



Научно-исследовательский центр «Планета»
Дальневосточный центр

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ОТРАЖАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НА ВГО ПО ДАННЫМ ИК КАНАЛОВ

Докладчик: Андреев Александр Иванович

Восемнадцатая Всероссийская Открытая конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»

г. Москва, 16 - 20 ноября 2020 г.

Цель исследования:

Разработка алгоритма для моделирования коэффициентов спектральной яркости в видимом диапазоне длин волн в ночное время суток для построения тематической продукции (типы облачности).

Задачи исследования:

- Формирование обучающих наборов данных для различных типов облачности и подстилающей поверхности в различных климатических и географических условиях;
- Программная реализация архитектур нейронных сетей: генератора и дискриминатора и метода генерации изображений на их основе;
- Проведение процедуры обучения нейросетевой модели;
- Оценка полученных результатов.

Используемая методика:

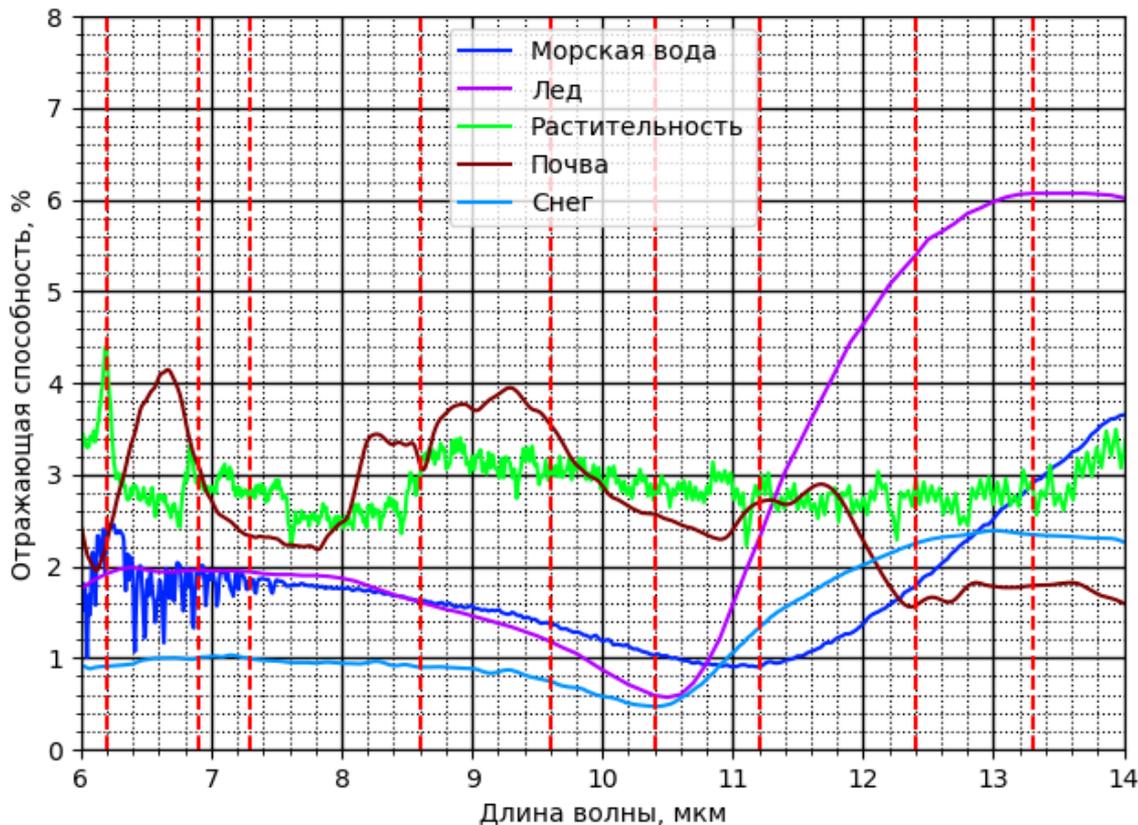
Генерация изображений с использованием алгоритмов машинного обучения на основе генеративно-состязательных нейронных сетей.

В работе используются данные геостационарного КА Himawari-8.

Настоящая работа посвящена дальнейшему развитию идей, предложенных в работе:
Kim K. et al. Nighttime reflectance generation in the visible band of satellites //Remote Sensing. – 2019. – Т. 11. – №. 18. – С. 2087.

