

Двадцать вторая международная конференция "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"

«Контроль данных о температуре поверхности моря с  
космического аппарата МЕТЕОР-М по данным с  
других источников»

Авторы:

Б. С. Шевченко<sup>1, 2</sup>

Н. Б. Захарова<sup>2</sup>

(1) Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

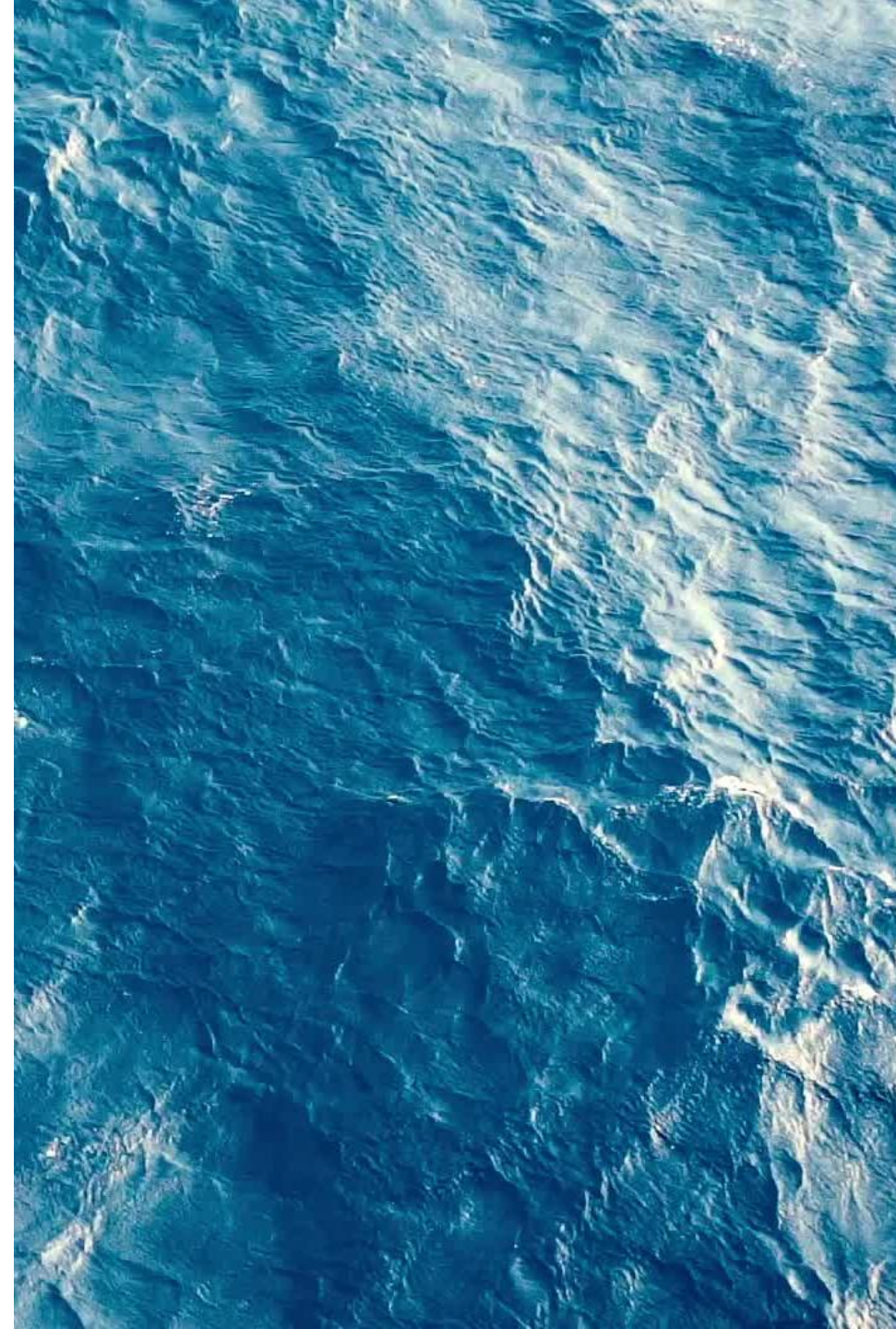
(2) Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук, Москва, Россия

# Введение

Данные ДЗЗ из космоса за состоянием морских акваторий играют важную роль в изучении климата, океанографии и морской экологии.

