



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчка
Российской академии наук

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА «SEE THE SEA» В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИКИ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ



Захарова Н.Б., Агошков В.И., Пармузин Е.И., Шелопут Т.О.,
Шутяев В.П., Лёзина Н.Р., Фомин В.В., Шевченко Б.С.



ГИС для цифрового развития. Применение ГИС
и дистанционного зондирования в науке и управлении

Российский НАУЧНЫЙ ФОНД

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАЗЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ НАУЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МИРОВОГО УРОВНЯ

При реализации проектов должны использоваться находящиеся в РФ крупные объекты научной инфраструктуры, в том числе:

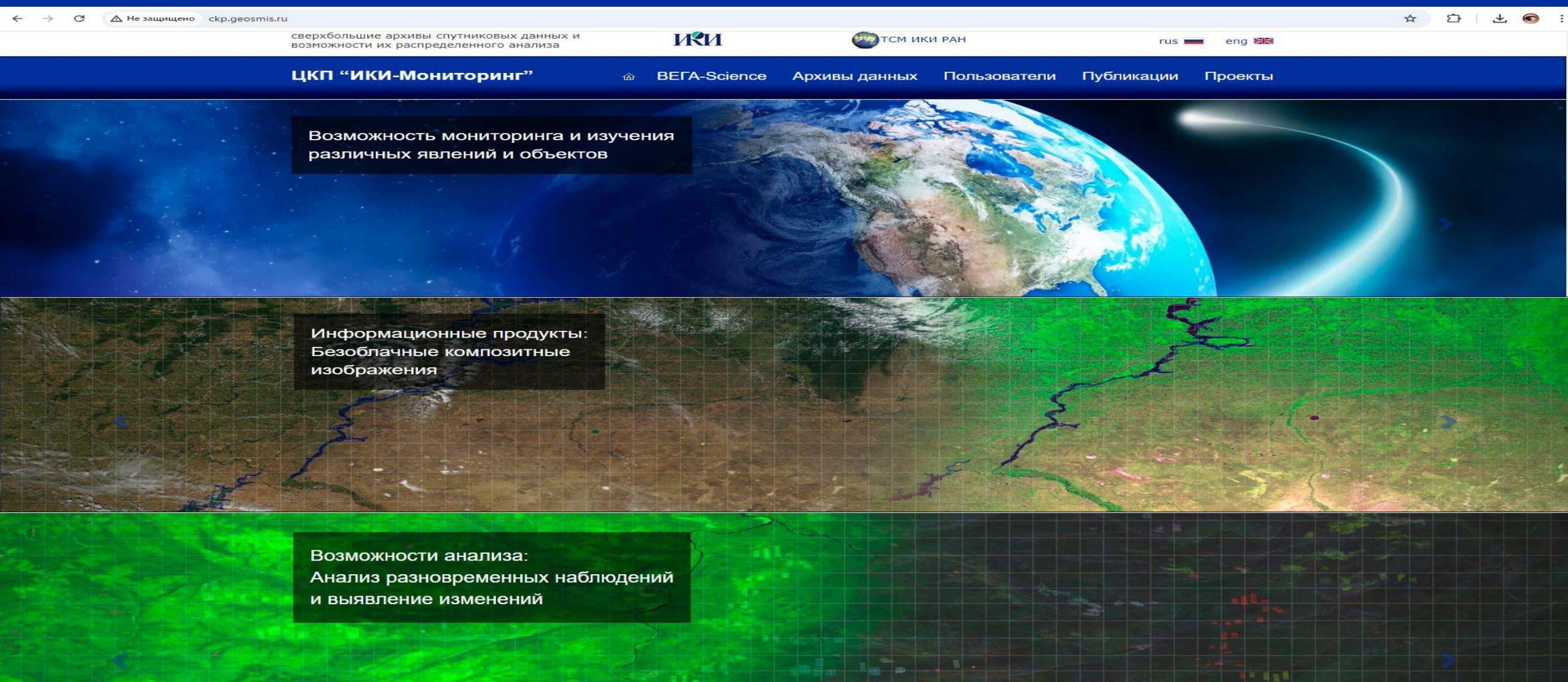
- центры коллективного пользования данных или ресурсов;
- научное оборудование, измерительные комплексы;
- уникальные научные установки;
- экспериментальные базы, коллекции;
- информационные системы и пр.

