



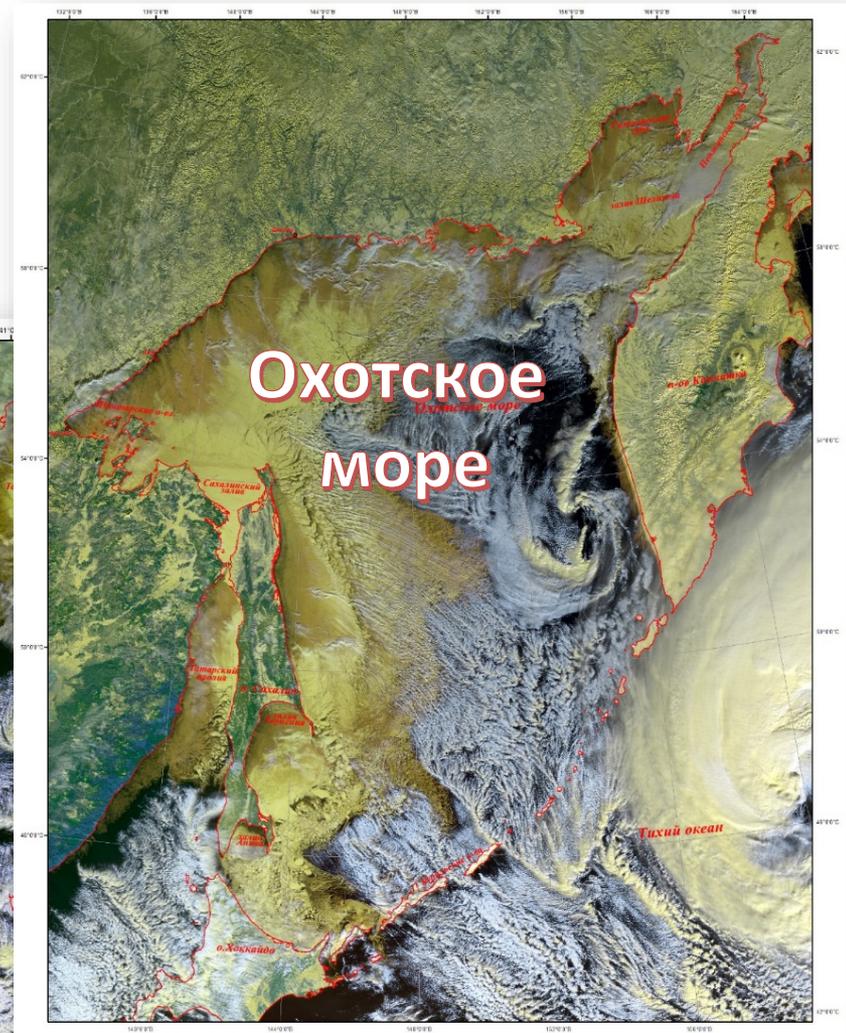
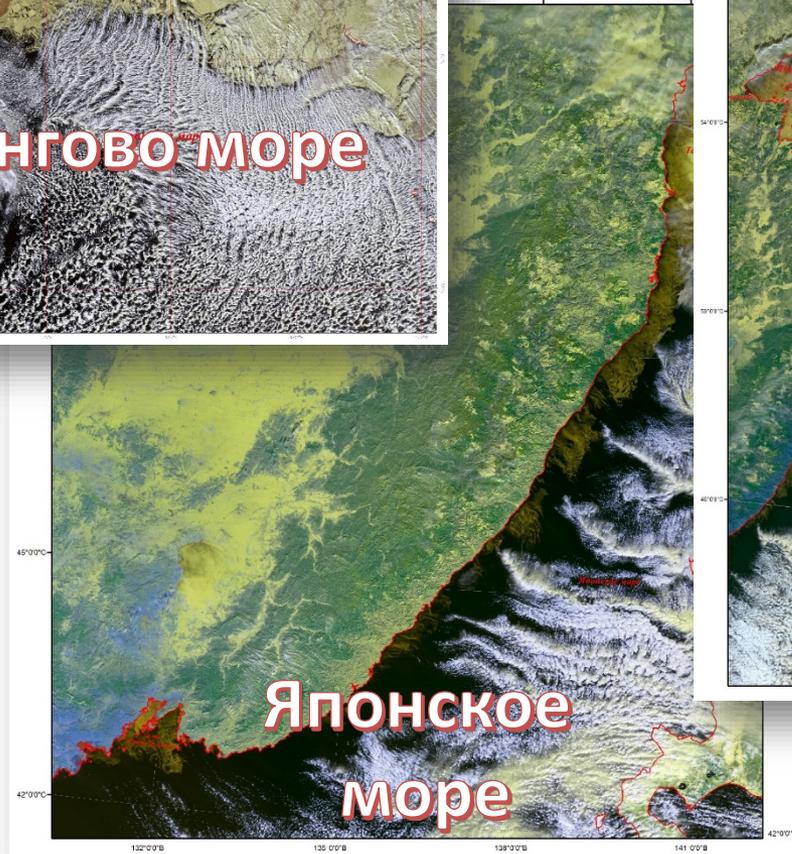
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЛЕДОВОГО ПОКРОВА ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПО ДАНЫМ ПРИБОРА МСУ-МР КА МЕТЕОР-М № 2