Полученные данные наблюдений о температуре поверхности моря используются как в задачах мониторинга состояния морских сред, так и при моделировании морских систем.

Усвоение данных наблюдений, которые не согласованы между собой или содержат значительные ошибки, может привести к разбалансировке модели с использованием ассимиляции и значительно повлиять на решение системы.



# Данные

- Aqua (MODIS)
- SNPP (VIIRS)
- Terra (MODIS)
- Sentinel (MSI)
- МЕТЕОР-М (МСУ-МР)

ЦКП «ИКИ - Мониторинг»  
(<http://ckp.geosmis.ru/>)

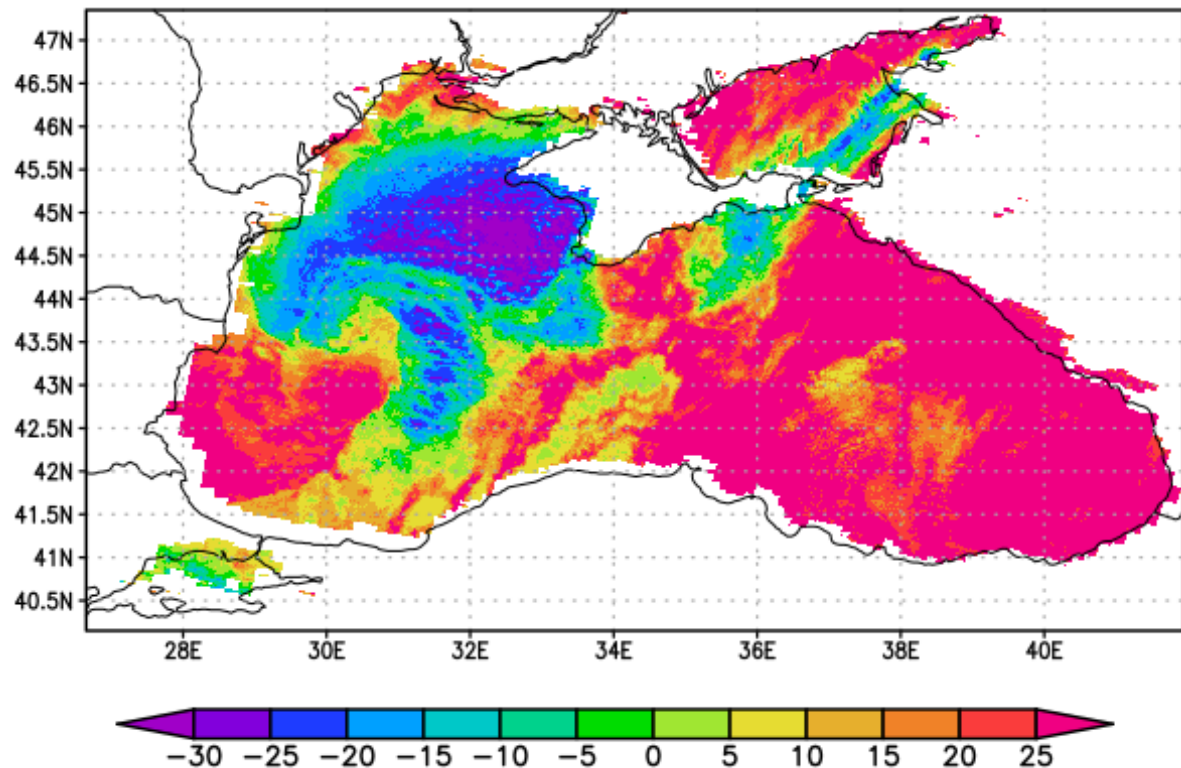


# Причины ошибок в данных

- Различные каналы для измерения радиояркостной температуры;
- Разные алгоритмы пересчета значений температуры поверхности моря из измеренной радиояркостной температуры;
- Особенности измерений приборов в условиях облачности и других помехах;
- Ошибки измерительных приборов в виду неисправности или неверной калибровки.