ЦКП «ИКИ–Мониторинг»

**ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ
СИСТЕМАМИ АРХИВАЦИИ, ОБРАБОТКИ И
АНАЛИЗА ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ
НАБЛЮДЕНИЙ ИКИ РАН ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ ИЗУЧЕНИЯ И МОНИТОРИНГА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

- Лупян Е.А. и др. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды. Современные проблемы ДЗЗ из космоса (2015), 12(5) 263–284
- Лаврова О.Ю. и др. Текущие возможности и опыт использования информационной системы See the Sea для изучения и мониторинга явлений и процессов на морской поверхности. Современные проблемы ДЗЗ из космоса (2019), 16(3) 266-287

ЦКП «ИКИ-Мониторинг»



сверхбольшие архивы спутниковых данных и возможности их распределенного анализа

ИКИ

ТСМ ИКИ РАН

rus

eng

ЦКП «ИКИ-Мониторинг»



ВЕГА-Science

Архивы данных

Пользователи

Публикации

Проекты

Возможность мониторинга и изучения различных явлений и объектов

Информационные продукты:
Безоблачные композитные
изображения

Возможности анализа:
Анализ разновременных наблюдений
и выявление изменений

ПРОЕКТ РНФ

ИВС «ИВМ РАН – ЧЕРНОЕ МОРЕ» И ЕЁ ИНТЕГРАЦИЯ С ЦКП «ИКИ–Мониторинг»

Информационно-вычислительная система (ИВС) вариационной ассимиляции данных «ИВМ РАН - Черное море» [1-2] была создана на основе численной модели INMOM [3] для моделирования морских акваторий и проведения расчетов с ассимиляцией реальных данных наблюдений [4] в ИВМ РАН.

В работе используются данные со спутников о температуре поверхности моря из программно-аппаратного комплекса ЦКП «ИКИ - Мониторинг»

[1] Агошков В.И. др. ИВС "ИВМ РАН - Черное море". Москва, ИВМ РАН, 2016.

[2] Агошков В.И., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б. и др. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2014663103 «Информационно-вычислительная система вариационной ассимиляции данных «ИВМ РАН – Черное море»», 2014.

[3] Zalesny V. B. , Diansky N. A., Fomin V. V. Numerical model of the circulation of the Black Sea and the Sea of Azov. Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling, 2012.

[4] Agoshkov, V.I.; Zalesny, V.B.; Parmuzin, E.I.; Shutyaev, V.P.; Ipatova, V.M. Problems of variational assimilation of observational data for ocean general circulation models and methods for their solution. Izv. Atmos. Ocean. Phys., 2010.

ИВС «ИВМ РАН- ЧЕРНОЕ МОРЕ»

Численная
модель INMOM

+

Процедуры
ассимиляции
данных



Расчёт

- Морские течения
- Термохалинная структура и плотность воды
- Распределение основных гидрологических и специальных параметров