Теоретические аспекты

Спектральные характеристики для некоторых типов поверхности*



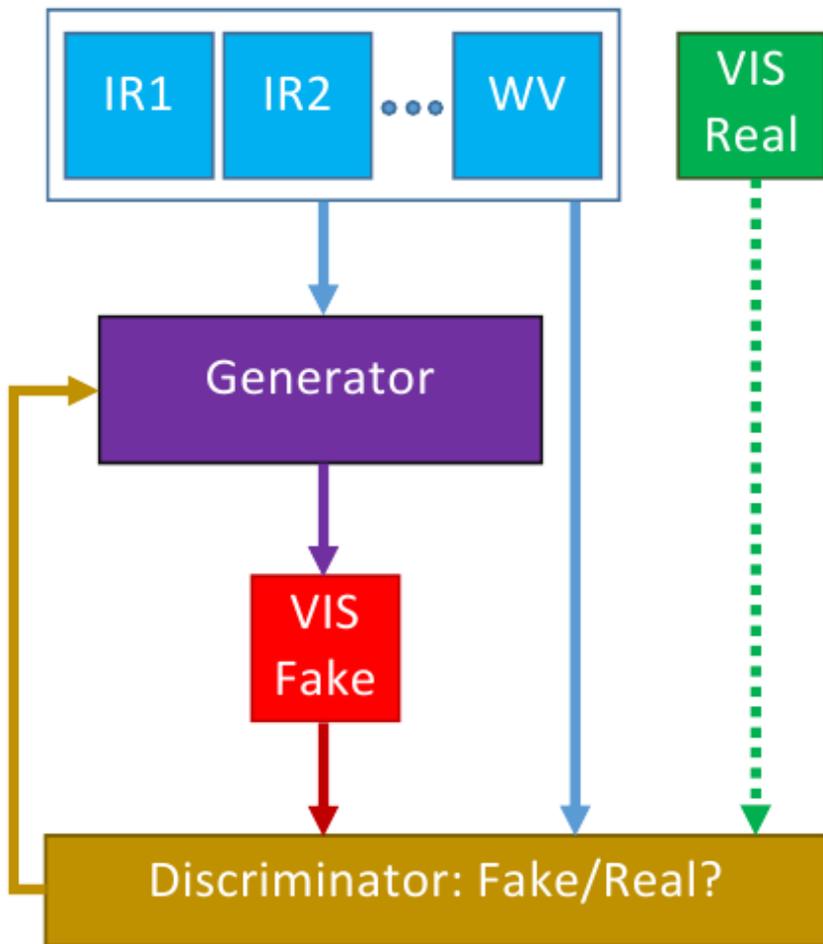
В работе используются значения яркостной температуры, полученные из результатов измерений спектрорадиометра (красные пунктирные линии), для моделирования значений отражающей способности.

<https://speclib.jpl.nasa.gov>

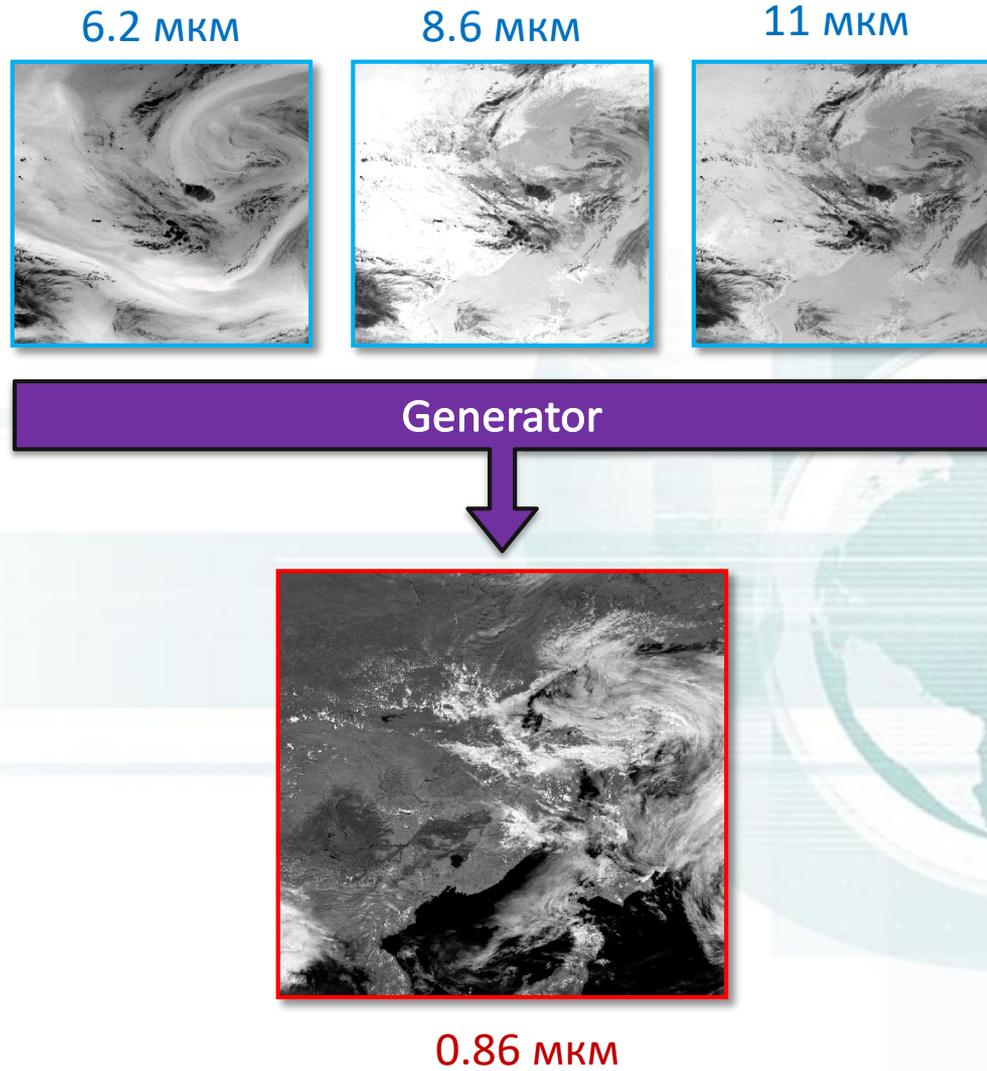
*Baldridge, A. M., S.J. Hook, C.I. Grove and G. Rivera, 2009.. The ASTER Spectral Library Version 2.0. Remote Sensing of Environment, vol 113, pp. 711-715.

