



Научно-исследовательский центр «Планета»
Дальневосточный центр

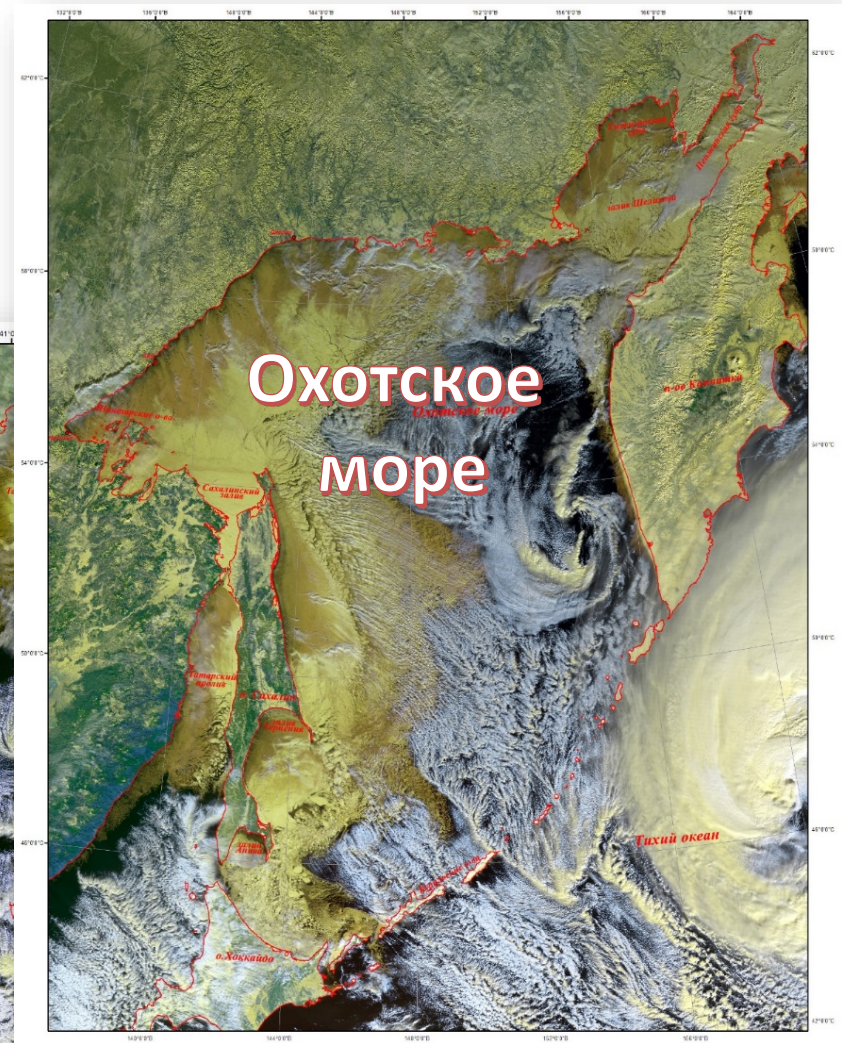
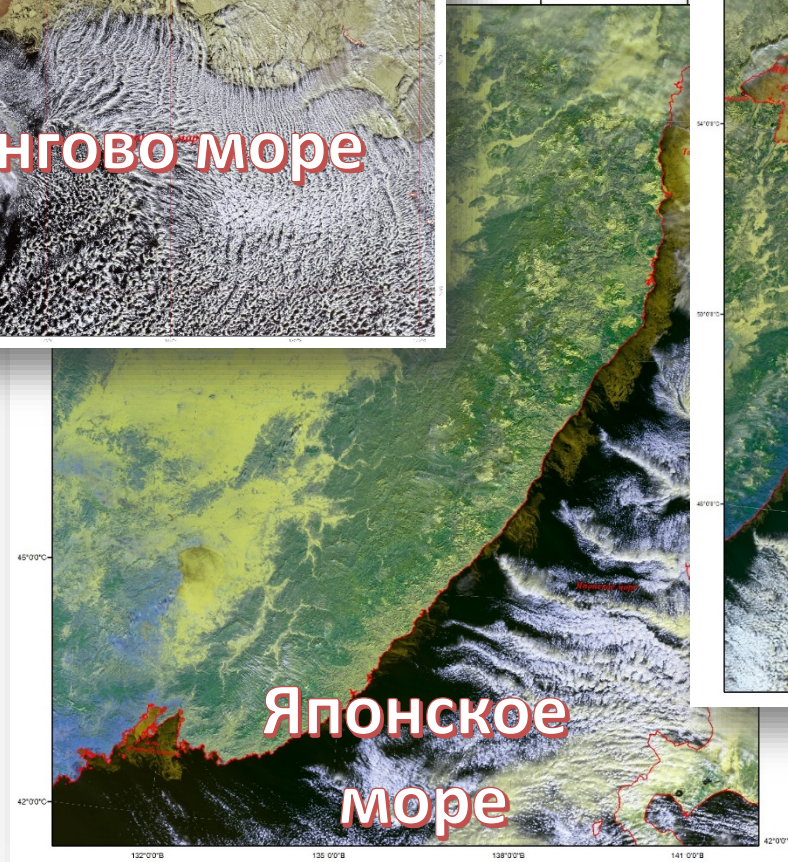
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЛЕДОВОГО ПОКРОВА ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПО ДАНЫМ ПРИБОРА МСУ-МР КА МЕТЕОР-М № 2

