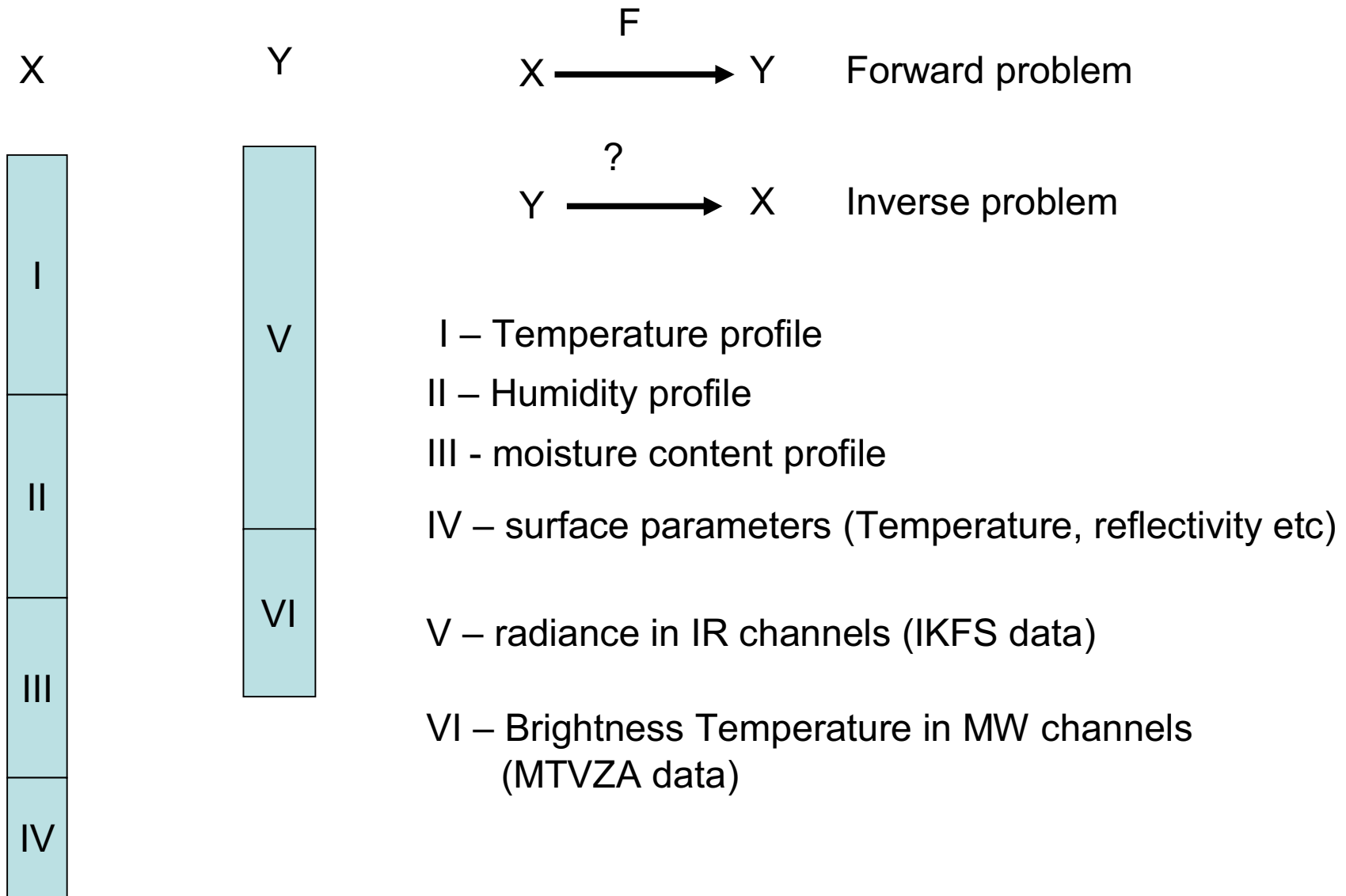


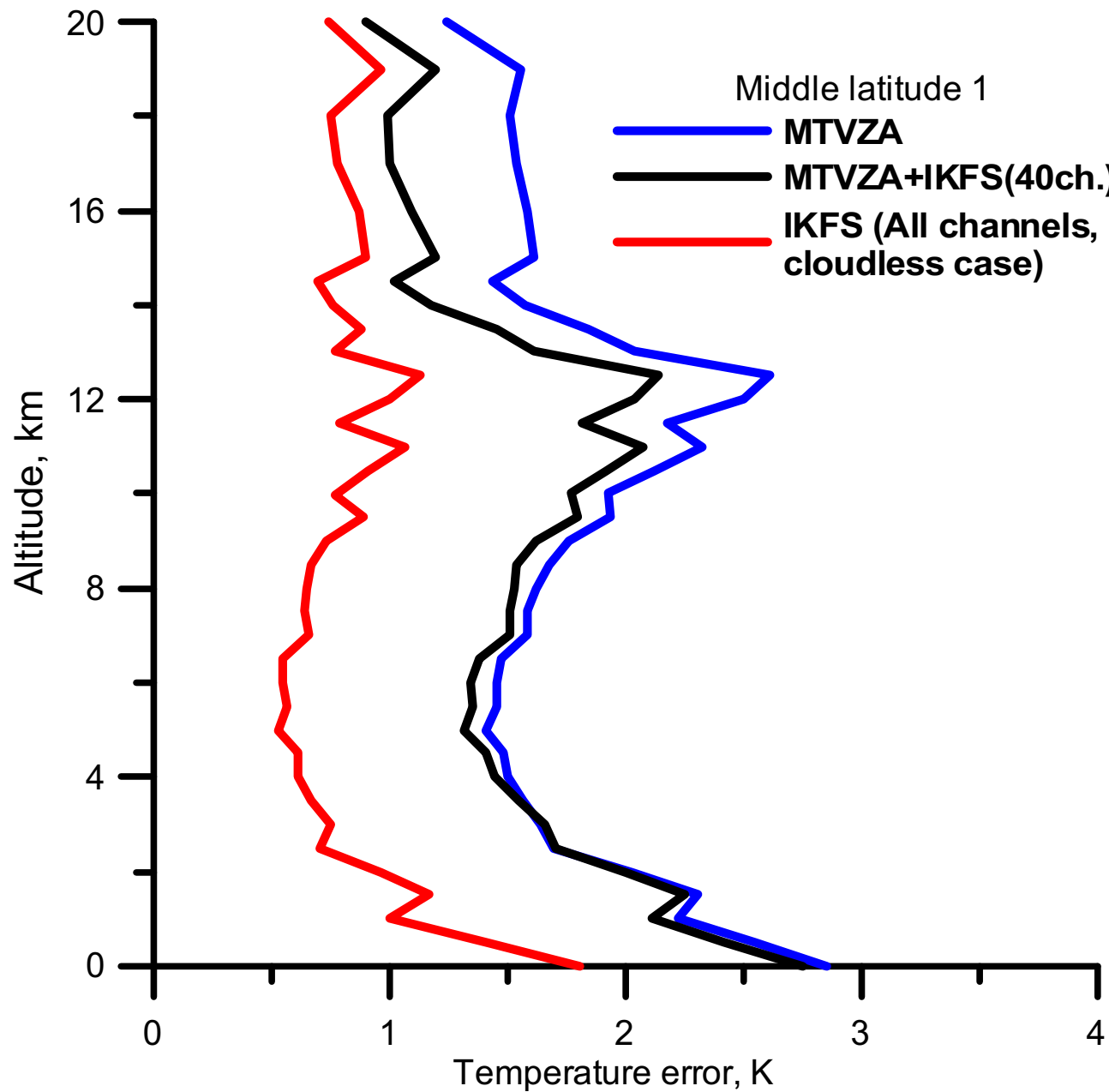
Погрешности зондирования профиля температуры для высокой балльности облачности CA > 8. «Только ИК» или «только МКВ»
Пример для водной поверхности, средние широты