Генеративно-состязательный подход

Модель Pix2Pix*



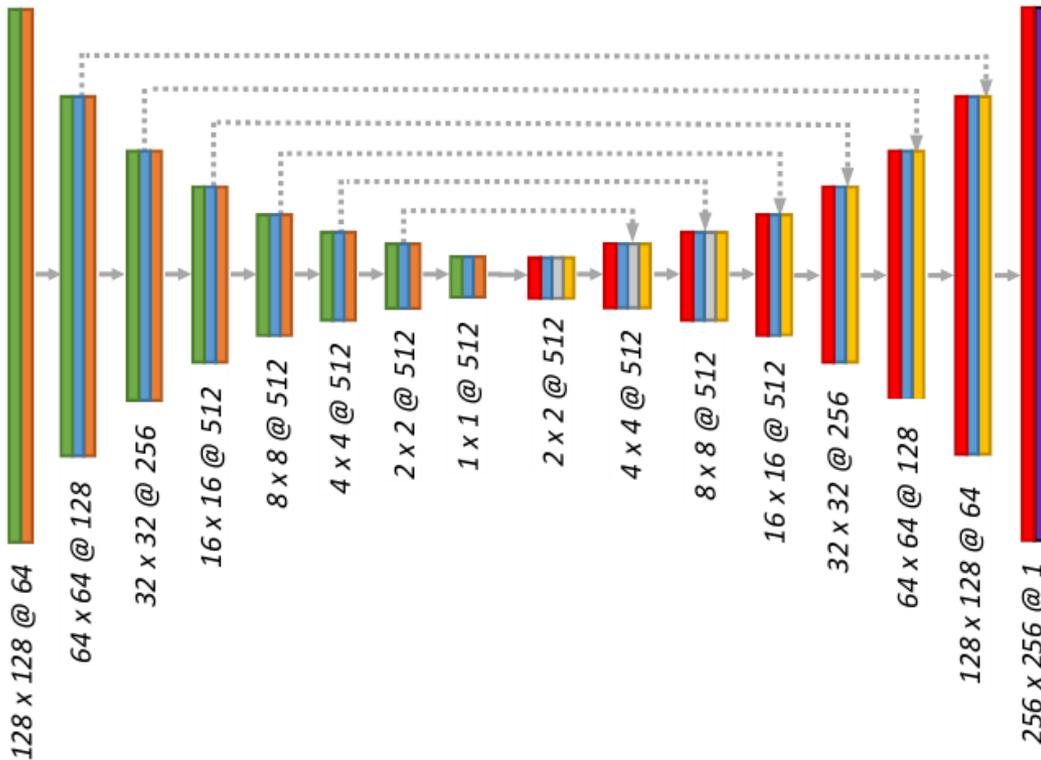
IR – тепловые ИК-каналы
WV – ИК-каналы «водяной пар»
VIS – каналы в видимом диапазоне



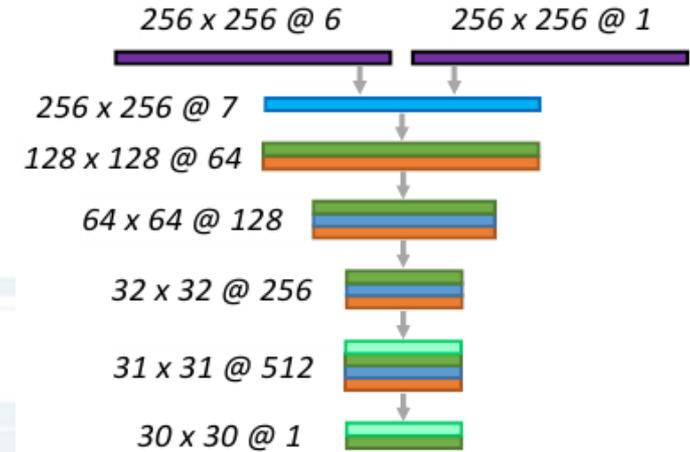
**Isola P. et al. Image-to-image translation with conditional adversarial networks //Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2017. – С. 1125-1134.*

Архитектуры нейронных сетей

Архитектура генератора *Unet**



Архитектура дискриминатора

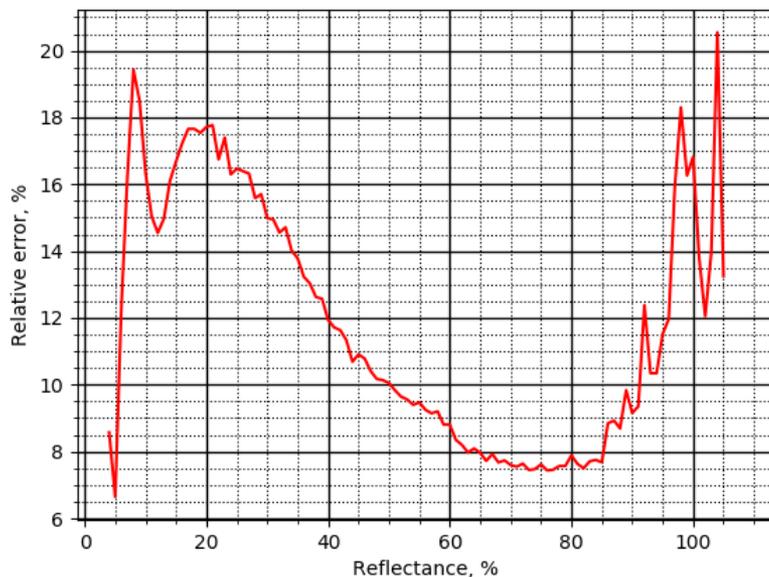


	<i>Convolutional</i>	<i>Операция свертки</i>
	<i>Leaky ReLU</i>	<i>Передачная функция</i>
	<i>Batch Normalization</i>	<i>Пакетная нормализация</i>
	<i>Transposed Convolution</i>	<i>Транспонированная свертка</i>
	<i>Dropout regularization</i>	<i>Метод регуляризации</i>
	<i>ReLU</i>	<i>Передачная функция</i>
	<i>Tanh</i>	<i>Передачная функция</i>
	<i>Concatenate</i>	<i>Объединение тензоров</i>
	<i>ZeroPadding</i>	<i>Заполнение границ нулями</i>