Докладчик: Кучма Михаил Олегович

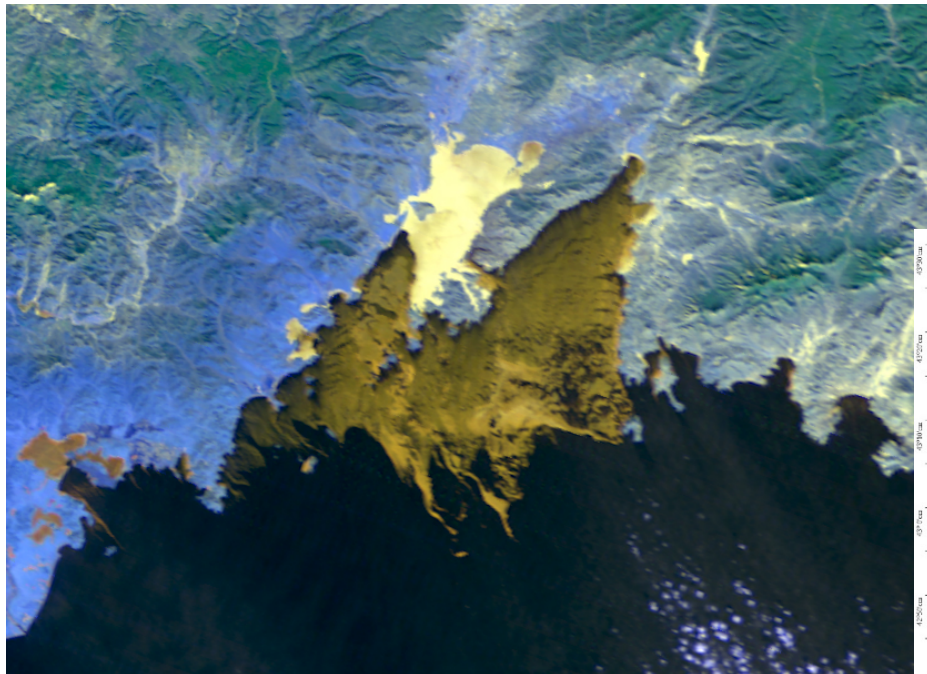
Восемнадцатая Всероссийская Открытая конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии
мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и
объектов)»

г. Москва, 16 — 20 ноября 2020 г.