Схема совместного использования данных трех приборов



Spectral regions concatenation



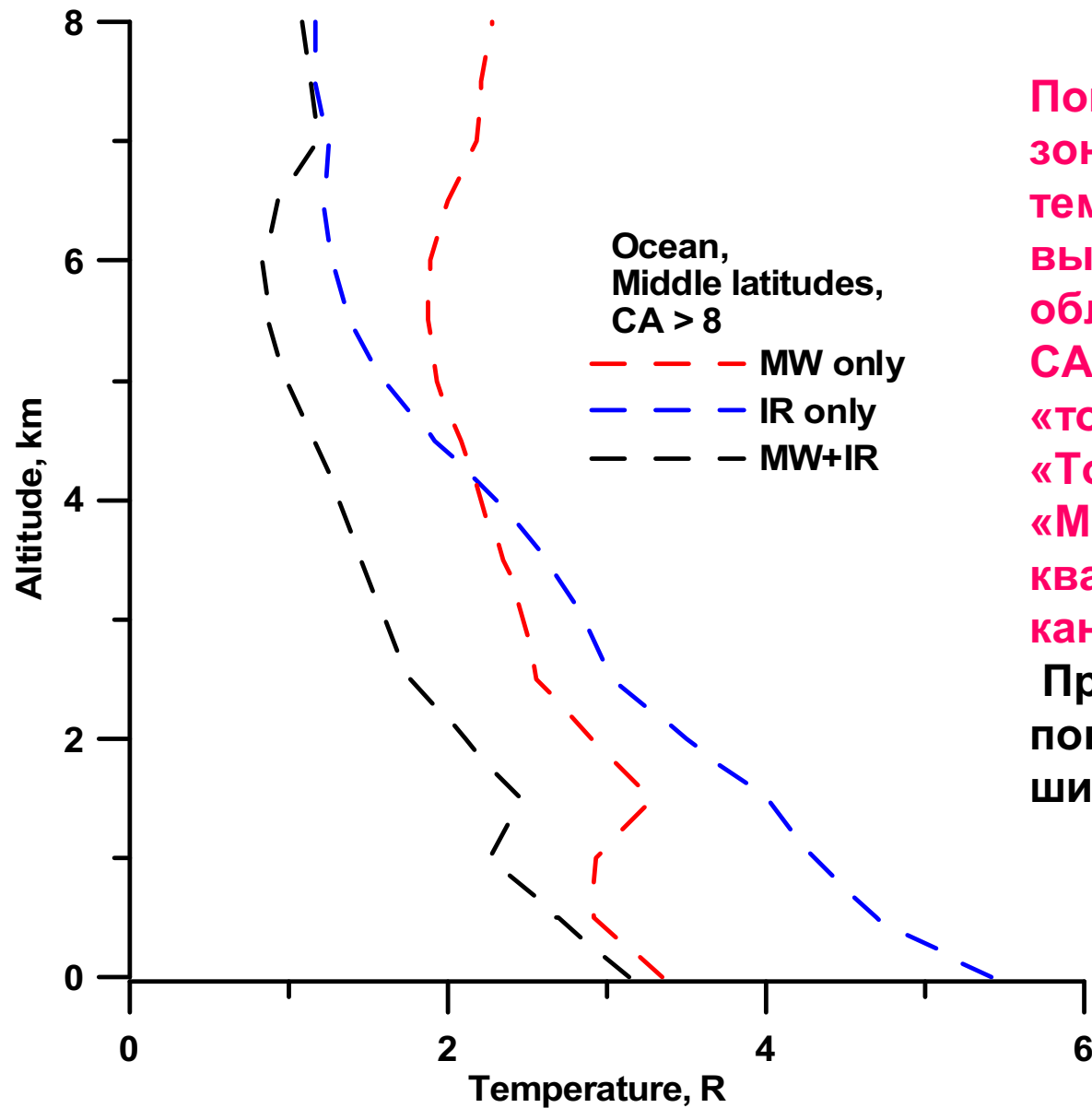


Погрешности зондирования профиля температуры.

только ИК (безоблачная атмосфера)

-МКВ прибор
-МКВ+40 каналов ИК
 (Сплошная облачность)

Пример для поверхности суши, средние широты.