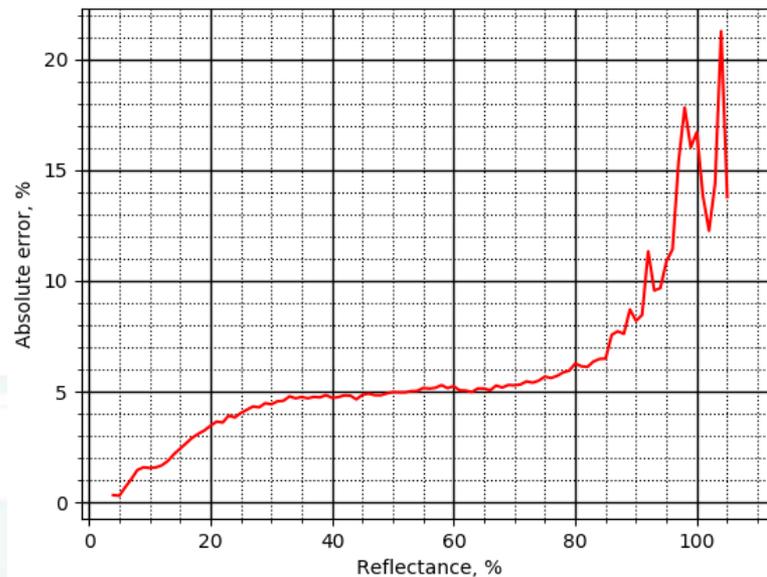
*Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation //International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. – Springer, Cham, 2015. – С. 234-241.

Оценка точности

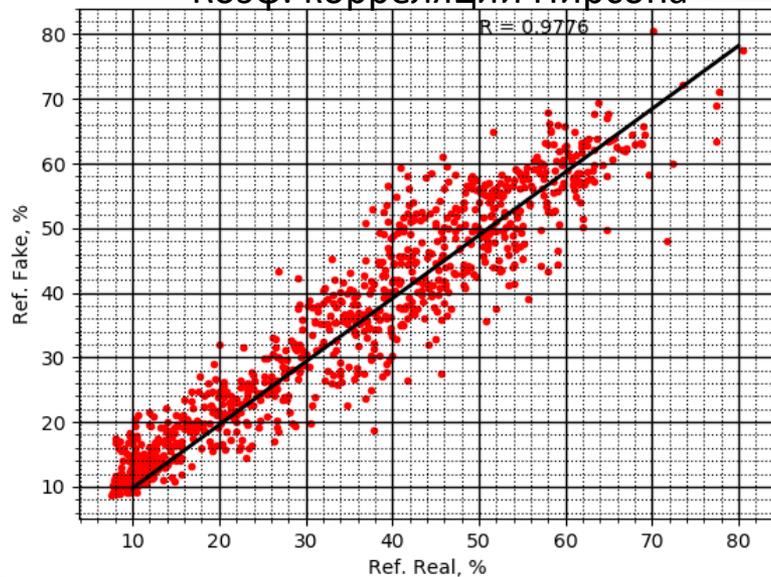
Относительная ошибка



Абсолютная ошибка



Коэф. корреляции Пирсона



Канал: 0.65 мкм (значения отражающей способности на ВГО)

Средняя абсолютная ошибка: 3.61 %

Средняя относительная ошибка: 12.27 %

Коэффициент корреляции: 0.978

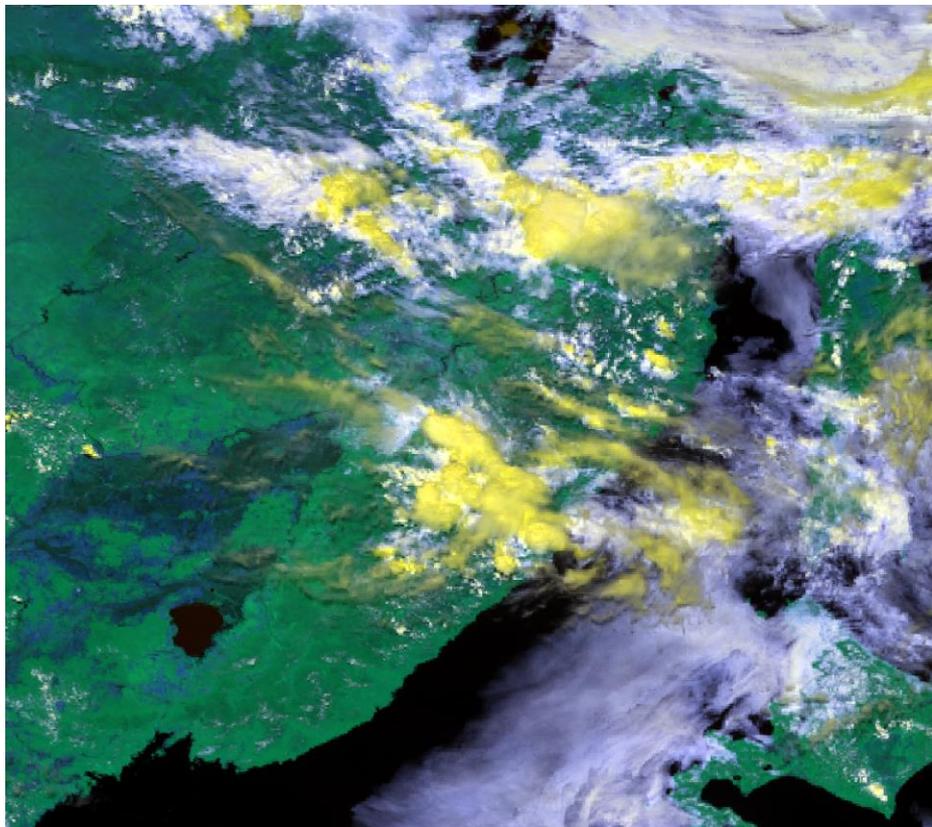
Сравнение выполнено для дневного времени суток (летний период):