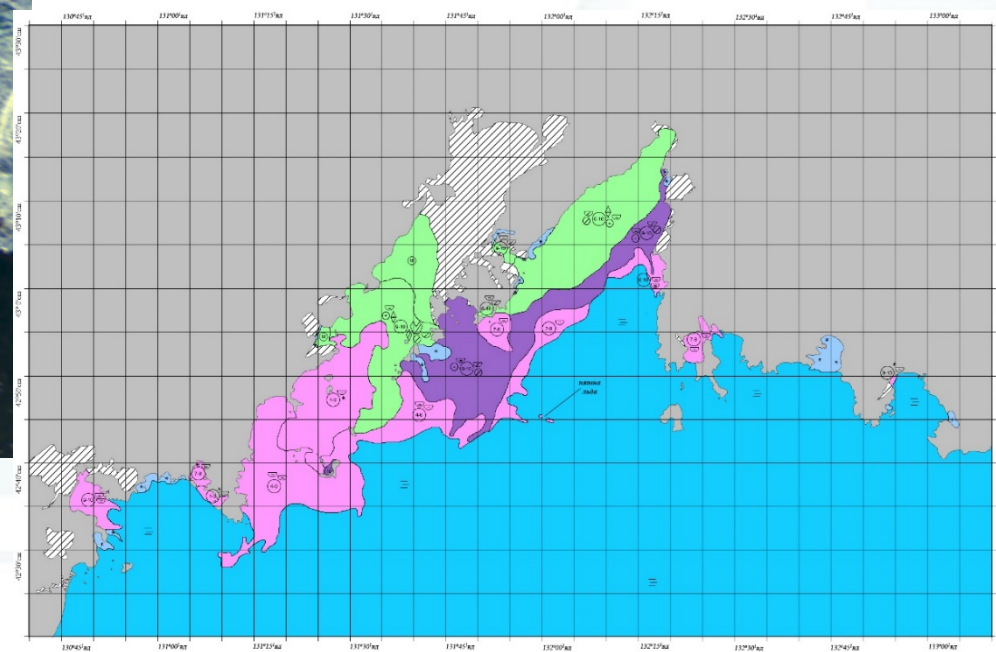
Группа Дальневосточных морей



Цветокодированная карта-схема ледовой обстановки



Цветосинтезированное изображение с КА Метеор-М №2, прибор МСУ-МР



Сплоченность льда (цвет.):

— чистая вода

Возрастные характеристики льда (цвет.):

⊗ - нилас, склянка (толщиной до 10 см)

— серый лед (10-15 см)

— серо-белый лед (15-30 см)

— тонкий однолетний (белый) лед (30-70 см)

— однолетний лед средней толщины (70-120 см)

Условные обозначения

Формы плавучего льда:

— мелкобитый лед

— крупнобитый лед

— обломки ледяных полей

— большие поля

— обширные ледяные поля

— зона разрезания

— облачность

Обобщенные характеристики льда:

Ⓣ - сплоченность льда в баллах

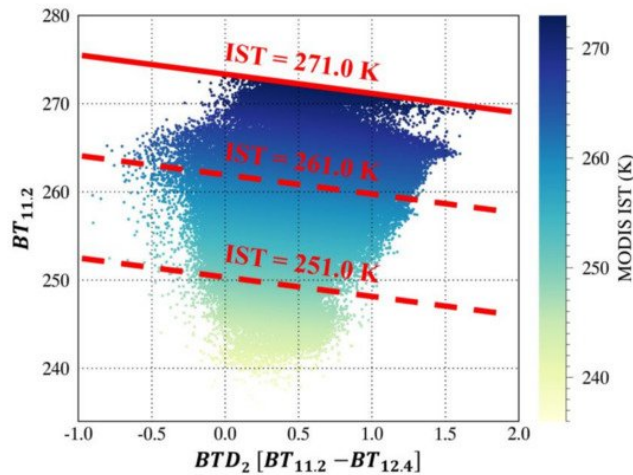
Припай:

— серый лед

— серо-белый лед

— тонкий однолетний белый лед

Обзор исследований



Часто используемые параметры:

- Индекс NDSI
- IST
- Значения КСЯ в каналах 0.6 мкм, 1.6 мкм

Baker N. Joint Polar Satellite System (JPSS) VIIRS Sea Ice Characterization Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) // NASA Goddard Space Flight Center: Greenbelt. MD. USA. 2011.