Докладчик: Кучма Михаил Олегович

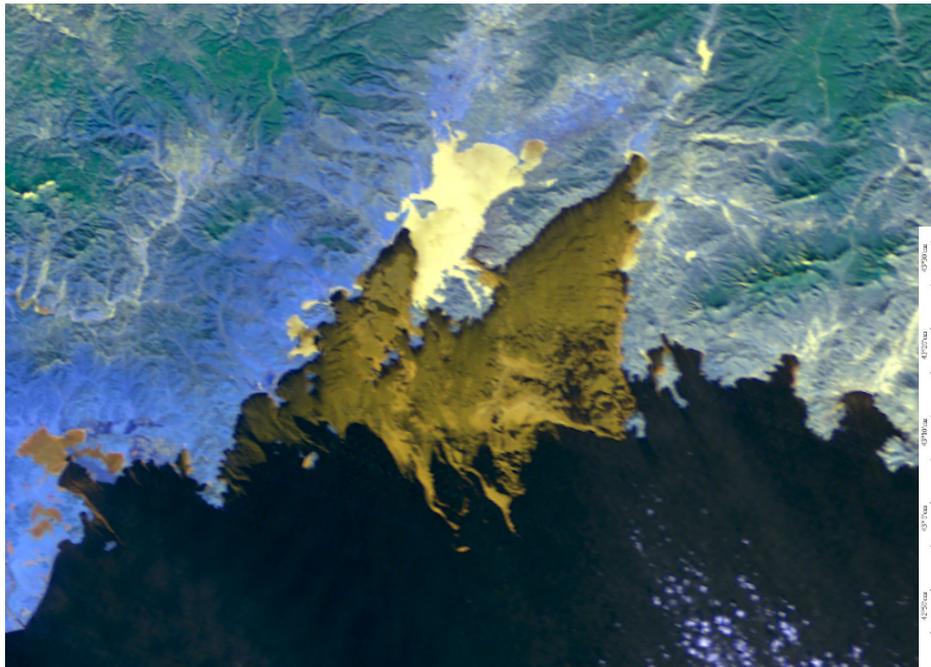
Восемнадцатая Всероссийская Открытая конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии
мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и
объектов)»

г. Москва, 16 — 20 ноября 2020 г.

