



Выбор полигонов для внешней калибровки сканеров/зондировщиков серии МТВЗА

Садовский И.Н., Сазонов Д.С.

Институт космических исследований РАН, Москва

E-mail: Ilya_Nik_Sad@mail.ru



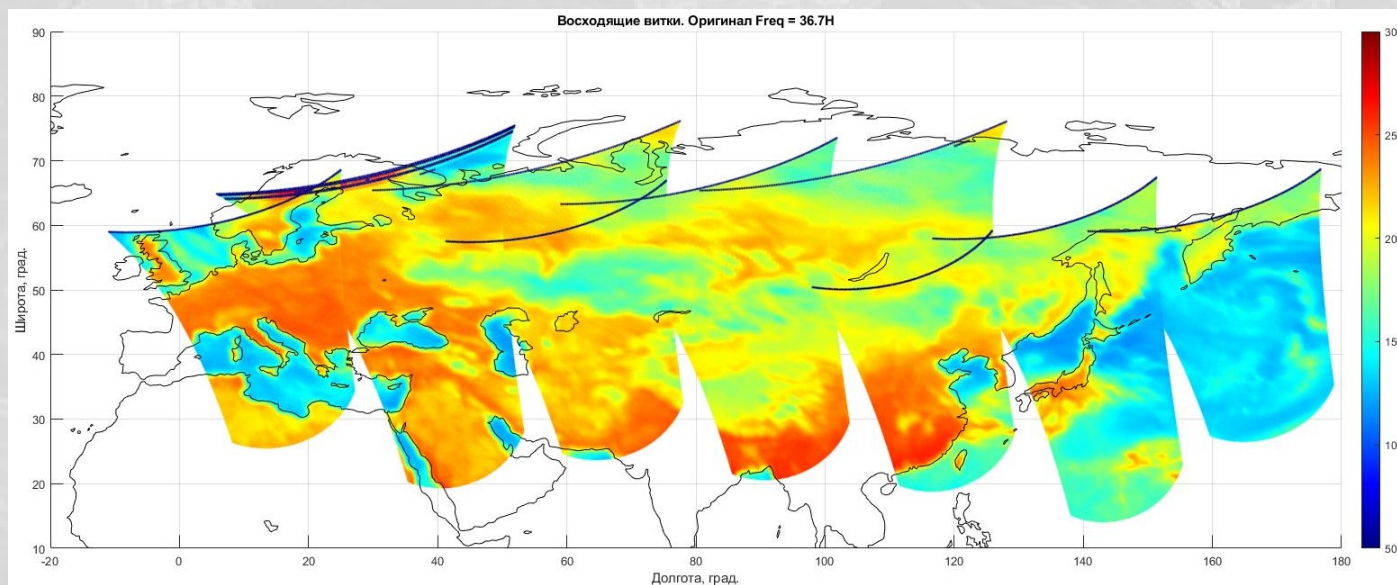
**Институт Космических Исследований
Space Research Institute**

Актуальность работы:

Невозможность проведения измерений прибором МТВЗА-ГЯ (установленном на борту КА «Метеор-М» №2-3) в областях, традиционно используемых для внешней калибровки спутниковых радиометрических комплексов.

Отличия в углах встречи с Землей приборов серии МТВЗА и его зарубежных аналогов и отсутствие научных статей, направленных на подтверждение применимости использования «классических» полигонов для калибровки российского радиометрического комплекса.

Наличие на территории Российской Федерации сети полигонов, схожих по назначению с Amazon Tall Tower Observatory (АТТО), доступ к измерениям которых не может быть ограничен.