Вывод параметров

- Температура
- Соленость
- Уровень моря
- Поле скоростей

Интеграция ИВС и ЦКП

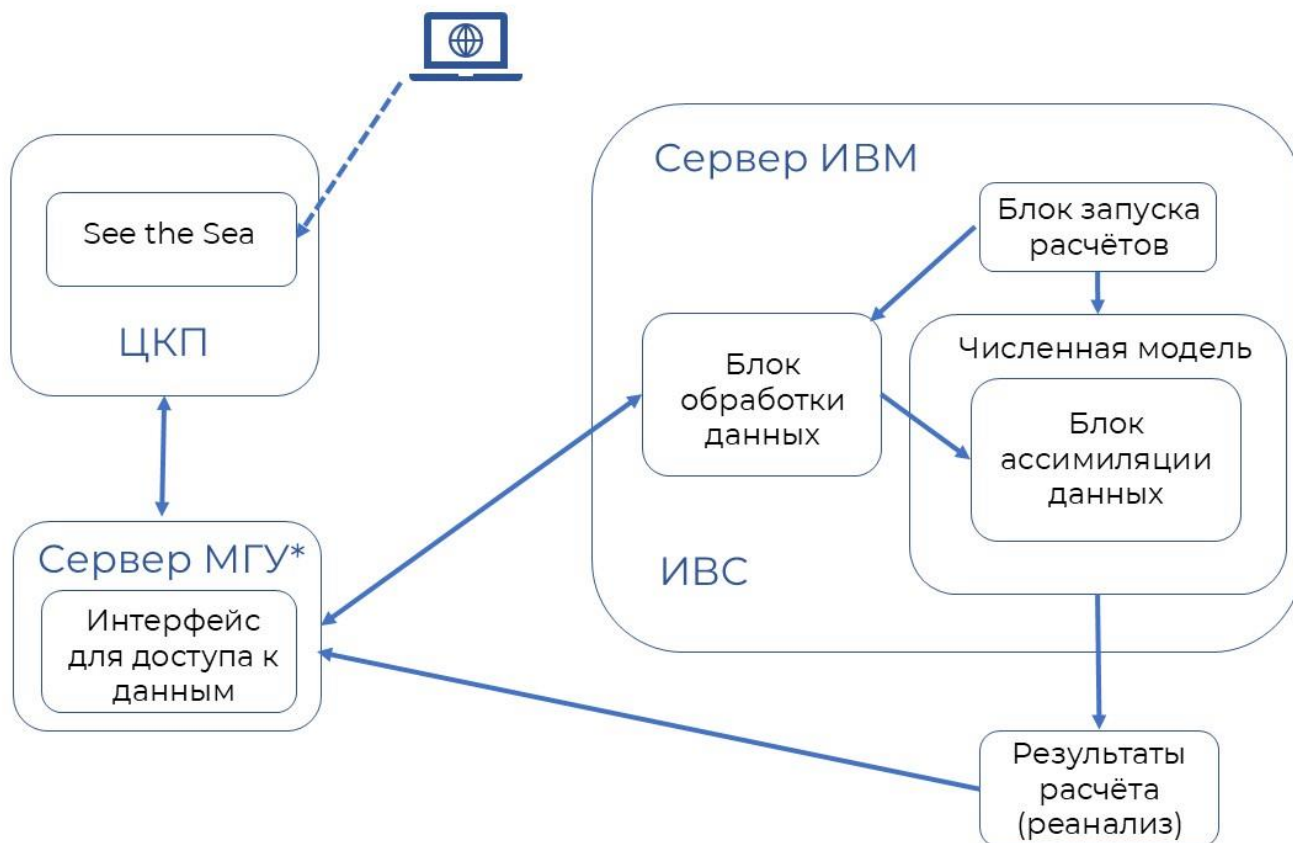


СХЕМА ИНТЕГРАЦИИ

Информационно – вычислительной системы вариационной ассимиляции данных наблюдений «ИВС РАН – Черное море» с программно-аппаратным комплексом ЦКП «ИКИ-Мониторинг»»

*используется оборудование ЦКП сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ

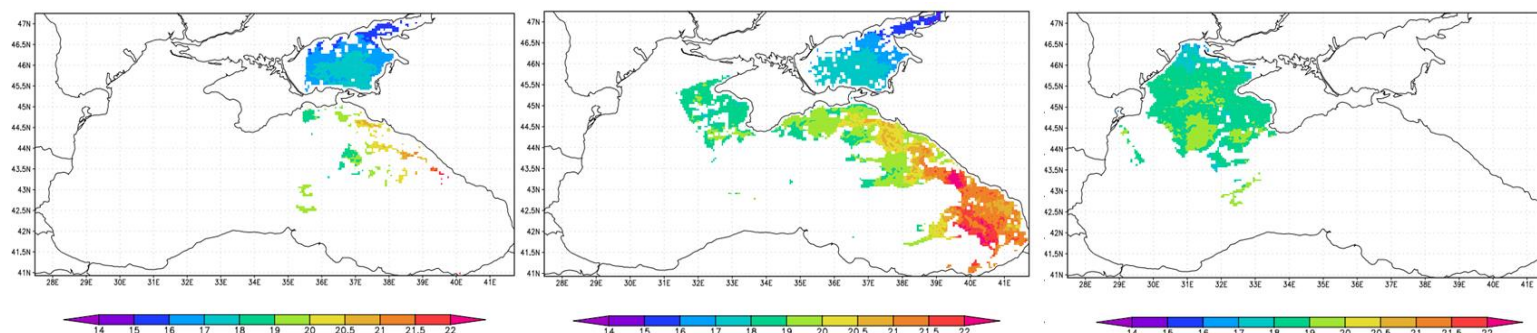
ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ



ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ МОРЯ

В процедурах ассимиляции используются данные о температуре поверхности моря (ТПМ) Черного, Азовского и Мраморного морей

за 2015-2024 гг. морей с различных спутников, которые зачастую покрывают только часть исследуемой акватории в силу погодных условий, особенностей измерительных приборов и траекторий спутников.



Данные наблюдений о ТПМ в акватории Черного и Азовского морей за 17.10.2019, полученные из ЦКП «ИКИ - Мониторинг»

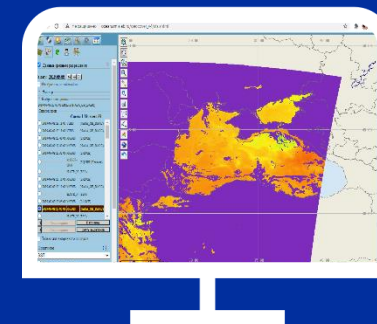
СПУТНИКИ:

Aqua (MODIS),

Terra (MODIS),

Suomi NPP (VIIRS),

Sentinel (SLSTR)



ОБРАБОТКА ДАННЫХ

ОБРАБОТКА, ВЕРИФИКАЦИЯ, ИНТЕРПОЛЯЦИЯ, АНАЛИЗ ДАННЫХ

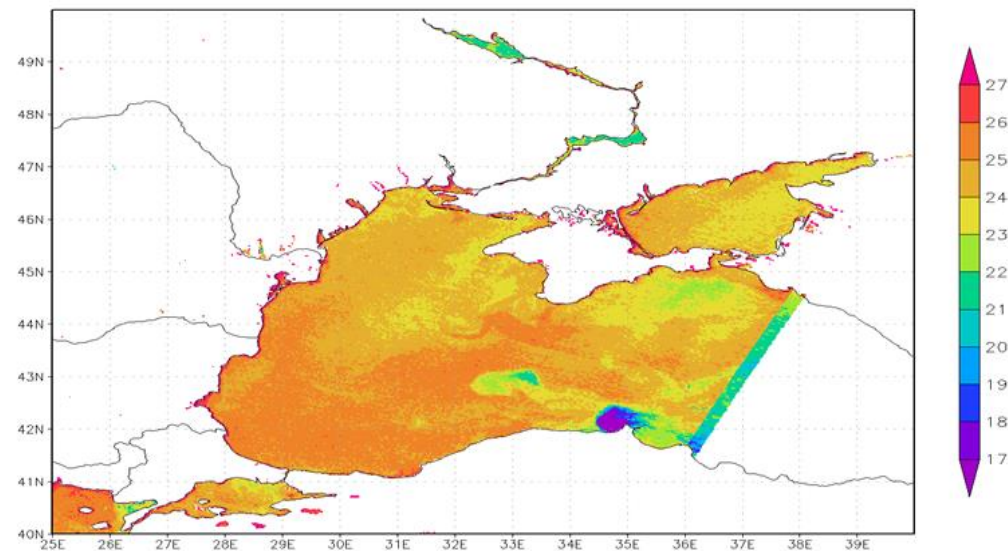


- Обработка и верификация данных наблюдений о состоянии морских акваторий.
- Интерполяция наблюдений на регулярную сетку численной модели.
- Расчет статистических характеристик основных гидрофизических параметров морских сред по наборам данных.
- Построение на основе данных наблюдений ковариационных матриц и весовых коэффициентов в задачах ассимиляции данных.
- Верификация результатов расчетов и используемых методов ассимиляции по натурным данным измерений.

ОБРАБОТКА И ВЕРИФИКАЦИЯ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ О СОСТОЯНИИ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ

Для использования данных наблюдений в численной модели разрабатываются алгоритмы верификации данных, позволяющие выявлять ошибки, корректировать данные и исключать отдельные поля или выбросы.