# Пример данных о ТПМ со спутников МЕТЕОР-М и SNPP

а)



б)

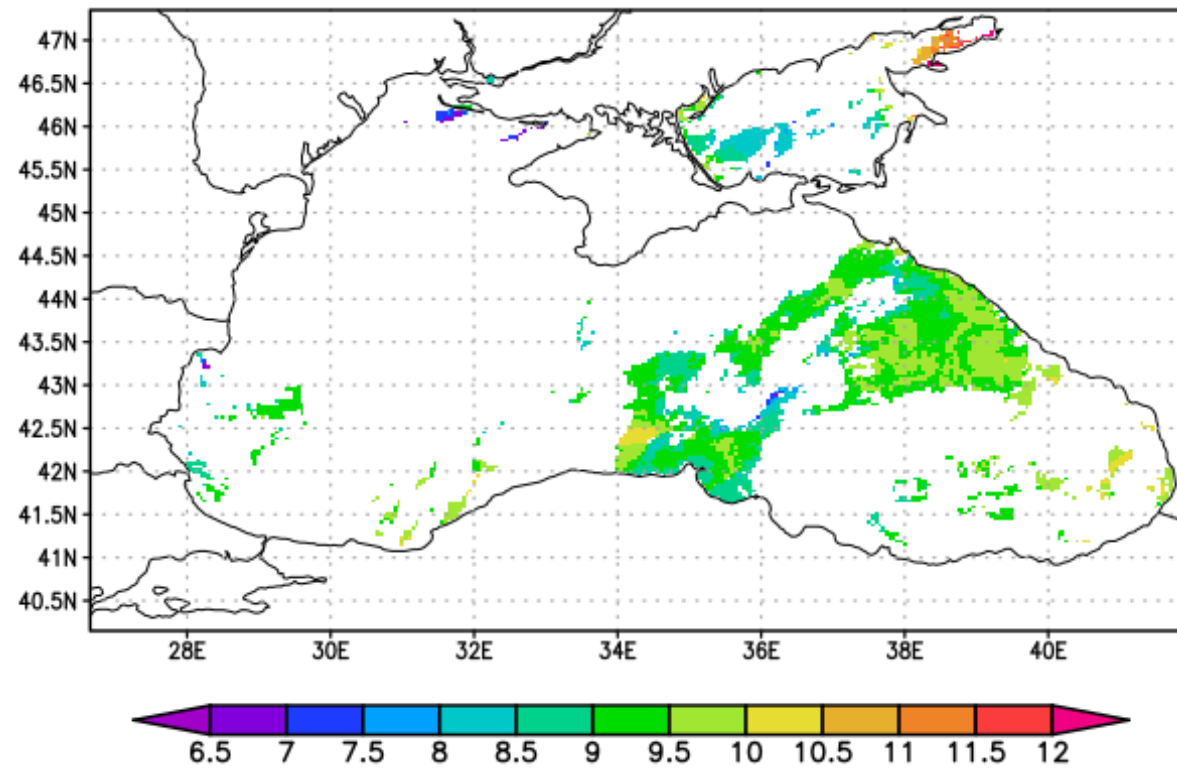
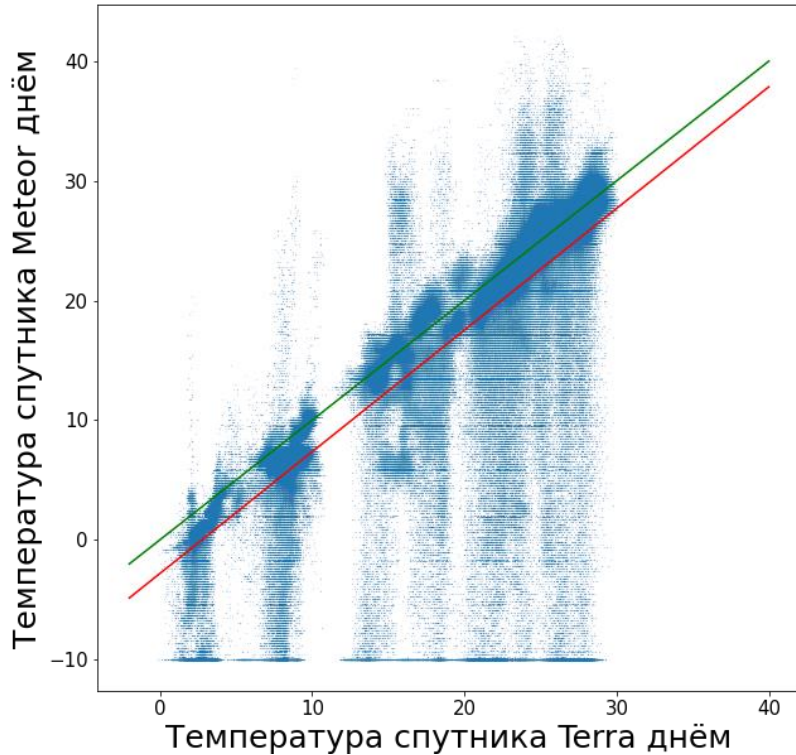