Описание предлагаемого подхода:

Модель переноса излучения (МПИ), используемая при калибровке, имеет вид:

$$\begin{aligned} T_{\text{Я}}^{\text{В},\Gamma}(v, \theta) = & \chi^{\text{В},\Gamma}(v, \theta) \cdot T_0 \cdot e^{-\tau(v) \sec \theta} + T_{\text{Я}}^{\uparrow}(v, \theta) + \\ & + T_{\text{Я}}^{\downarrow}(v, \theta) \cdot [1 - \chi^{\text{В},\Gamma}(v, \theta)] \cdot e^{-\tau(v) \sec \theta} + \\ & + T_{\text{К}} \cdot [1 - \chi^{\text{В},\Gamma}(v, \theta)] \cdot e^{-2 \cdot \tau(v) \sec \theta} \end{aligned}$$

Для выполнения модельных оценок влияния атмосферы необходимо знать вертикальные профили давления, температуры и влажности атмосферы, водности облаков и интенсивности осадков для каждого элемента наблюдения прибора. Расчет для участков поверхности океана требует априорного знания температуры поверхности, величины солёности водной среды, интенсивности волнения (в том числе – через скорость и направление приводного ветра). Для участков суши, помимо температуры поверхности, важно знать тип почвы/растительности, их влажность, засоленность, структуру/геометрию поверхности и т.д.

С целью выбора полигонов, пригодных для калибровки МТВЗА-ГЯ, предлагается использовать следующий, значительно упрощенный, вид модели переноса излучения:

$$T_{\text{Я}}^{\text{В},\Gamma}(v, \theta) = \chi_{\text{ЭФФ}}^{\text{В},\Gamma}(v, \theta) \cdot T_0$$

Описание предлагаемого подхода:

$$\chi_{\text{ЭФФ}}^{\text{В,Г}}(\nu, \theta)$$

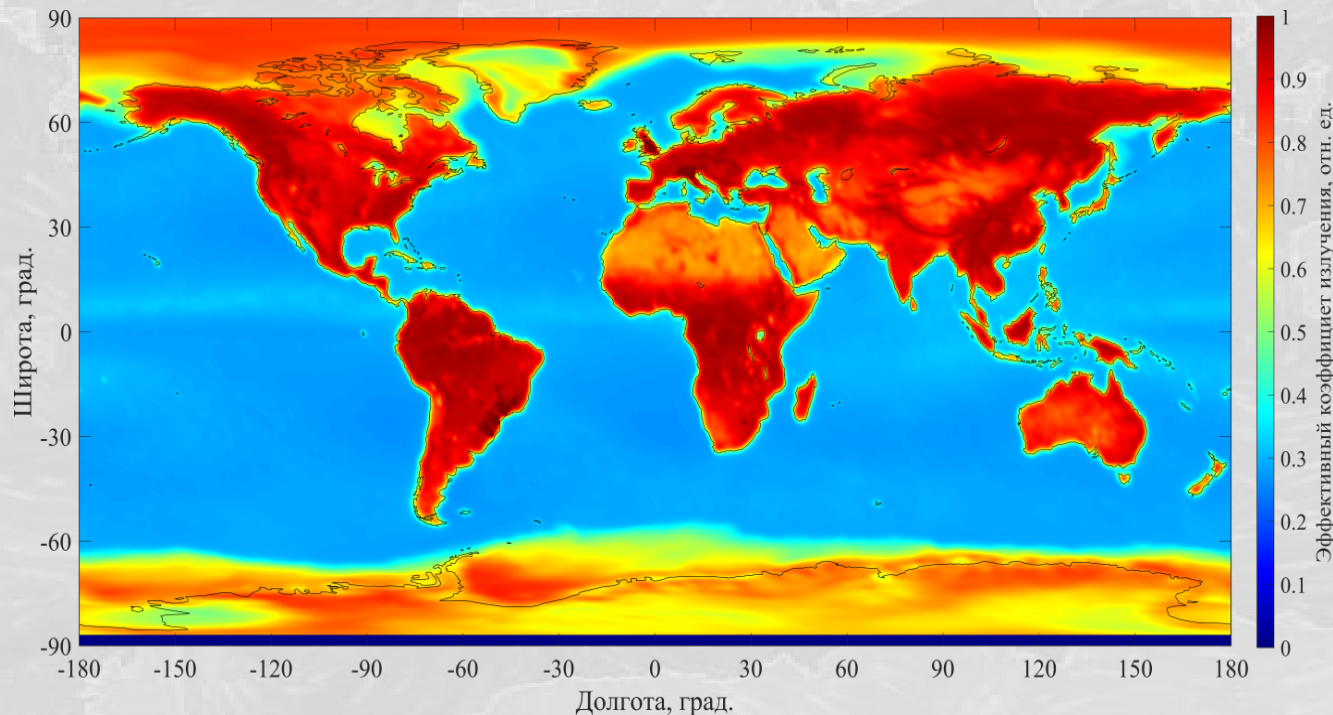
Предлагается использовать дисперсию эффективного коэффициента излучения в качестве основной характеристики выбора полигонов для калибровки.