Погрешности
зондирования профиля
температуры для
высокой балльности
облачности

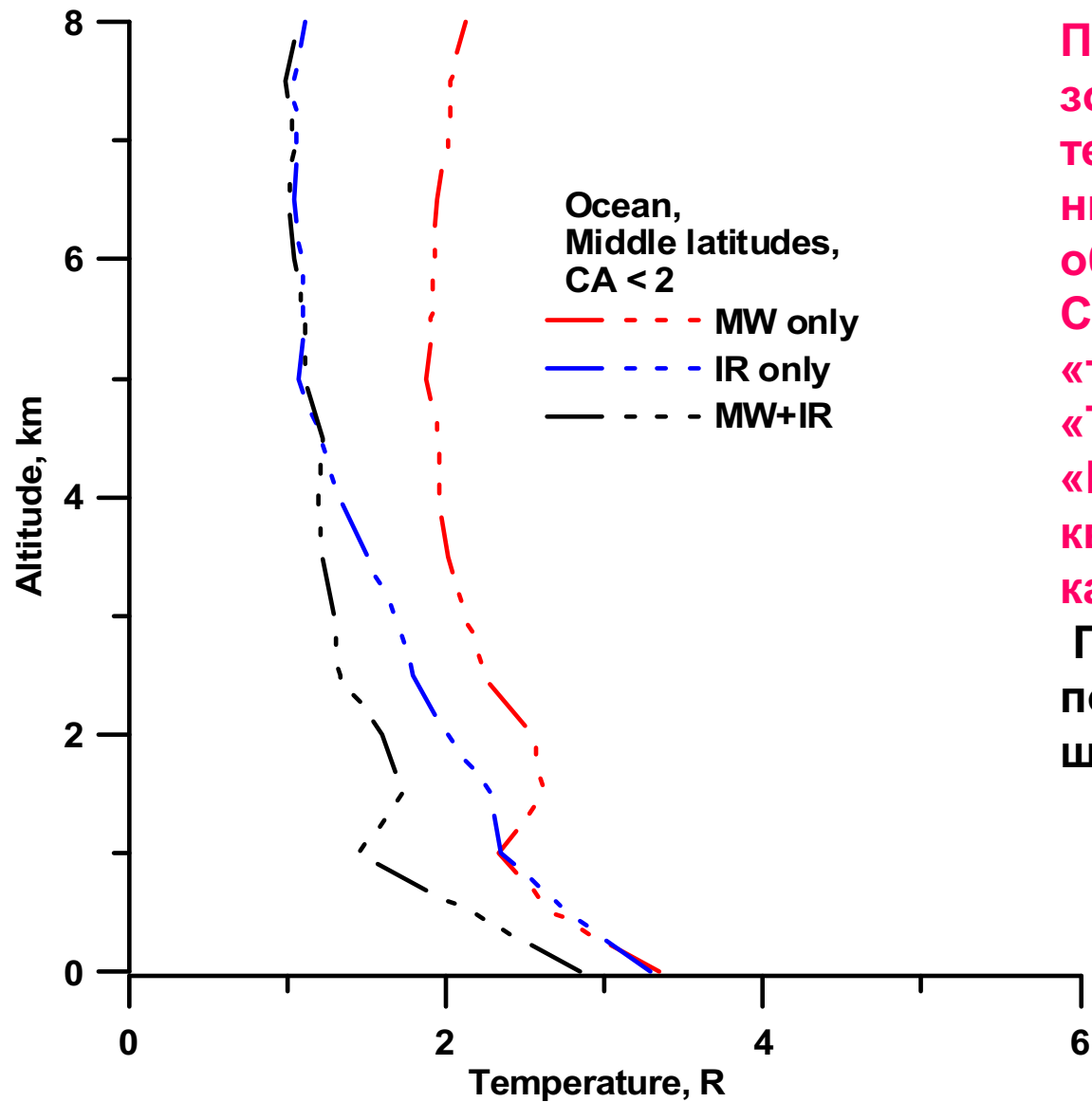
CA > 8.

«только МКВ»

«Только ИК»

«МКВ+ИК»(все
квазиоптимальные
каналы)