Рис. 1. Данные о ТПМ Чёрного и Азовского морей со спутника (а) МЕТЕОР-М за 21 апреля 2022 года в 00:49 UTC; (б) SNPP за 20 апреля 2022 года в 23:30 UTC, °C

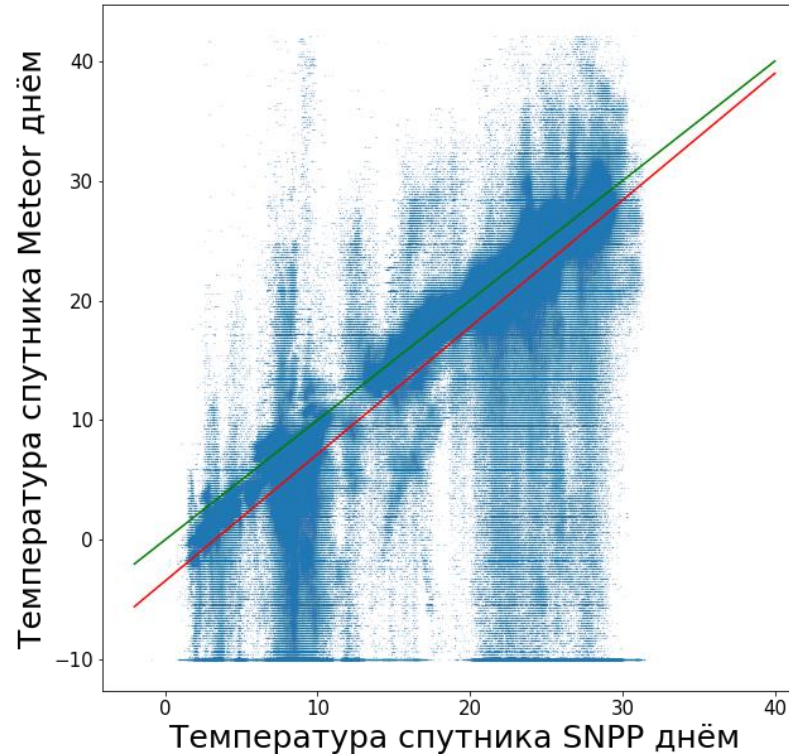
# Регрессионный анализ дневных данных

а)



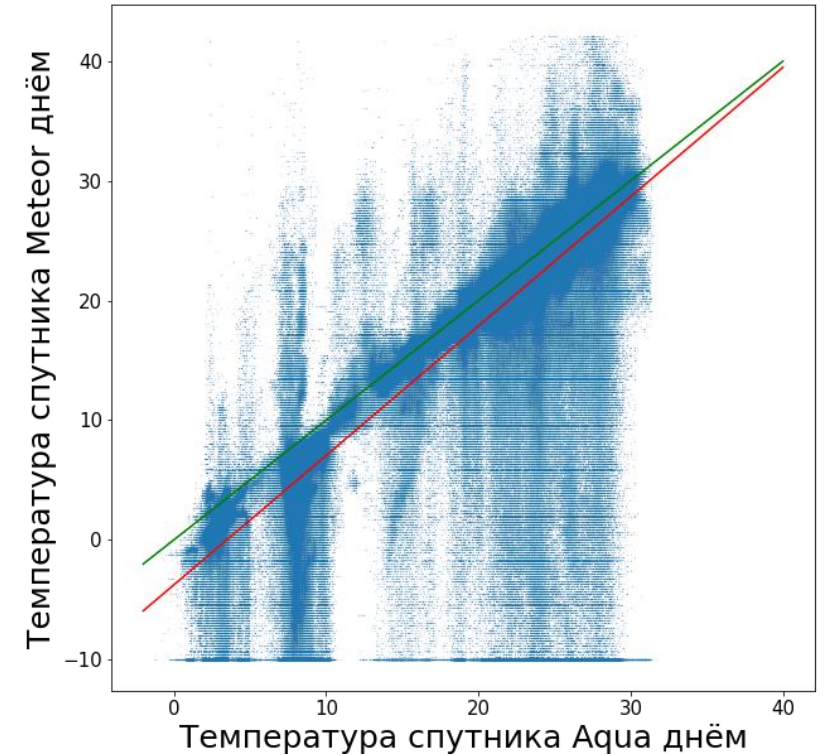
$$a = 1.0168 ; b = -2.8091$$
$$R^2 = 0.21 ; \text{СКО} = 6.912$$