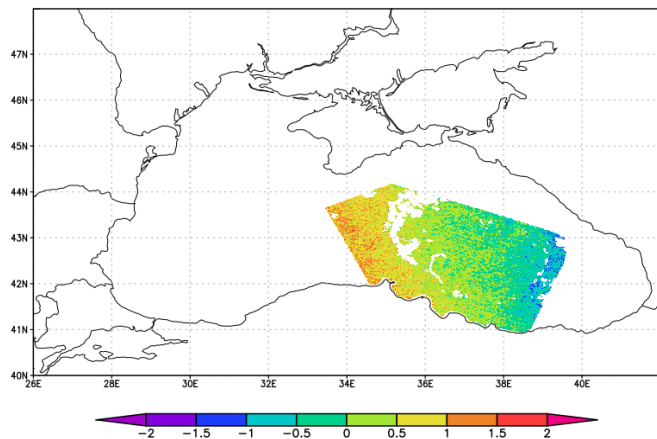
ОШИБКИ В ДАННЫХ



Температура поверхности моря, °C

ОШИБКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

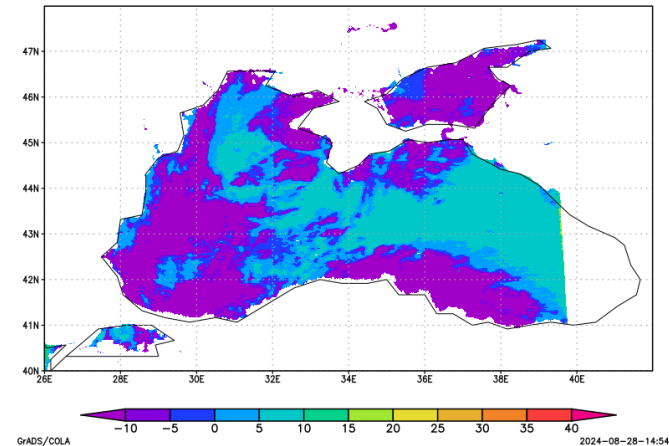
Данные не всегда согласуются между собой



Разница значений с двух спутников. Terra и SNPP

Температура
поверхности моря, °C

МЕТЕОР-М



Данные не откалиброваны

ИНТЕГРАЦИЯ РЕАНАЛИЗА В СИСТЕМУ “SEE THE SEA”



На основе ассимиляции данных о ТПМ в модели INMOM построен реанализ состояния Черного и Азовского морей.



Интерфейс системы мониторинга обеспечивает возможность проведения комплексного анализа результатов моделирования и данных наблюдений со спутников.



Построенные 3D поля основных гидрофизических параметров интегрированы в систему мониторинга «See the Sea» для последующей визуализации.



В системе можно:

- Строить изолинейные карты, вертикальные профили, разрезы;
- Проводить онлайн расчеты выбранного параметра за некоторый период (сутки\неделю\месяц).