$$T_{\text{А}}^{\text{В,Г}}(\nu, \theta)$$

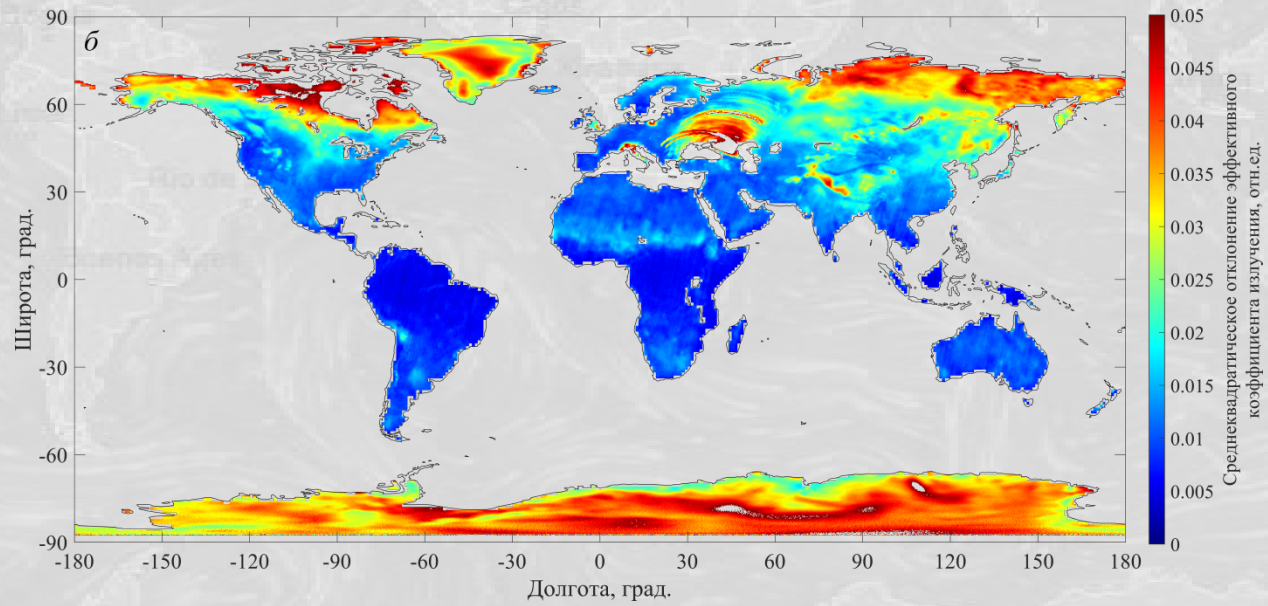
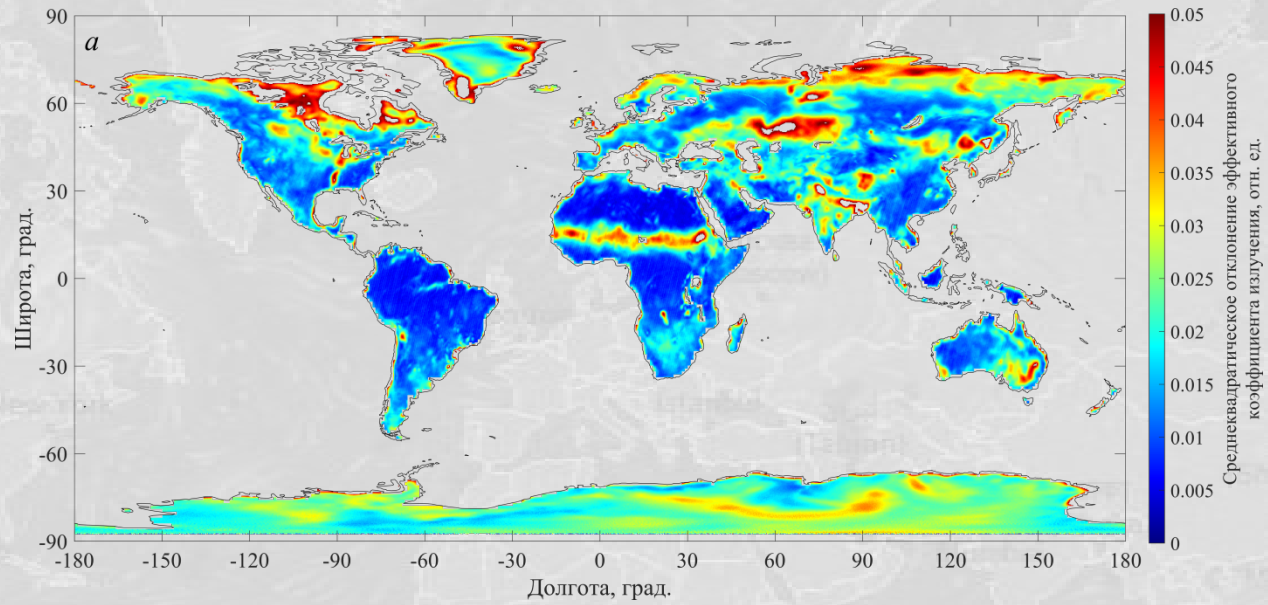
При расчете эффективного коэффициента излучения используются данные измерений МТВЗА-ГЯ (функционировавшего на борту КА «Метеор-М» №2-2) за весь 2020 год.