Jin D., Chung S.R., Lee K.S., Seo M., Choi S., Seong N.H., Jung D., Sim S., Kim J., Han K.S. Development of Geo-KOMPSAT-2A Algorithm for Sea-Ice Detection Using Himawari-8/AHI Data. // Remote Sens. 2020. Vol. 12. P. 2262. Doi: 10.3390/rs12142262.

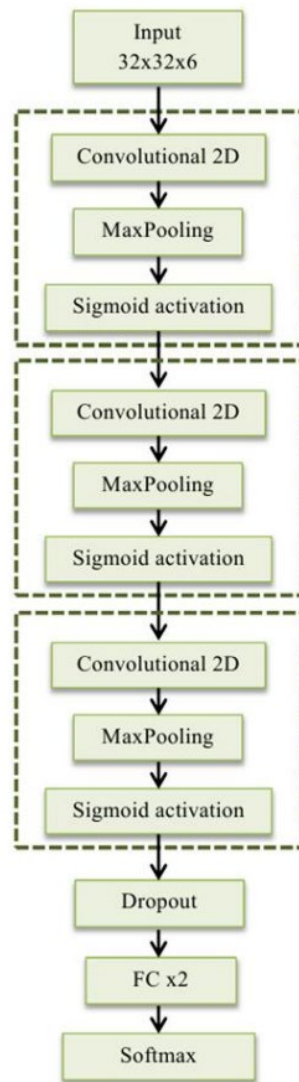
Hall D.K., Riggs G.A., Salomonson V.V., Barton J.S., Casey K., Chien J.Y.L., DiGirolamo N.E., Klein A.G., Powell H.W., Tait A.B. Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) for the MODIS Snow and Sea Ice-Mapping Algorithms // NASA Goddard Space Flight Center: Greenbelt. MD. USA. 2001. Vol. 45.

Key J.R., Mahoney R., Liu Y., Romanov P., Tschudi M., Appel I., Maslanik J., Baldwin D., Wang X., Meade P. Snow and ice products from Suomi NPP VIIRS // J. Geophys. Res. Atmos. 2013. 118. Doi: 10.1002/2013JD020459.

Meier W.N., Markus T., Comiso J., Ivano A., Miller J. AMSR2 Sea Ice Algorithm Theoretical Basis Document // NASA Goddard Space Flight Center: Greenbelt. MD. USA. 2017.