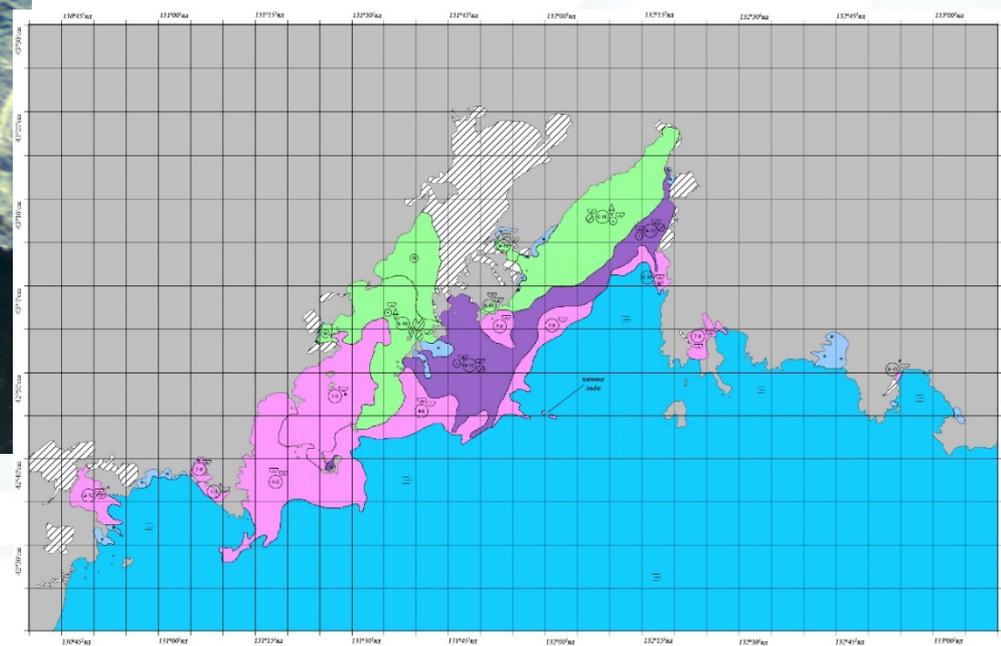
Группа Дальневосточных морей



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

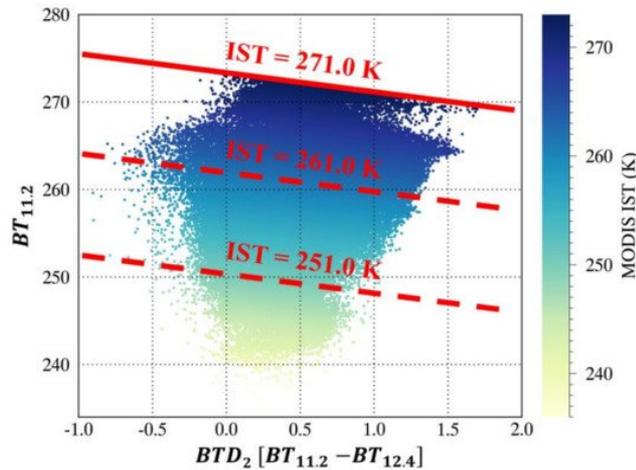
Припай:

- 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.

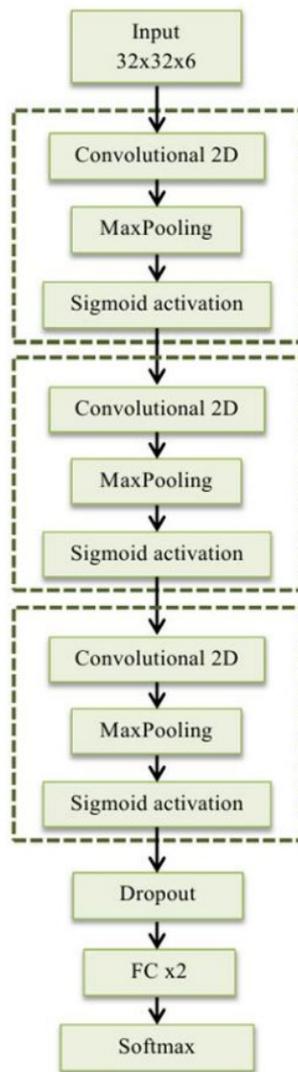
Hall D.K., Riggs G.A., Salomonson V.V., Barton J.S., Casey K., Chien J.Y.L., DiGirolamo N.E., Klein A.G., Powell H.W., Tait A.B. Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) for the MODIS Snow and Sea Ice-Mapping Algorithms // NASA Goddard Space Flight Center: Greenbelt. MD. USA. 2001. Vol. 45.

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.