$$T_0$$

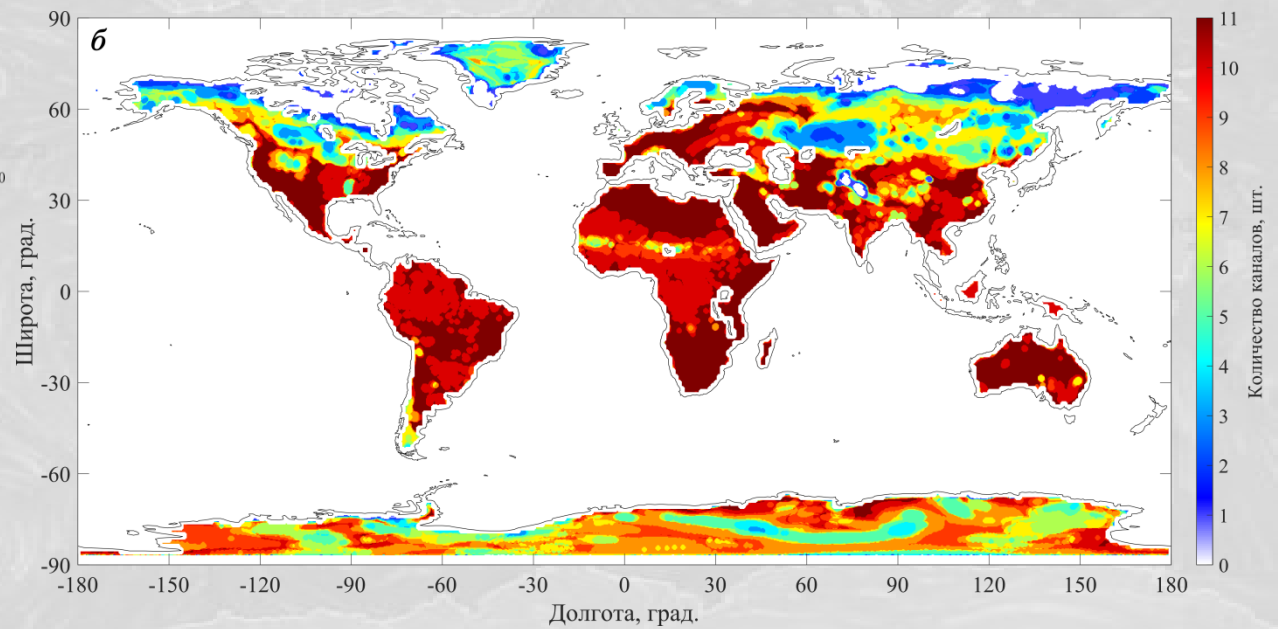
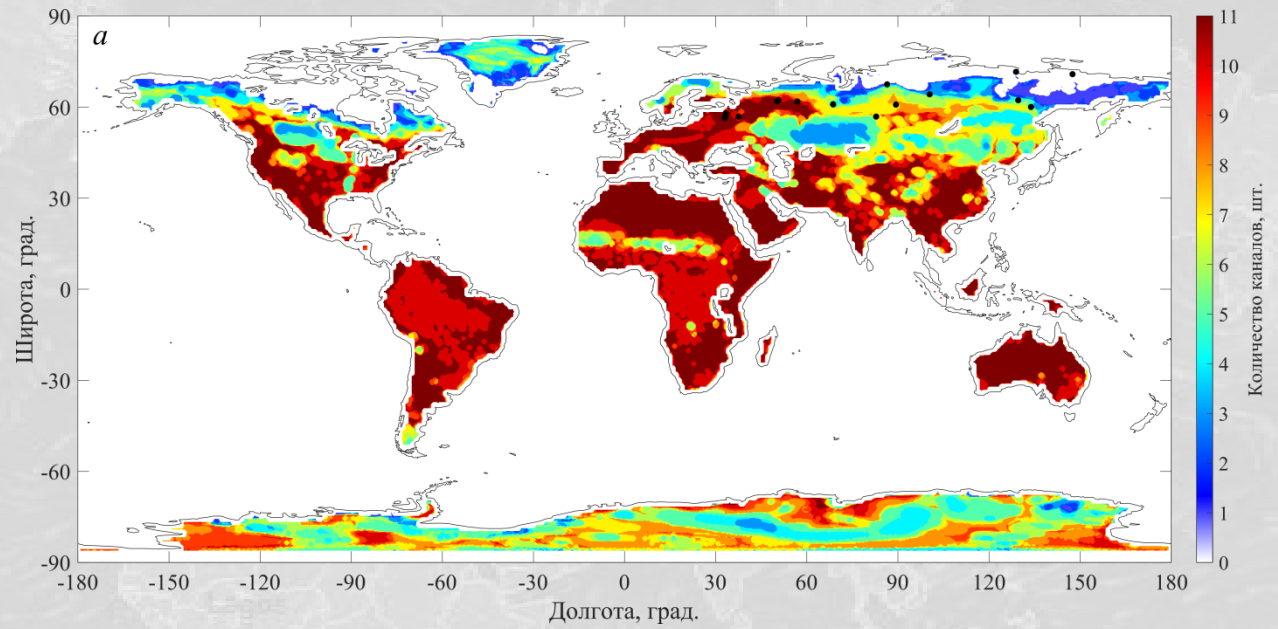
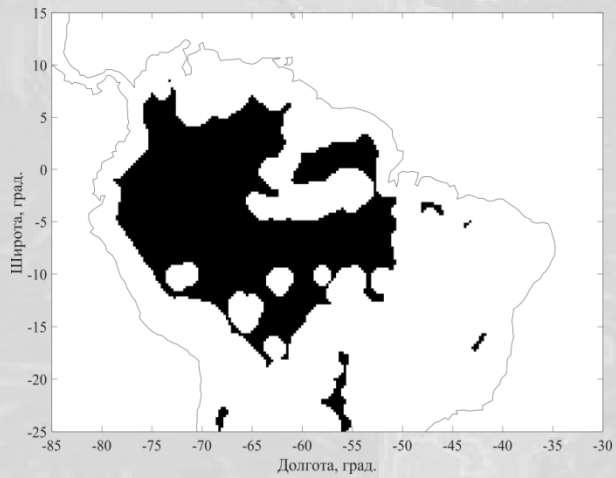
Соответствующие карты распределения температуры поверхности (для участков, покрытых микроволновыми измерениями) формировались на основе базы данных реанализа MERRA-2 (*англ.* The second Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications)