23-06-2017 03-00 UTC, \approx 4.5 млн. пар точек

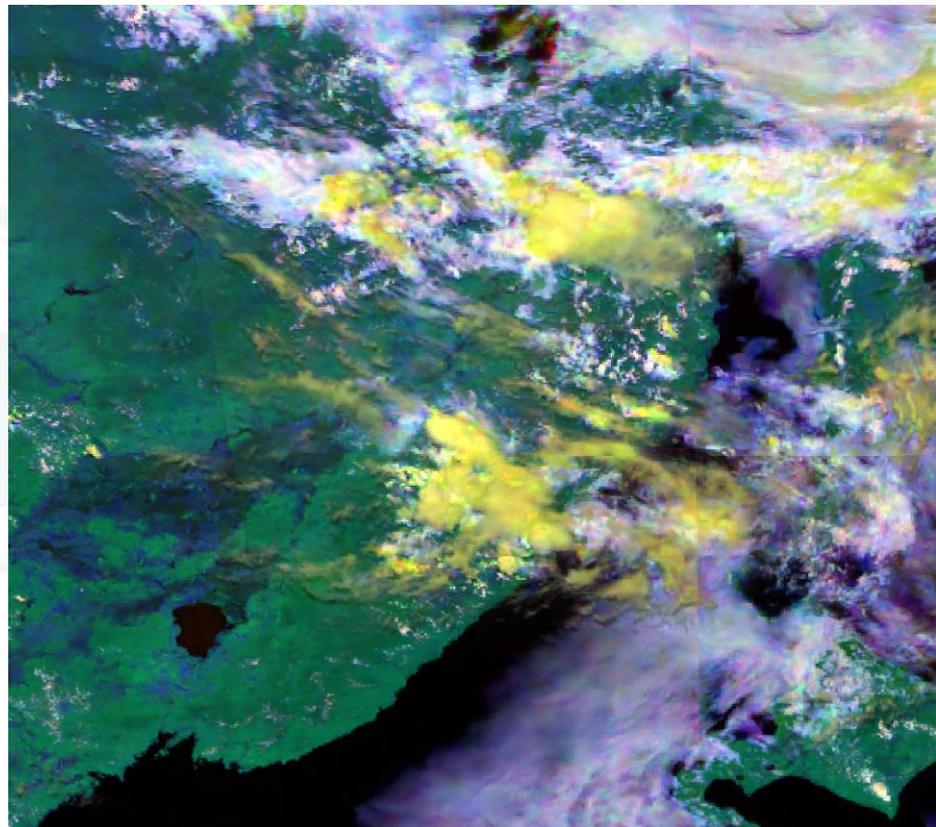
Восстановление в дневное время суток

RGB-синтез каналов R0.65, G0.86, B1.61 мкм

Действительные каналы прибора



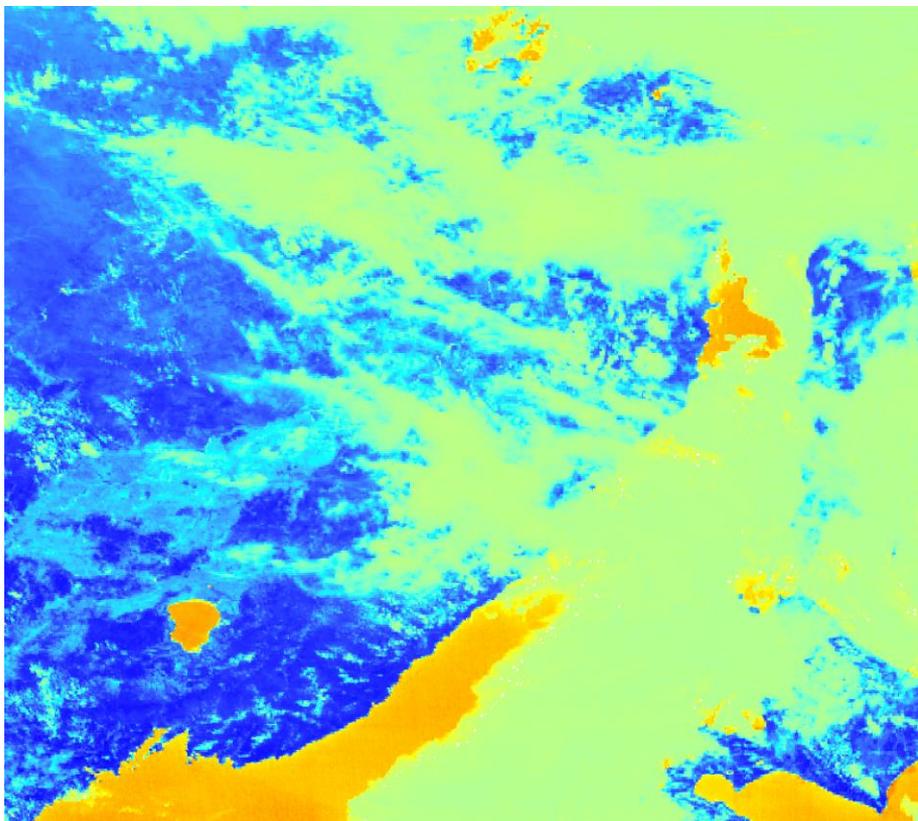
Каналы, восстановленные разработанным алгоритмом