б)



$$a = 1.0606 ; b = -3.443$$
$$R^2 = 0.3413 ; \text{СКО} = 6.4179$$

в)

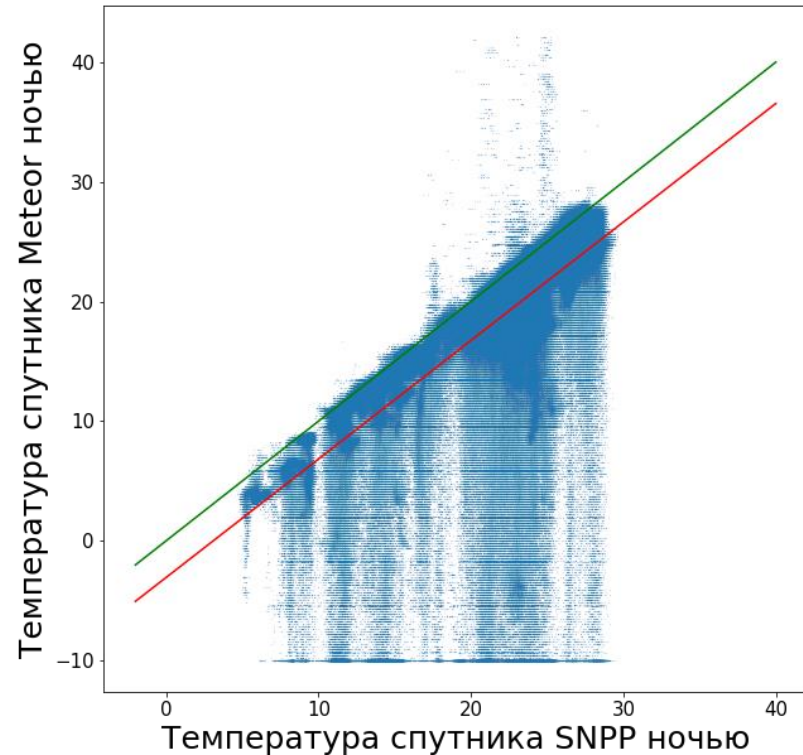


$$a = 1.0810 ; b = -3.756$$
$$R^2 = 0.3999 ; \text{СКО} = 5.7687$$

Рис. 2. Регрессионный анализ дневных данных, полученных со спутника МЕТЕОР-М с данными, полученными со спутника (а) Terra; (б) SNPP; (в) Aqua.  $y = ax + b$  – линия регрессии (красная);  $y = x$  – эталонная прямая (зелёная)