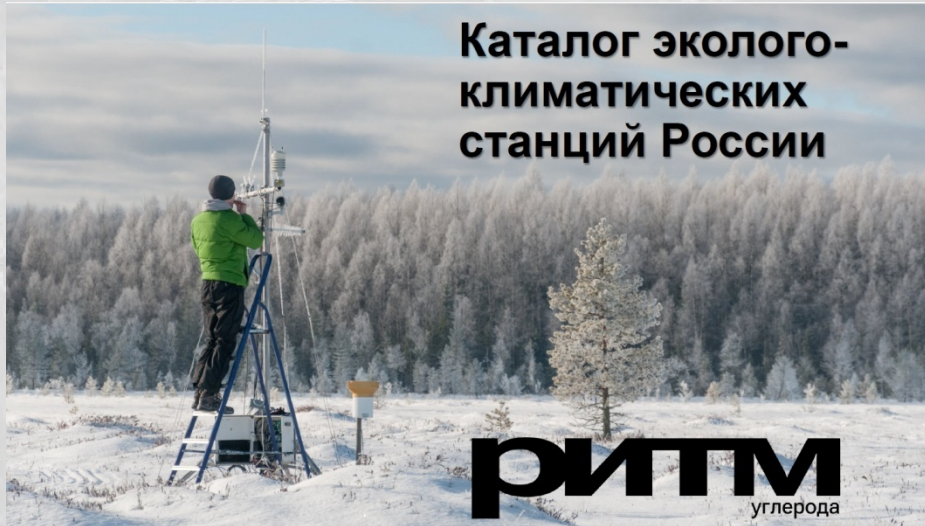
Результаты оценок в глобальном масштабе:



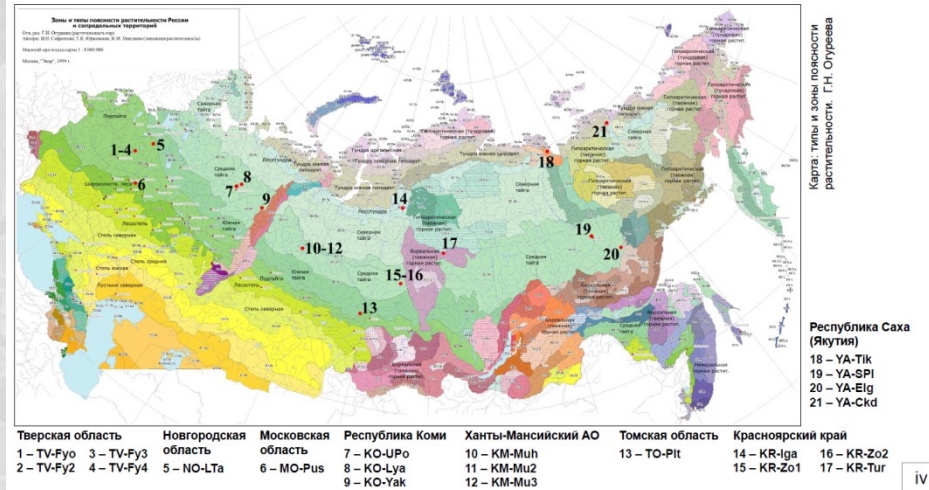
Результаты оценок в глобальном масштабе (с учетом разрешения МТВЗА):