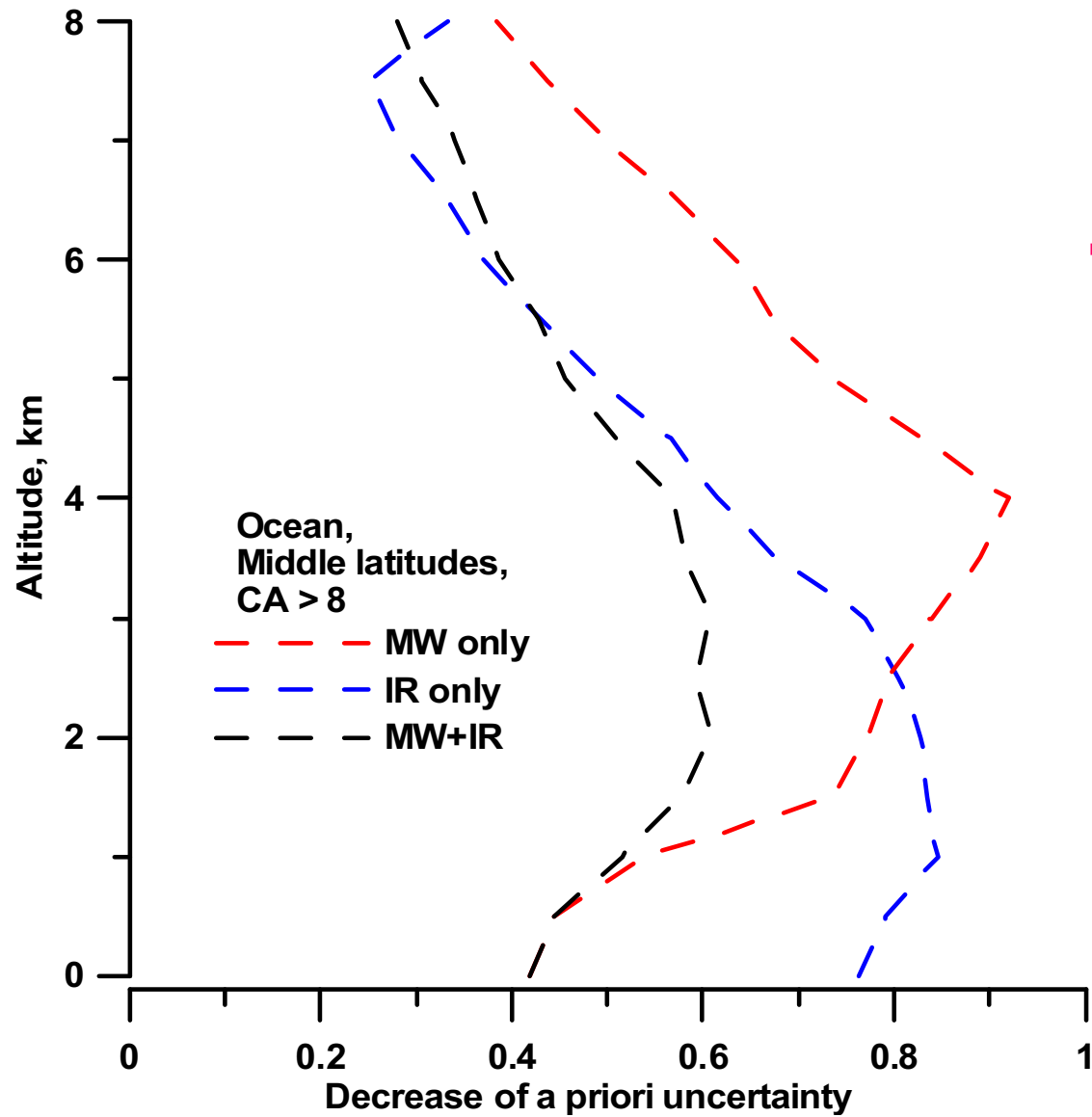
Пример для водной
поверхности, средние
широты



**Погрешности
зондирования профиля
температуры для
низкой балльности
облачности
CA < 2.**

**«только МКВ»
«Только ИК»
«МКВ+ИК»(все
квазиоптимальные
каналы)**

**Пример для водной
поверхности, средние
широты**



Уменьшение априорной неопределенности профиля отношения смеси водяного пара для высокой балльности облачности CA > 8.

«только МКВ»
 «Только ИК»
 «МКВ+ИК»(все квазиоптимальные каналы)

Пример для водной поверхности, средние широты

Summary

1) Разработаны алгоритмы и ПО для интерпретации измерений ИКФС-2 и МТВЗА совместно и отдельно.

2) На основе численного моделирования дистанционного зондирования получены оценки погрешности определения профилей температуры и отношения смеси водяного пара.

3) При использовании схемы «МКВ+ 40 каналов ИК» погрешности восстановления профиля температуры по сравнению со схемой «только МКВ» заметно уменьшаются лишь выше 10-12км.

Погрешность восстановления водяного пара не изменяется.

4) Схема «МКВ+ИК» показывает на всех высотах заметно меньшие, чем при использовании МКВ и ИК измерений по отдельности, погрешности определения температуры и улучшает восстановление водяного пара. Улучшение достигает 1.5-2 К для температуры и более 10% уменьшения неопределенности для водяного пара.

**Эта работа выполнялась при
поддержке НИЦ «Планета»,
РФФИ (грант 09-05-00797-а)
и СПбГУ (гранты НИР 11.31.547.2010
и 11.37.28.204)**

Спасибо за внимание