

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ СПЛОЧЕННОСТИ МОРСКОГО ЛЬДА АРКТИКИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ АКТИВНЫХ И ПАССИВНЫХ МИКРОВОЛНОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ



Животовская М.А., Заболотских Е.В.

Лаборатория спутниковой океанографии, Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

В работе изучено влияние атмосферных параметров (параметров влагосодержания атмосферы и скорости приводного ветра) на восстановление сплоченности морского льда Арктики.

Проведен сравнительный анализ среднесуточных значений сплоченности морского льда (SIC) по данным

АКТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

SIC_A – SIC, рассчитанные по данным микроволнового скаттерометра ASCAT с помощью подхода, описанного в (Заболотских и др., 2022). Подход основан на использовании среднеквадратичного разброса Δ удельной эффективной площади рассеяния σ^0 от линейной функции, аппроксимирующей зависимость УЭПР от угла наблюдения θ . Изменчивость Δ_j для каждого элемента j , содержащего M измерений $\sigma_{ji}^0(\theta_{ji})$, где $i=1, \dots, M$, рассчитывалась по формуле:

$$\Delta_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M (\sigma_{ji}^0 - (a_j + b_j \theta_{ji}))^2}{M-1}}$$

где функция $a_j + b_j \theta$ является аппроксимационной прямой для измерений $\sigma_{ji}^0(\theta_{ji})$ в диапазоне углов от 25° до 60° . Коэффициенты a_j и b_j рассчитываются на основании линейного регрессионного анализа.

ПАССИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

SIC_P – SIC четырех оперативных спутниковых продуктов, основанных на данных измерений микроволнового радиометра Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 (AMSR2):

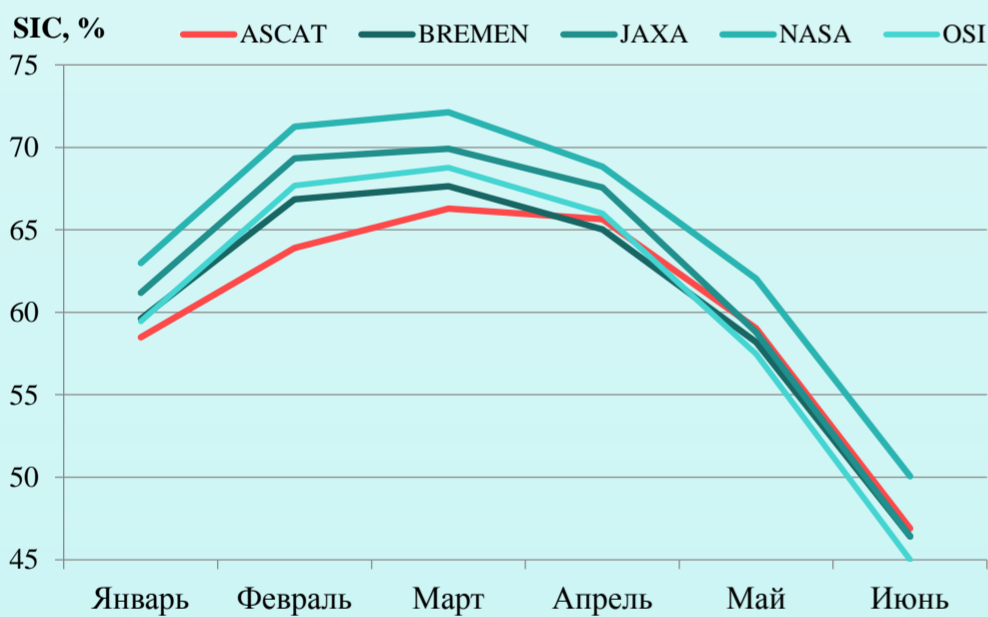
1. продукта университета Бремена на основе алгоритма ASI (Spren et al., 2008) – далее BREMEN,
2. продукта японского космического агентства Japan Aerospace Exploration Agency на основе алгоритма Bootstrap (Comiso, 2009) – JAXA,
3. продукта центра снега и льда National Snow and Ice Data Center на основе алгоритма NT2 (Markus and Cavalieri 2000) – NASA,
4. продукта центра Ocean and Sea Ice Satellite Application Facility (OSI SAF) на основе гибридного алгоритма (Comiso, 1983, Smith, 1996).