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА



← → ↺ ⚠ Не защищено ocean.smlab.ru/static/

See the Sea

спутниковый сервис мониторинга Мирового океана

Вход в систему

Выйти

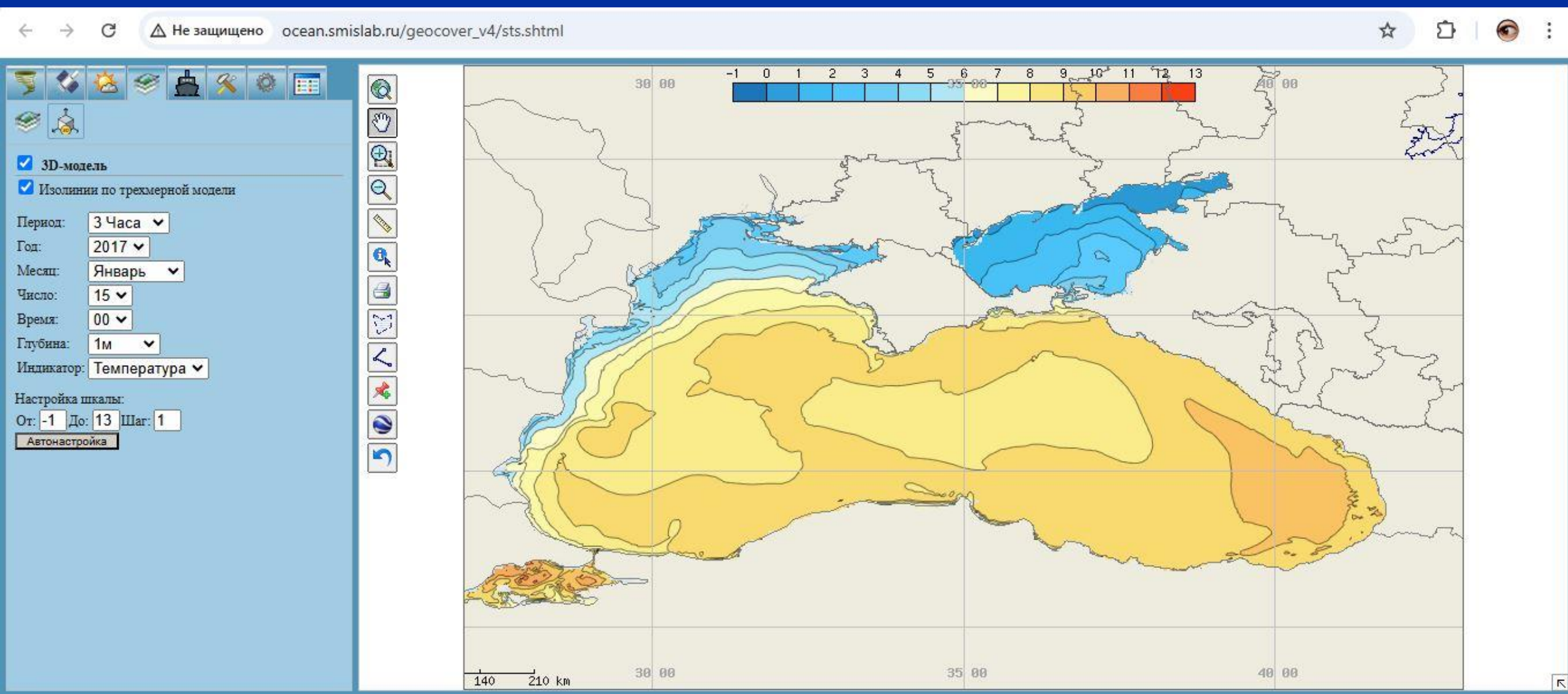
Ресурсы системы

- [Картографический интерфейс](#)
- [Система учета сбоев](#)

Уважаемые пользователи, обращаем Ваше внимание! В связи со сбоем оборудования и проведением технологических работ могут происходить временные перебои в работе сервиса с частью данных.

Спутниковый сервис SEE THE SEA (STS) – это информационная система, ориентированная на работу с данными спутниковых наблюдений для решения междисциплинарных задач исследования Мирового океана. Особое внимание в системе уделяется возможностям работы с данными спутниковой радиолокации (в основном, данными, получаемыми со спутника ENVISAT). В то же время, система позволяет проводить комплексный анализ данных различных спутниковых систем наблюдения Земли. В системе используются данные спутников Terra, Aqua, NOAA, LANDSAT и др. Система обеспечивает возможность работы как с ежедневно получаемыми спутниковыми данными, так и с многолетними архивами данных, накопленных в Институте космических исследований российской академии наук (ИКИ РАН) в ходе выполнения различных научных проектов.

SEE THE SEA



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**ИНТЕГРАЦИЯ ДВУХ
СИСТЕМ = РАЗВИТИЕ
ОБЕИХ**



Алгоритмы ассимиляции позволяют учитывать данные наблюдений при моделировании термодинамических процессов



Интеграция полей реанализа расширяет возможности системы мониторинга, позволяя проводить исследования процессов, происходящих не только на морской поверхности, но и на различных горизонтах по глубине



Планируется построить и интегрировать в систему мониторинга Цифровые Атласы «ИВМ РАН – Черное море», «ИВМ РАН – Азовское море» - среднегодовые, сезонные и среднесуточные поля основных гидрофизических параметров

Расширяем горизонты!

Захарова Наталья Борисовна