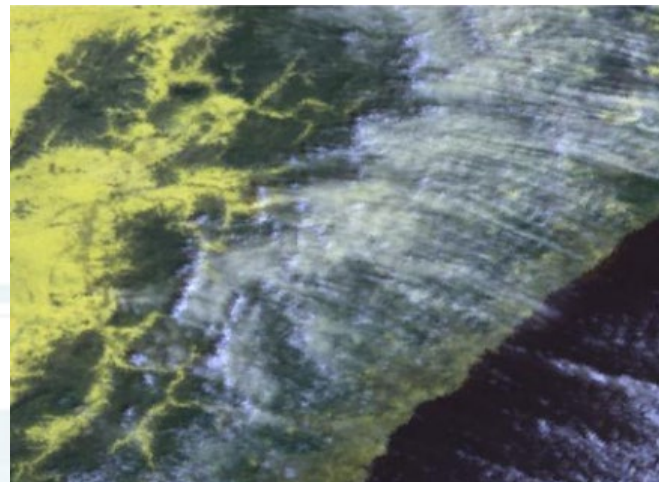
Нейронные сети

Реализация CNN

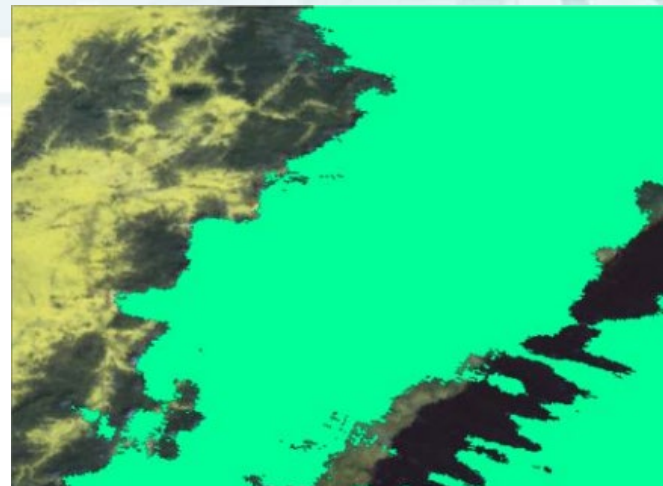


Результат

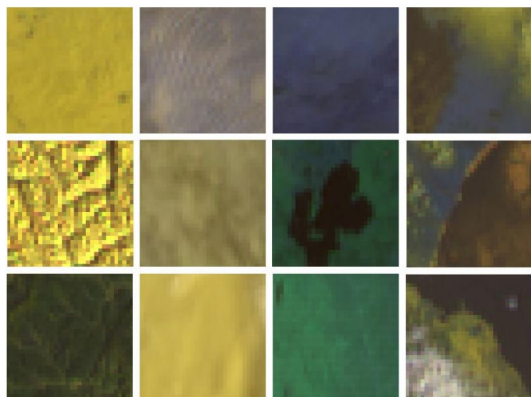
Цветосинтезированное изображение



Маска облачности



Выборка
текстурных данных



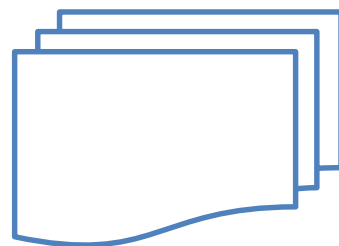
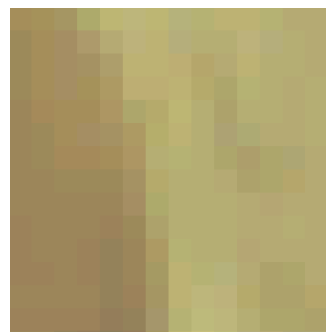
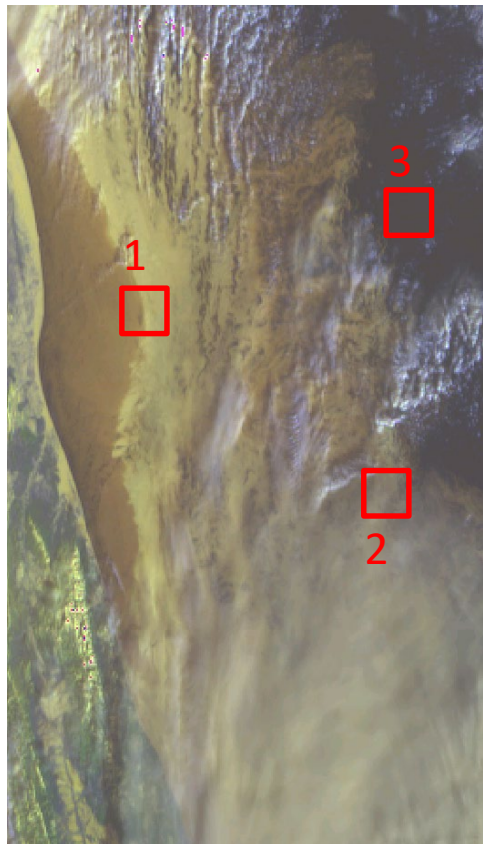
Создание обучающей выборки