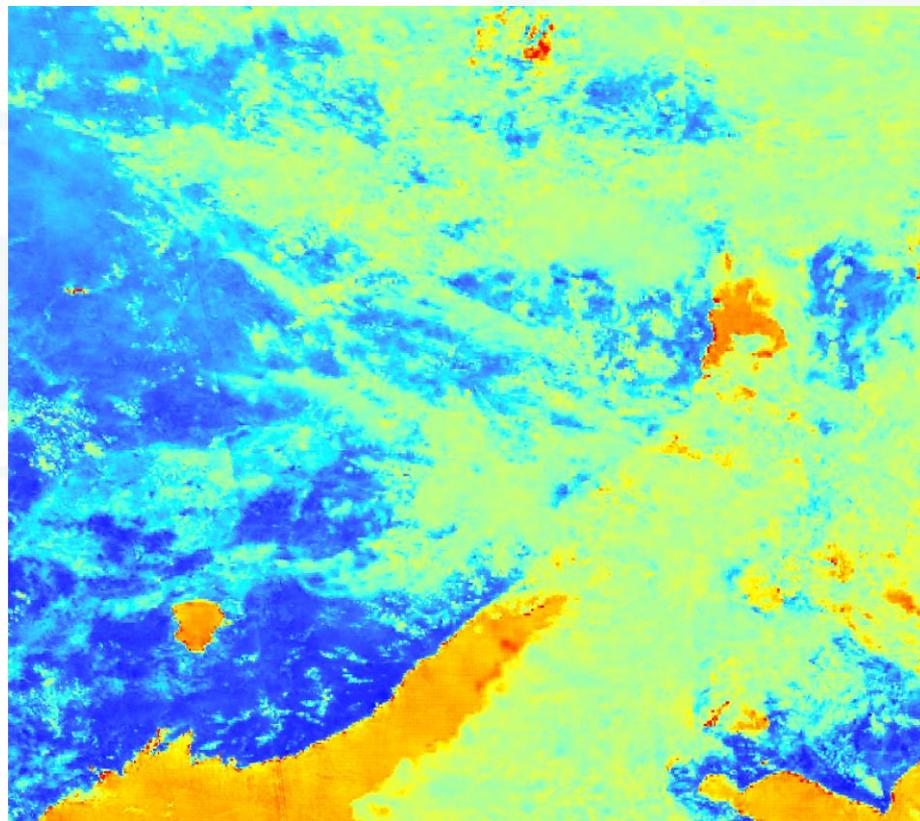
Восстановление NDVI

$$NDVI = \frac{ref_{0.86} - ref_{0.65}}{ref_{0.86} + ref_{0.65}} \quad ref - \text{значения отражающей способности}$$