Климатические станции на территории России:



Карта и список станций в каталоге

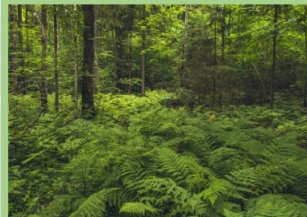


РИТМ
углерода

КАТАЛОГ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ



ЮЖНАЯ ТАЙГА



ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ

Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник Южно-Валдайская экологическая обсерватория «Оковский Лес»
Деревня Большое Фёдоровское

Фёдоровское, ельник неморальный TV-Fy2

Экосистема

Ельник с примесью клена, осины, вяза и березы кислично-щитовниковый (ель: 53%, клен: 18%, вяз: 6%, осина: 6%, береза: 6%).
Высота древостоя: 30–35 м.
Возраст древостоя: до 170 лет. Бонитет I.

Климат

Температура января: -5.9°C. Температура июля: 18.2°C
Среднегодовая температура: 4.8°C
Среднегодовое количество осадков: 727 мм

Измерения

Период работы: 1999 г. – н.в. Высота вышки: 42 м
Мониторинг: потоки CO₂, CH₄, метеорологические параметры (круглогодично)

Основные публикации

Mamkin V. et al. Energy and CO₂ exchange in an undisturbed spruce forest and clear-cut in the Southern Taiga. *Agric. For. Meteorol.* 2019, 265, 252–268.
Mamkin V. et al. Response of Spruce Forest Ecosystem CO₂ Fluxes to Inter-Annual Climate Anomalies in the Southern Taiga. *Forests* 2022, 13(7), 1019.

Организация

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33

Контакты:
Варлагин Андрей Викторович
varlagin@sevin.ru



Выводы:

Представленная к рассмотрению методика основывается на двух базовых утверждениях:

для областей, в пределах которых наблюдается минимальный разброс характеристик подстилающая поверхность – атмосфера, в соответствии с МПИ могут быть получены более точные оценки яркости, при той же точности определения входных параметров модели;

уровень регистрируемого приемником сигнала является индивидуальной характеристикой как самого прибора, так и особенностей формирования уходящего излучения зондируемого объекта. Поэтому принципиальным моментом является привлечение к анализу реальных измерений МТВЗА-ГЯ, уже содержащих в себе эту информацию.

Использование термина эффективный коэффициент излучения не предлагается использовать непосредственно в операции внешней калибровки. Обязательность привлечения соответствующей МПИ неоспорима. Однако получаемые в рамках методики значения могут быть использованы при оценке наихудшей точности калибровки по конкретному полигону.

Описанный подход в целом, как и отдельные этапы его реализации, следует рассматривать как первый шаг исследования в данном направлении. Часть результатов получена с заведомо заниженными параметрами в угоду наглядности проводимых работ.

Показано, что на территории России могут быть выделены участки, пригодные для внешней калибровки МТВЗА-ГЯ, характеристики которых немногим уступают регионам, традиционно используемым для этих целей.

Авторы выражают благодарность А.М.Стрельцову (АО «Российские космические системы») за своевременное и оперативное предоставление предобработанных данных измерений МТВЗА-ГЯ, использованных в работе.

Работа выполнена при поддержке темы
«Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8).

Спасибо за внимание!



**Институт Космических Исследований
Space Research Institute**