- Использовано спутниковых витков: 130
- Временной период, за который набиралась выборка: 10.2017 – 04.2017;
10.2019 – 04.2019
- Количество набранных текстур: 17 тысяч
- Классы, которые набирались при создании выборки:

1. Лед

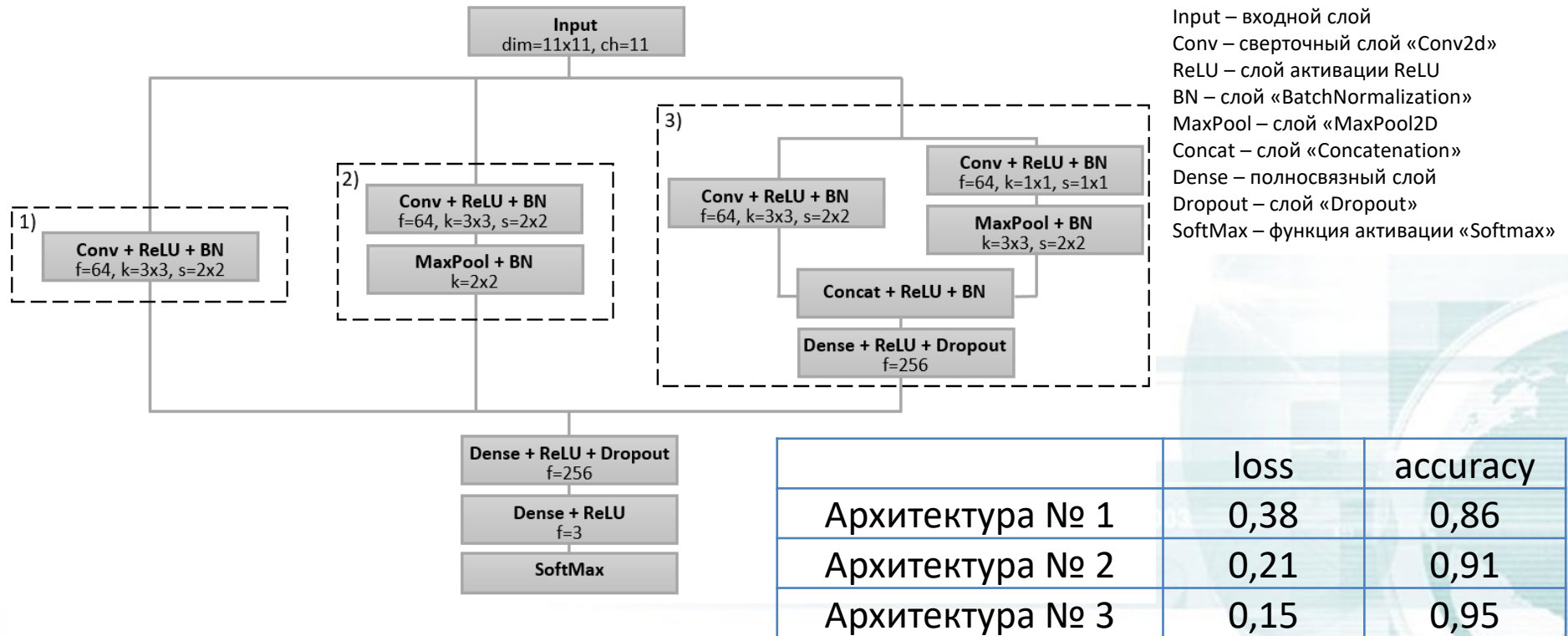
2. Лед под
дымкой

3. Вода



Каждая текстура – 11 параметров:
Шесть каналов прибора МСУ-МР, зенитный
солнечный и спутниковый углы,
относительный азимутальный угол, NDVI,
NDSI