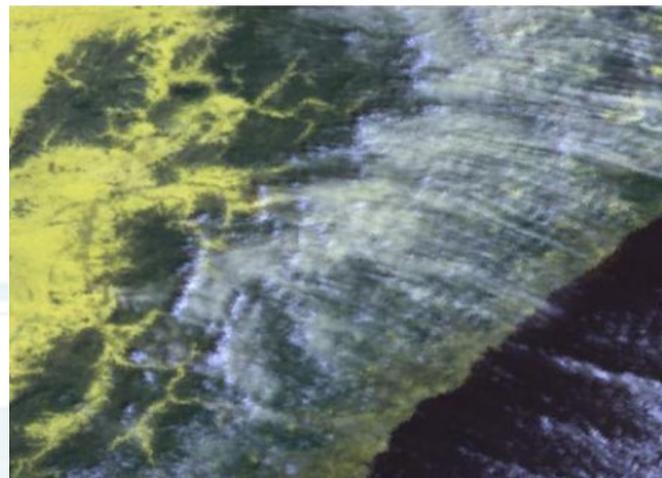
Нейронные сети

Реализация CNN

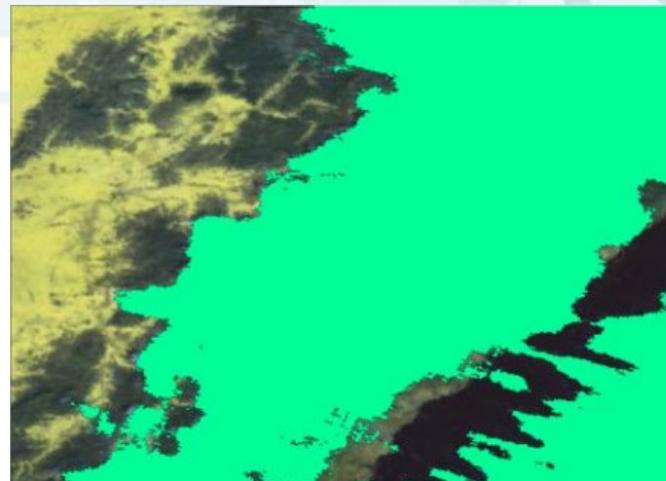


Результат

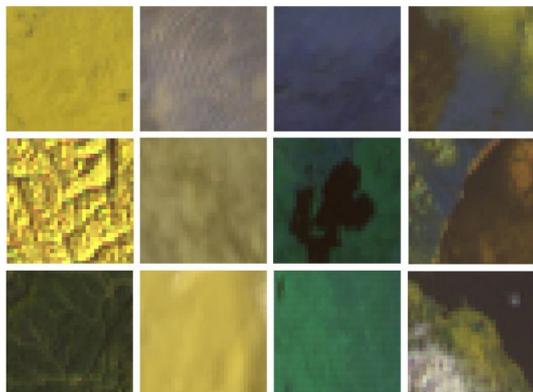
Цветосинтезированное изображение



Маска облачности



Выборка
текстурных данных



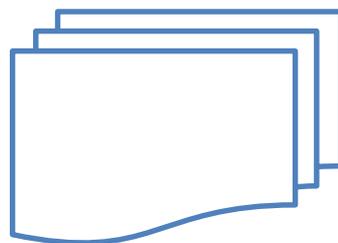
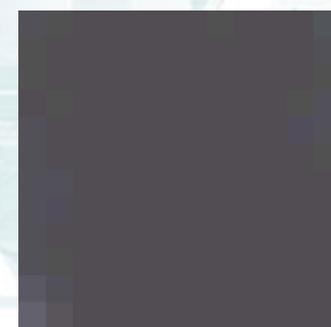
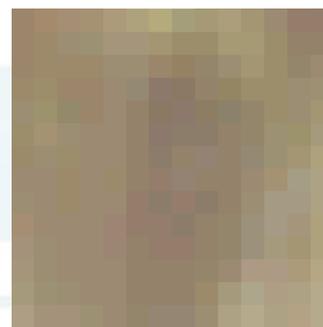
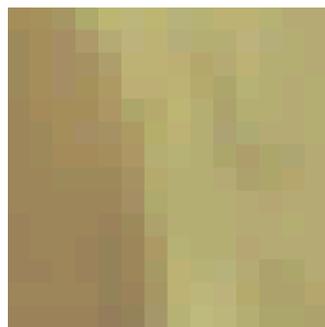
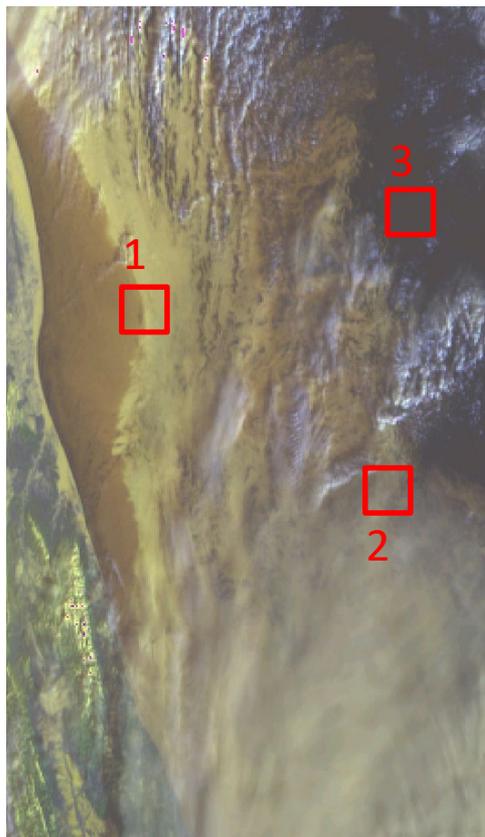
Создание обучающей выборки