Сравнение SIC проводилось для областей Баренцева и Карского морей для периода январь – июнь и декабрь 2019.

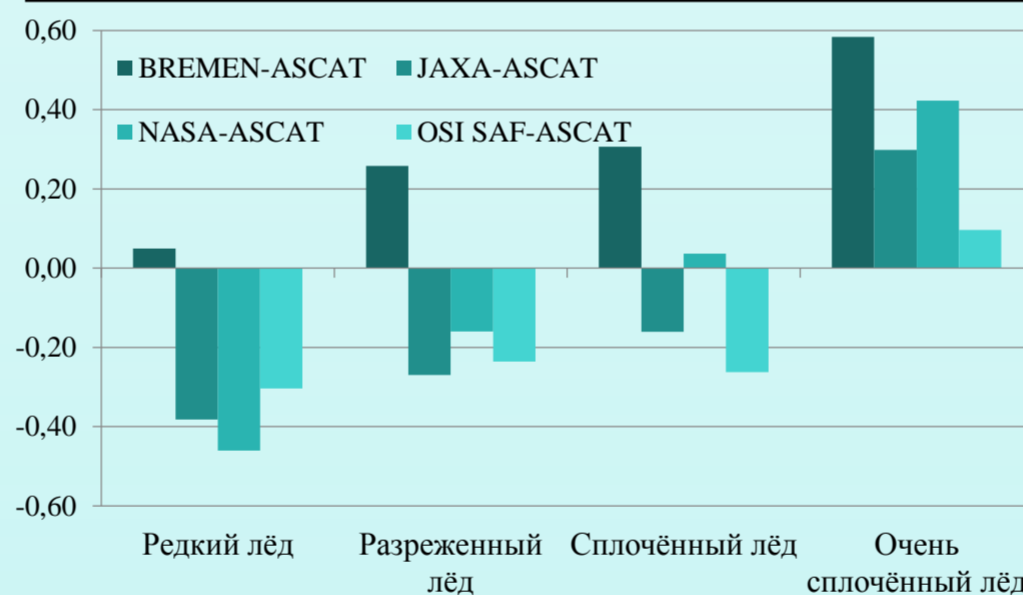
После пересчета на единую сетку 25 на 25 км для каждого дня область исследования делилась на полигоны в зависимости от сплоченности льда по данным BREMEN: • 90-100% - сжатый и очень сплоченный лёд, • 70-89% - сплоченный лёд, • 40-69% разреженный лёд и • 15-39% редкий лёд.

Для этих полигонов, а также для всего района исследования, рассчитывались площади льда SIE для каждого из продуктов и среднеквадратичные различия в среднесуточных значениях $SIC_P - SIC_A$. В качестве параметров атмосферы рассматривались влагосодержание атмосферы, влагосодержание облаков и скорость приводного ветра по данным реанализа ERA5. Проводился анализ карт сплоченности, верификация которых возможна на основе интерпретации снимков радиолокатора с синтезированной апертурой Sentinel-1 и оптических изображений MODIS, а также карт морского льда Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ).