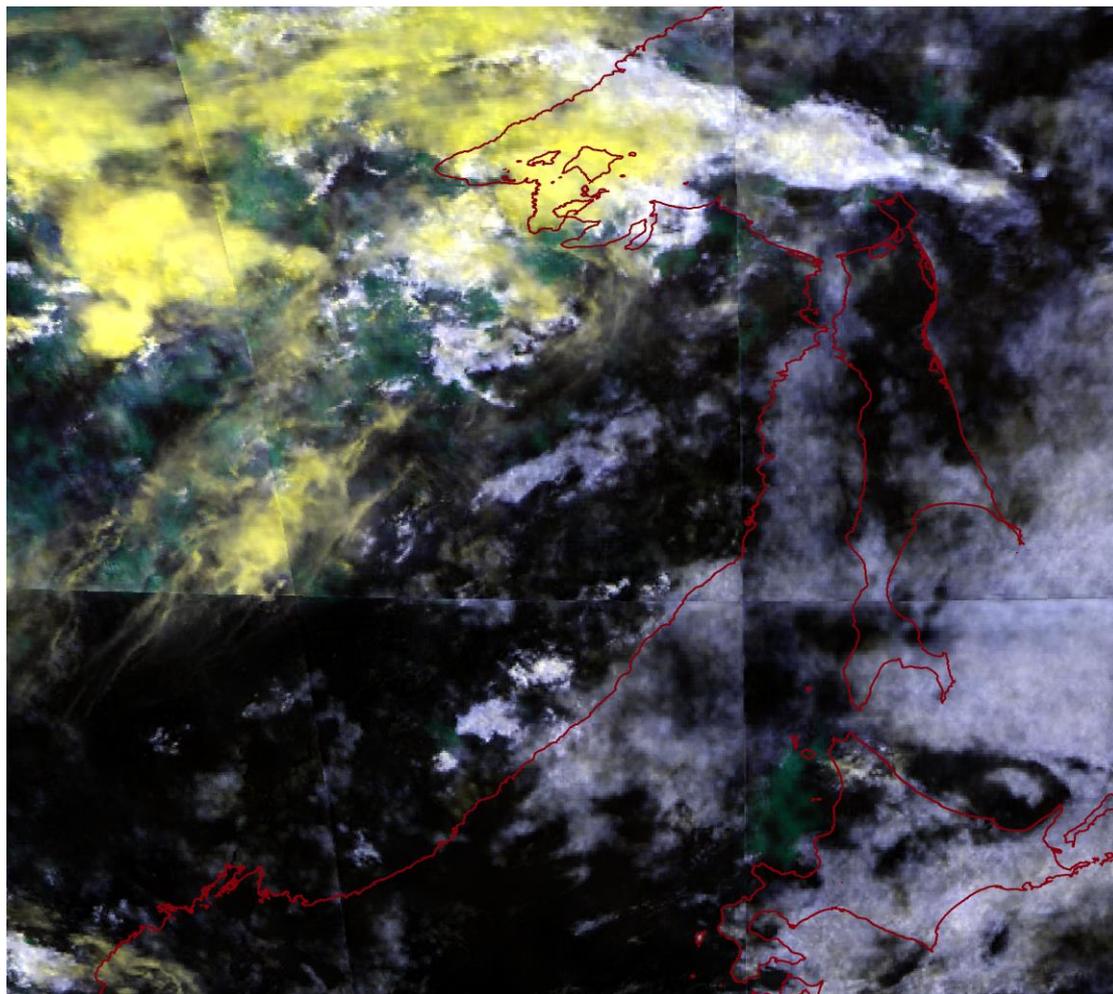
Действительные значения NDVI



Восстановленные алгоритмом значения NDVI



Восстановление в ночное время суток



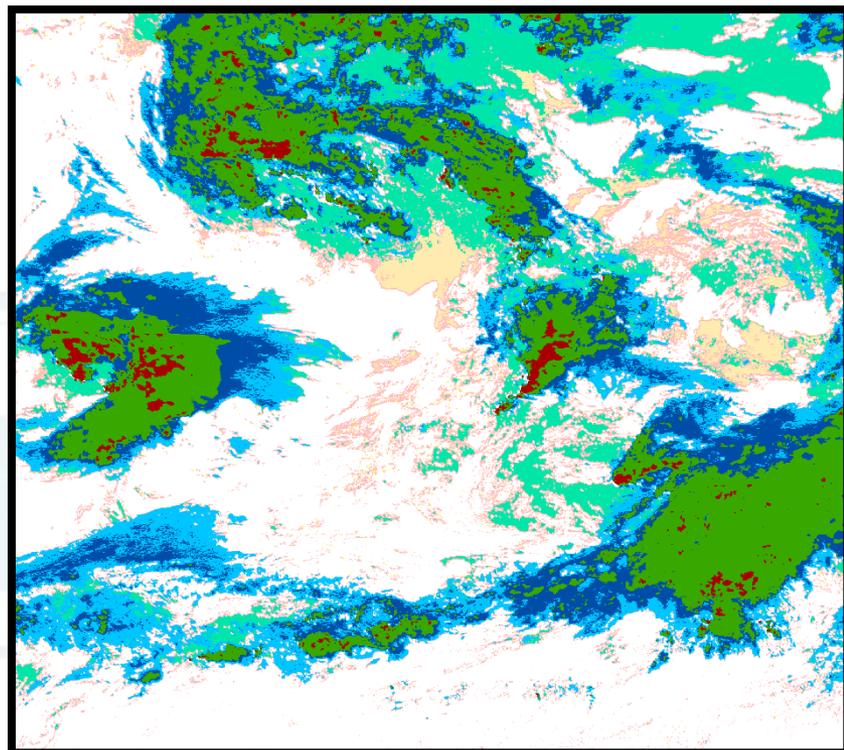
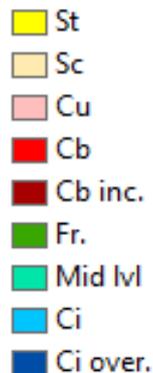
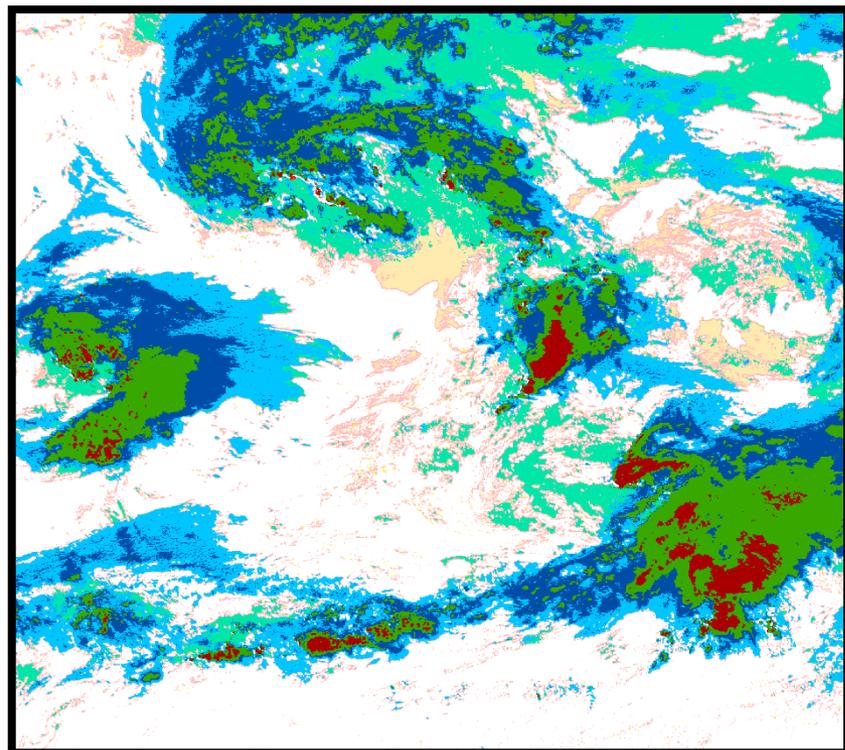
- Отмечаются проблемы при восстановлении подстилающей поверхности (алгоритм не обучался на подобных данных – проблема экстраполяции, температура подстилающей изменяется в широких пределах).
- Заметны границы переходов на расчетной сетке.
- Указанные проблемы могут быть устранены (см. «Заключение»)

Классификация типов облачности: день

2-06-2020 0-30 UTC

Классификатор на реальных данных

Классификатор на сгенерированных данных



В качестве входных параметров классификатором используются значения в канале 0.6 мкм.