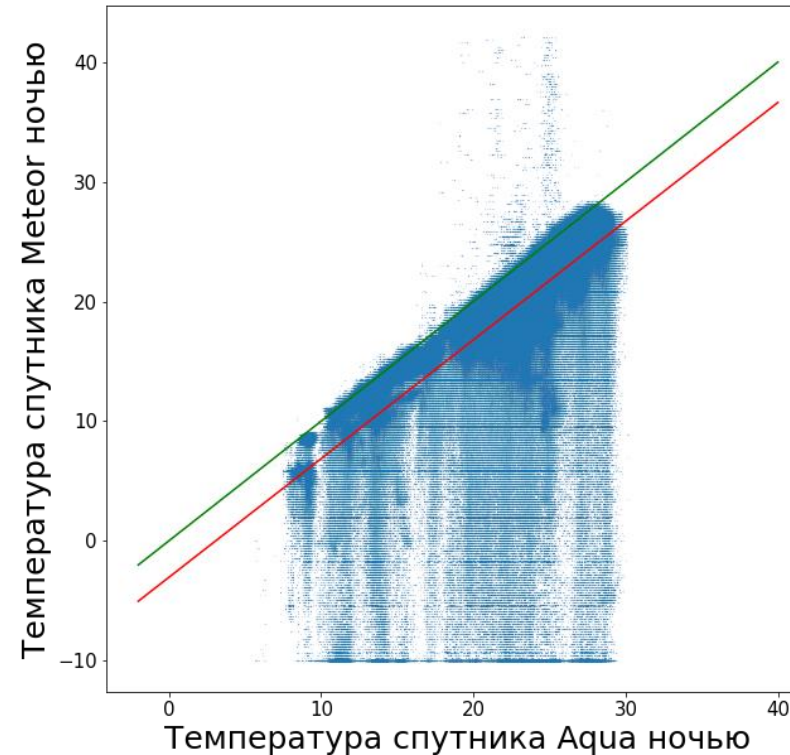
# Регрессионный анализ ночных данных

а)



$$a = 0.9901 ; b = -3.0601$$
$$R^2 = 0.6668 ; \text{СКО} = 6.1236$$

б)



$$a = 0.9919 ; b = -3.0461$$
$$R^2 = 0.6031 ; \text{СКО} = 5.9017$$

Рис. 3. Регрессионный анализ ночных данных, полученных со спутника МЕТЕОР-М с данными, полученных со спутника (а) SNPP; (б) Aqua.  $y = ax + b$  – линия регрессии (красная);  $y = x$  – эталонная прямая (зелёная)

# Регрессионный анализ дневных данных

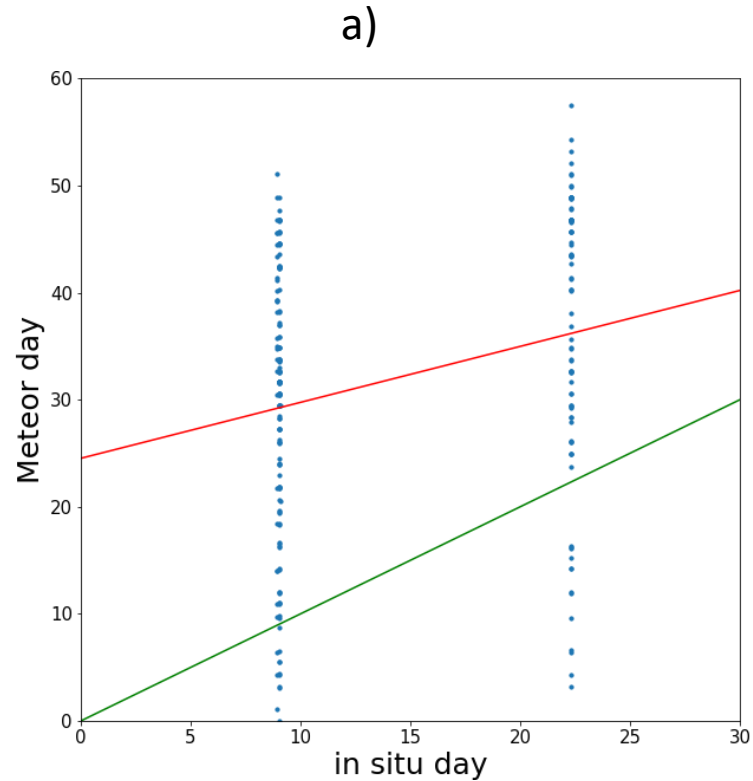
Из графиков, представленных на предыдущих слайдах, можно сделать выводы:

1. Данные со спутника МЕТЕОР-М имеют много ошибочных значений, но положительно коррелируют с данными, полученными с других спутников;
2. Ночные данные содержат значительно меньше ошибок, чем дневные.