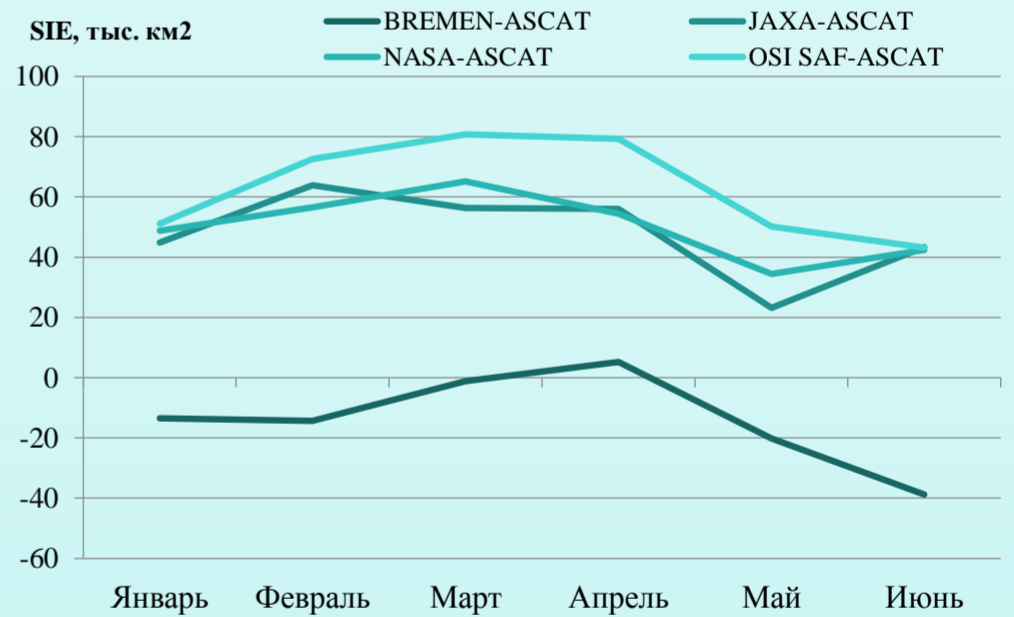
Среднемесячные значения SIC



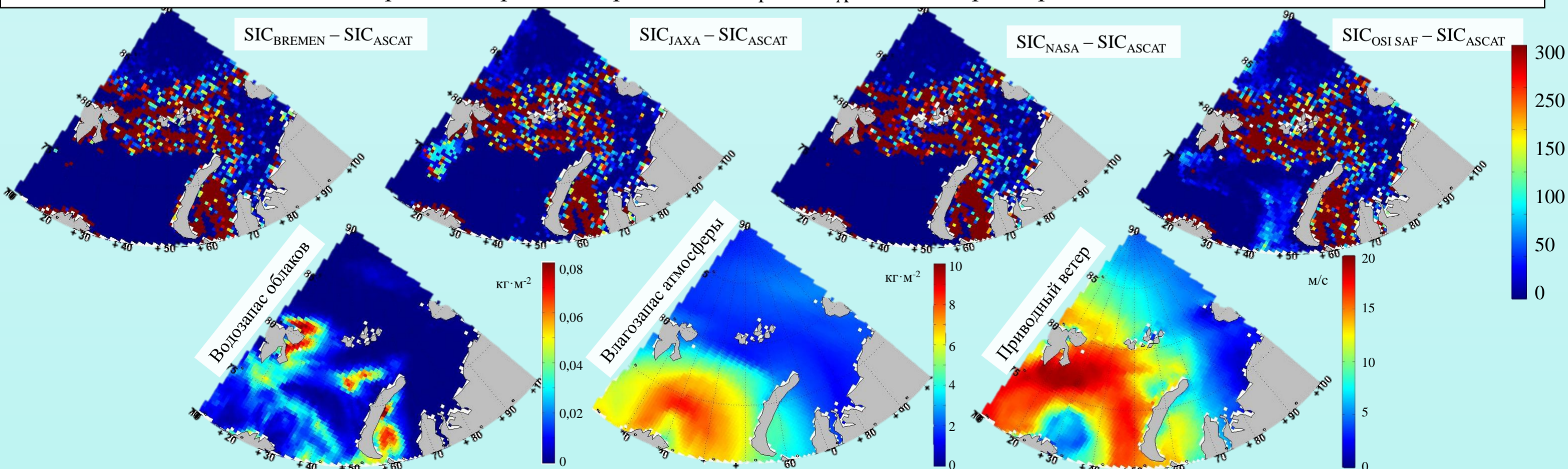
Коэффициент корреляции между влагосодержанием атмосферы и средней разницей $SIC_P - SIC_A$



Среднемесячные различия $SIE_P - SIE_A$



Поля среднеквадратичной разницы $SIC_P - SIC_A$ и метеопараметров на 11.01.2019



- Разница $SIC_P - SIC_A$ минимальна над областями старого льда.
- Существенные различия между значениями SIC_P и SIC_A отмечаются на границах ледяного покрова.
- SIE_A систематически меньше, чем SIE_P , кроме SIE_{BREMEN} .
- В областях однолетнего льда со сплоченностью 80-90%, где SIC_{BREMEN} и SIC_{OSI_SAF} показывают близкие к реальности значения, SIC_A показывает 100% сплоченность, переоценивая значения, наблюдаемые на снимках высокого разрешения.
- Значения SIC_{ASCAT} наиболее близки к значениям SIC_{BREMEN} .