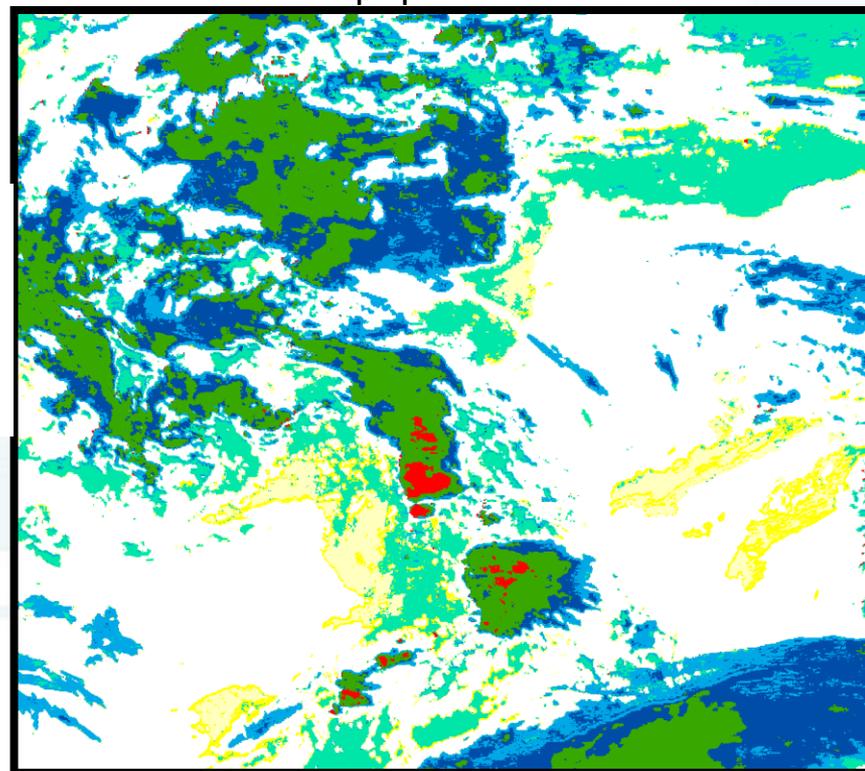
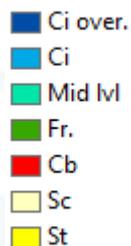
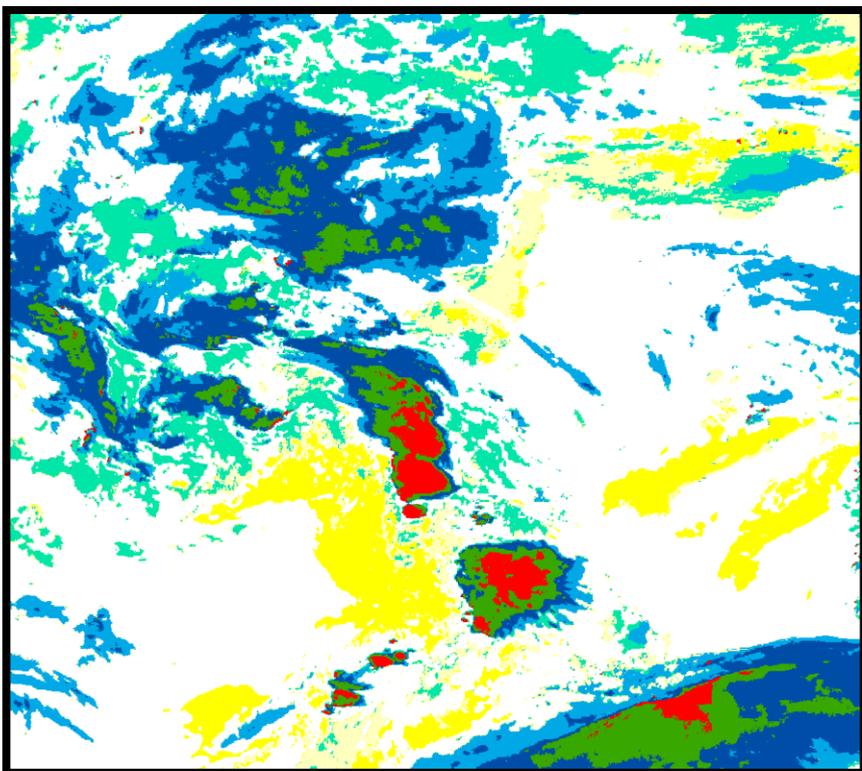
Результаты классификации с использованием сгенерированного канала 0.6 мкм несколько переоценивают слоисто-дождевой и фронтальный типы (Fr.), одновременно недооценивая кучево-дождевые типы (Cb). По остальным типам облачности наблюдается достаточно хорошее совпадение.

Классификация типов облачности: ночь

1-06-2020 13-30 UTC

Классификатор для ночного времени суток

Классификатор для дневного времени
+ сгенерированные каналы



Как и на «дневных» данных на предыдущем слайде, наблюдается переоценка фронтальных (Fr) и недооценка кучево-дождевых (Cb) типов. Стоит отметить, что алгоритм классификации типов облачности в ночное время также находится в разработке.

Заключение

- Экспериментальным путем доказана возможность восстановления значений отражающей способности для каналов видимого диапазона с использованием спектральной информации из ИК диапазона;
- Получены результаты для каналов 0.65, 0.86 и 1.61 мкм;
- Подготовлены 2 варианта алгоритма – одноканальный и трехканальный;
- Проведено сравнение на реальных данных в дневное время суток;
- Модель опробована на примере алгоритма классификации типов облачности;
- Работа выполнена на основе данных геостационарного КА Himawari-8, и в дальнейшем может быть адаптирована для других КА с минимальным изменением алгоритма.

Заключение

Метод в настоящее время находится в стадии разработки.

Планируются дальнейшие исследования по следующим направлениям:

- Моделирование значений подстилающей поверхности с использованием моделей переноса излучения;
- Обучение алгоритма путем сопоставления безоблачных изображений подстилающей поверхности в дневное и ночное время, что обеспечит больший интервал возможных значений в ИК каналах и значительно улучшит качество восстановления значений отражающей способности для подстилающей поверхности;
- Эксперименты по моделированию освещенности, что должно обеспечить отображение теней и полутеней;
- Обобщение модели на зимний период года и увеличение обучающей выборки.



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: a.andreev@dvrspod.ru
<https://www.dvrspod.ru>