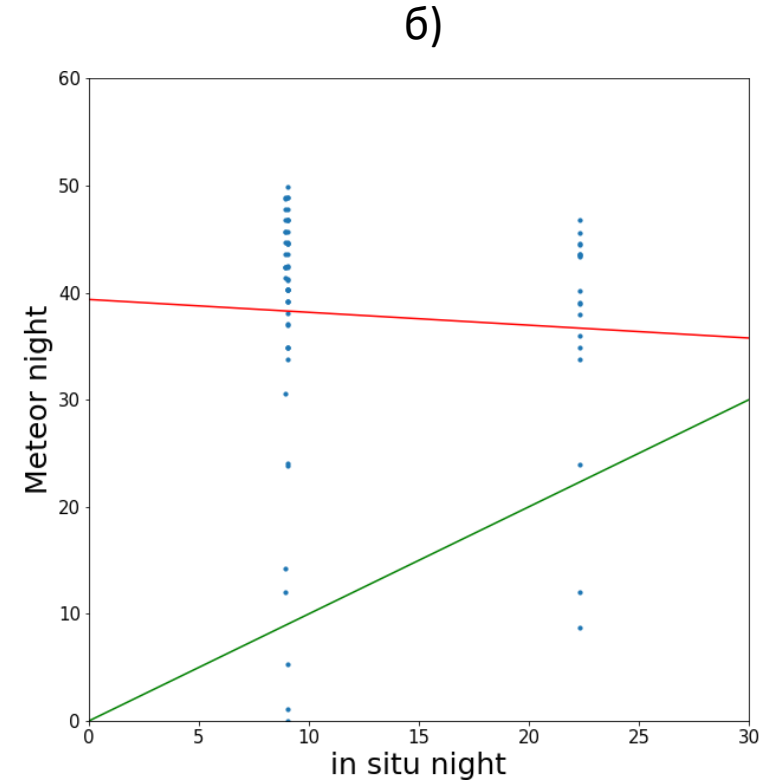


# Сравнение МЕТЕОР-М с in situ (ARGO)

В данном исследовании ТПМ рассчитана по радиационной температуре каналов 5 и 6 МСУ-МР, согласно работе [Алексанин, Дьяков, 2021] по коэффициентам, вычисленным для Дальневосточного региона.



$$a = 0.5256; b = 24.5298$$
$$R^2 = 2067.05; \text{СКО} = 22.1865$$



$$a = -0.12; b = 39.367$$
$$R^2 = 2633.72; \text{СКО} = 28.7176$$

Рис. 4. Регрессионный анализ данных, полученных со спутника МЕТЕОР-М с данными in situ (а) днём; (б) ночью.  
 $y = ax + b$  — линия регрессии (красная);  $y = x$  — эталонная прямая (зелёная)

## Сравнение METEOP-M с in situ (ARGO)

По графикам, приведённым на предыдущем слайде, можно сделать выводы, что данные со спутника METEOP-M, преобразованные согласно формуле, представленной в работе [Алексанин, Дьяков, 2021] с коэффициентами, рассчитанными для Дальневосточного региона :

1. Плохо коррелируют с данными измерений буёв ARGO в Чёрном море;
2. Показывают высокое значение СКО, что указывает на большой разброс значений.

# Заключение

---

Проведен анализ данных о ТПМ Чёрного и Азовского морей со спутника МЕТЕОР-М

---

Построены диаграммы рассеяния и уравнения регрессии по данным с различных спутников

---

Данные со спутника МЕТЕОР-М содержат много ошибочных значений, но имеют положительную корреляцию с данными с других спутников

---

Необходима корректировка формулы расчёта ТПМ по радиояркостной температуре, полученной спутником МЕТЕОР-М

---

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 19-71-20035)

# Список литературы

---

1. Е.А. Лупян и др. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12, № 5, 263-284.
2. Захарова Н.Б., Пармузин Е.И., Лёзина Н.Р., Агошков В.И., Шелопут Т.О., Лебедев С.А., Шутяев В.П., Шевченко Б.С. Реанализ гидрофизических полей на основе ассимиляции данных ЦКП «ИКИ Мониторинг» в модели гидротермодинамики Чёрного, Азовского и Мраморного морей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 6. С. 63-75. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-6-63-75
3. Е.А. Лупян, А.А. Прошин, М.А. Бурцев, И.В. Балашов, С.А. Барталев, В.Ю. Ефремов, А.В. Кашницкий, А.А. Мазуров, А.М. Матвеев, О.А. Суднева, И.Г. Сычугов, В.А. Толпин, И.А. Уваров. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса (2015) 12 № 5, 263-284.
4. ARGO project homepage <https://argo.ucsd.edu/>
5. А.И. Алексанин, С.Е. Дьяков Калибровка ИК-каналов радиометра МСУ-МР спутника «Метеор-М» №2-2 // Современные проблемы ДЗЗ из космоса (2021) 18 №1, 70-77.

Спасибо за  
внимание!

---