Архитектура нейронной сети



- Набор параметров: 2 и 3 каналы прибора МСУ-МР, зенитный угол спутника и Солнца, индекс NDVI
- Оптимальный размер текстур, определенный эмпирическим методом: 13x13 пикселей

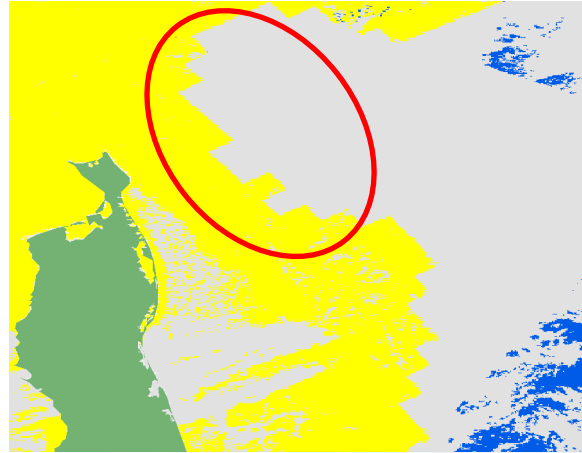
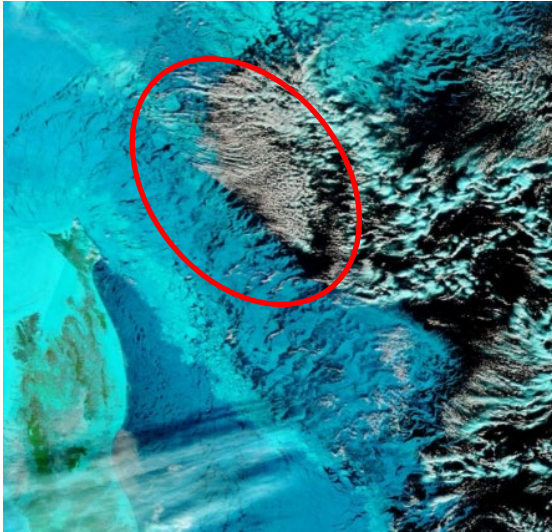
Валидация

| Матрица смежности | | Наблюдаемое событие | |
|-------------------|-----|---------------------|--|
| | | Да | Нет |
| Прогноз событий | Да | a (попадания) | b (ошибка) |
| | Нет | c (пропущено) | d (правильно определённое отсутствие события) |

| Коэффициент | | Формула |
|-------------|-------------------------------------|-----------|
| Precision | точность | $a/(a+b)$ |
| POD | вероятность правильного определения | $a/(a+c)$ |
| POFD | вероятность ложного определения | $b/(d+b)$ |

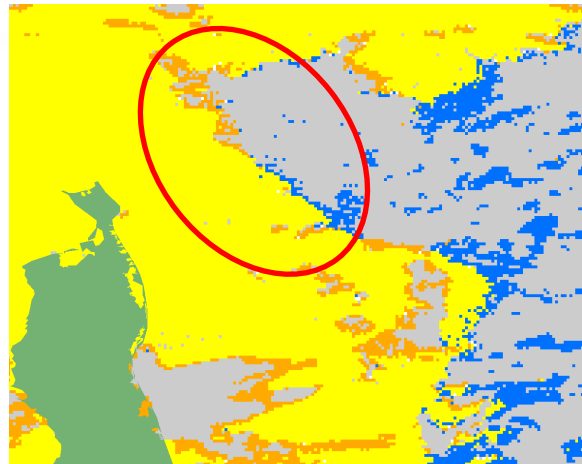
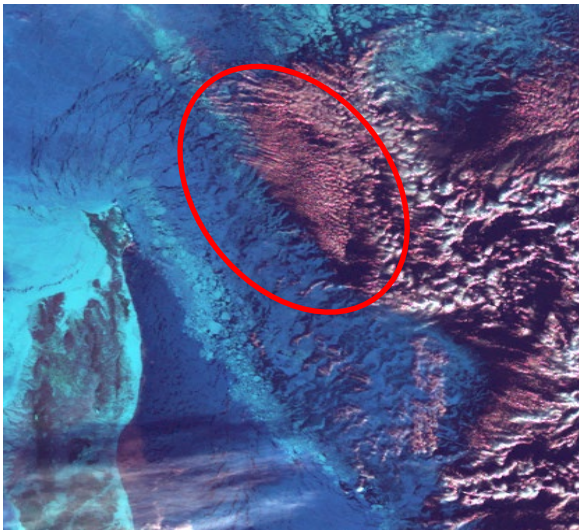
Валидация