- 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

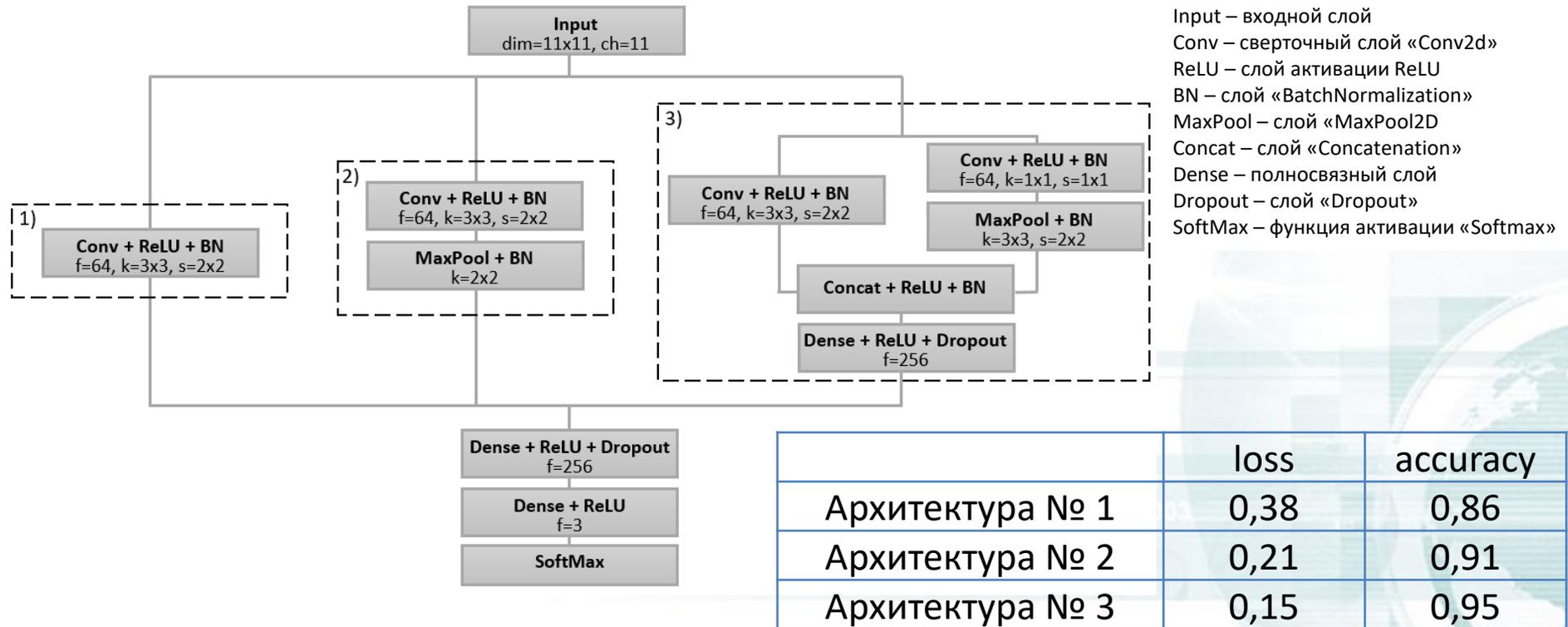
2. Лед под
дымкой

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

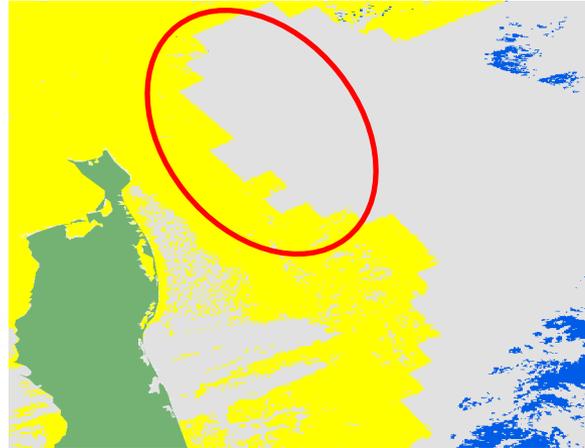
Валидация

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	$b/(d+b)$

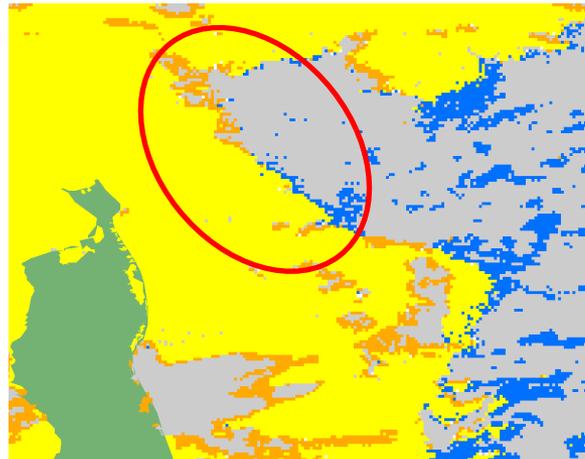
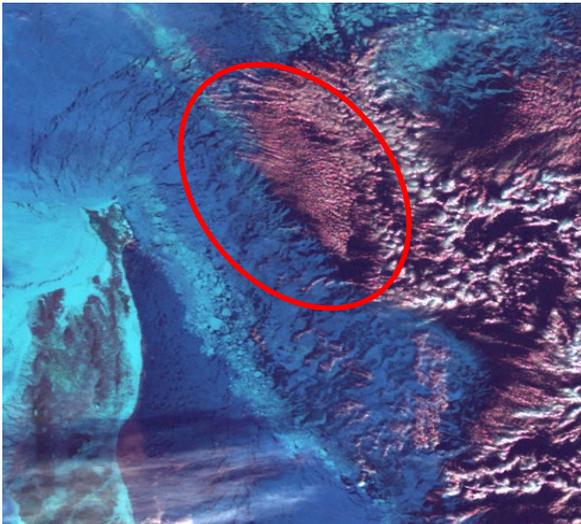
Валидация

MODIS



Лед
Лед под дымкой
Вода
Облачность

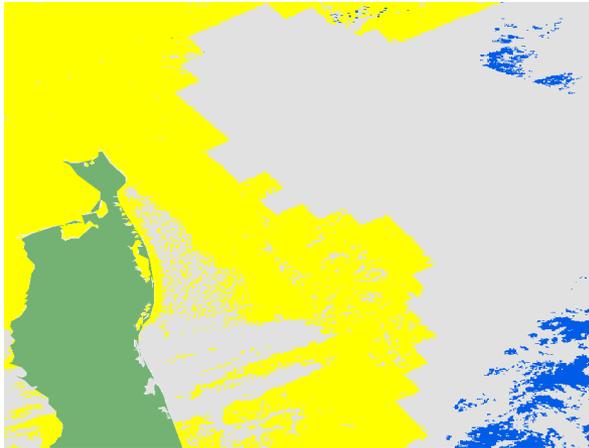
МСУ-МР



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

Валидация

MODIS

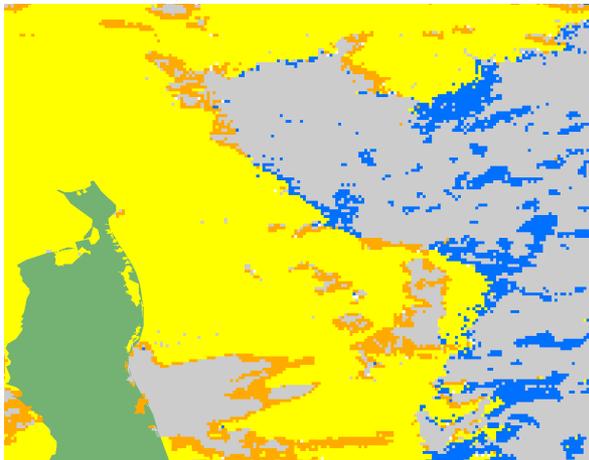


Эталонная карта



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



Научно-исследовательский центр «Планета» Дальневосточный центр

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@dvrpod.ru
<https://www.dvrpod.ru>