MODIS



| |
|----------------|
| Лед |
| Лед под дымкой |
| Вода |
| Облачность |

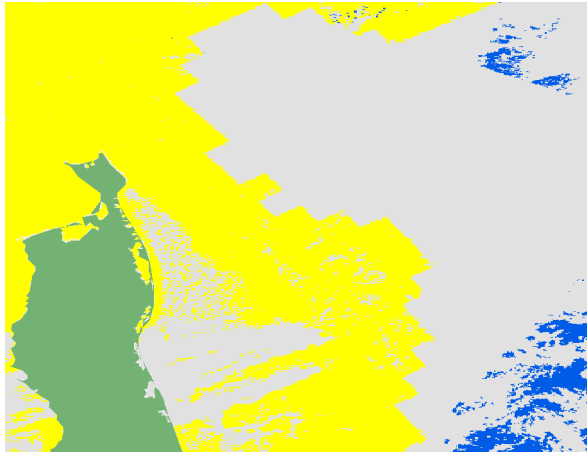
МСУ-МР



| Коэффициент | Значение |
|-------------|----------|
| Precision | 94,89 |
| POD | 98,78 |
| POFD | 13,11 |

Валидация

MODIS

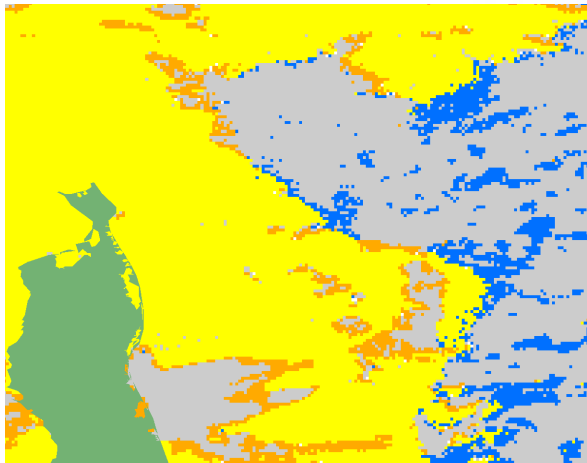


Эталонная карта



| |
|----------------|
| Лед |
| Лед под дымкой |
| Вода |
| Облачность |

МСУ-МР



| Коэффициент | Сравнение с МСУ-МР | Сравнение с MODIS |
|-------------|--------------------|-------------------|
| Precision | 96,71 | 97,99 |
| POD | 97,13 | 69,47 |
| POFD | 11,1 | 3,6 |

Заключение

- **Результат:**
 - Разработана технология, позволяющая в автоматическом режиме определять границы ледового покрова по данным прибора МСУ-МР
- **Планы:**
 - Использование разработанной технологии для определения возрастных характеристик льда, его сплоченности и толщины



Спасибо за внимание!

Дальневосточный центр
ФГБУ «НИЦ «Планета»
Россия, г. Хабаровск,
ул. Ленина, д. 18
тел.: 8-(4212) 21-43-11
факс: 8-(4212) 21-40-07
e-mail: m.kuchma@dvrcpod.ru
<https://www.dvrcpod.ru>