

# Исследование возможности повышения эффективности методов обработки спутниковых данных для представления ледовой обстановки в районах рыболовного морского промысла

Дегай А.Ю., Андреев М.В., Егоров В.А., Пырклов В.Н., Черных В.Н.

«Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН)»  
e-mail: pyrkov@d902.iki.rssi.ru

Оперативное представление ледовой обстановки является очень важной задачей для обеспечения эффективности рыболовного промысла.

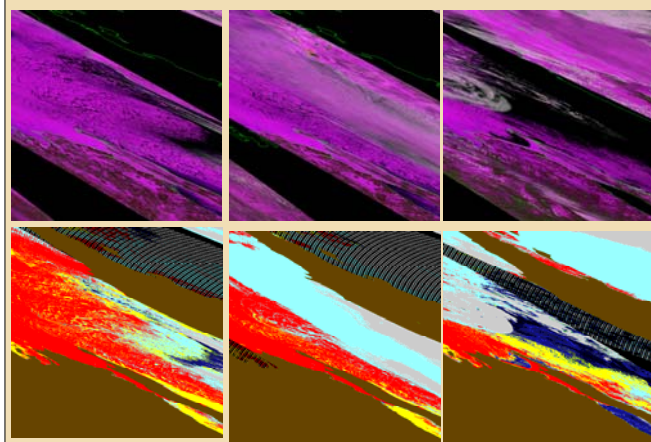
Для России наиболее актуальной задачей является решение данной задачи для Охотского моря. Это связано с тем, что Охотское море является самым продуктивным морем России. А обширная площадь ледового покрытия и достаточно длительный период промысла в ледовых условиях, когда производится вылов основного объема водных биологических ресурсов – минтаевая путина, требуют информации о состоянии ледового покрова.

В работе (Андреев и др., 2015) был представлен метод полностью автоматической обработки и представления спутниковых данных по ледовой обстановке в картографическом интерфейсе отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ)

ОСМ широко востребована и успешно эксплуатируется уже в течение пятнадцати лет (Солодилов и др., 2011, Лупиян и др., 2011), поэтому представляется целесообразным обеспечить оперативное представление ледовой обстановки в интерфейсах ОСМ.

В настоящем докладе показано, что анализ динамики данных дистанционного зондирования дает возможность внести коррективы в программные элементы, которые обеспечивают подготовку входных данных для машинного обучения. Машинное обучение (Breiman 2001) применяется для классификации ледового покрытия в технологии обработки спутниковых снимков (Андреев и др., 2015) и в представленной работе.

На рисунках ниже показаны, слева направо: в верхнем ряду - сцены MODIS гранулы H26V03 за 60, 62 и 97 дни 2016 года 29.02.2016 02.03.2016 07.04.2016, для визуализации в качестве RGB взяты 2, 6 и 1 каналы, соответственно, и дополнительно вставлена береговая линия зеленого цвета; в нижнем ряду – результаты распознавания наблюдаемых на снимке явлений. Черным цветом диаграммах показаны области, данные по которым за данные сутки отсутствуют, коричневым – суша (не обрабатывается), красным – лед, желтым – тонкий лед, синим – чистая вода, голубым и серым – облачность.



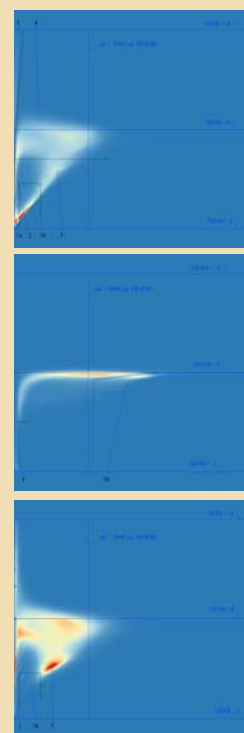
Номер канала	Длина волны, нм	Комментарий
1	620-670	Red
2	841-876	NIR
3	459-479	Blue
4	545-565	Green
5	1230-1240	NIR
6	1628-1652	SWIR
7	2105-2155	SWIR

Список каналов во входных файлах.

Формулы используемых индексов

Выделялись классы льда, облаков и воды. Для выделения упомянутых классов использовались индекс NDSI (Normalized Difference Snow Index) и индекс, который мы по аналогии с предыдущим индексом обозначили NDWI (Normalized Difference Water Index).

$$NDSI = \frac{band_1 - band_2}{band_1 + band_2} \quad NDWI = \frac{band_4 - band_5}{band_4 + band_5}$$



Слева приведены гистограммы NDSI-band6 за зимний период 2015 года и NDWI-band4 за зимний период 2014 года, и гистограмма NDSI-band6 за осенний период 2014 года, соответственно. По осям абсцисс отложены значения интенсивностей (0 .. 16000ед.), по осям ординат отложены значения индексов (сверху вниз, -1 .. +1). От голубого через желтый к красному растет относительное количество точек исходных сцен, имеющих данные сочетания индекса и интенсивности. Синими линиями обозначены значения индексов (-1, 0, +1) и значение интенсивности 5000ед. Черным цветом обозначены границы областей, распознаваемых как определенные явления, зеленым цветом – область перекрытия явлений, обсуждаемая отдельно. Цифрами обозначены:

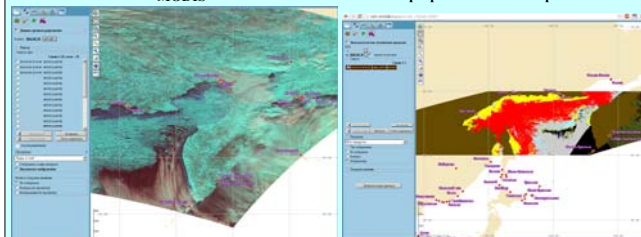
- 1 – чистая вода (дизъюнктивно)
- 2 – предположительно, снежная каша
- 3а – тонкий лед
- 3б – толстый лед (конъюнктивно)
- 4 – «летняя» облачность
- 5 – «осенняя» облачность

Ниже представлены диаграммы NDWI точек, попадающих по диаграмме NDSI в область, выделенную зеленым (пересечение зон 3б и 5), соответственно, осенью (слева) и зимой 2015 года. Таким образом решен вопрос точного разделения «осенней» облачности и толстого льда.



Структура снежного и ледового покровов, MODIS

Ледовая обстановка, использование разработанного алгоритма



Использование разработанного алгоритма в тестовом режиме, применительно к картографическому web-интерфейсу ОСМ. Наблюдается более четкая информативная картина.

Расшифровка распознанных явлений: красное – толстый лед, желтое – тонкий лед, синее – чистая вода, голубое и серое – облачность, коричневое – суша (не обрабатывается), черное – данные по этим областям за эти сутки не было. Сцены за 02.02.2016 г.

Вышеуказанные корректировки позволили устранить ряд ошибок обработки данных дистанционного зондирования.

Данный метод классификации ледового покрытия был применен в Охотском, Беринговом и Баренцовом морях.

Работа проводилась с использованием технологий построения информационных систем дистанционного мониторинга (Лупиян и др., 2015), а также данных центра коллективного пользования ЦКП "ИКИ-Мониторинг" (Лупиян и др., 2015).

Работа выполнена при поддержке ФАНО (тема "Мониторинг" госрегистрация № 01.20.0.2.00164)

## Литература

1. Андреев М.В., Егоров В.А., Уваров И.А., Дегай А.Ю., Пырклов В.Н., Черных В.Н. Разработка новых методов обработки и представления спутниковых данных в картографическом интерфейсе Отраслевой системы мониторинга Росрыболовства // Тринадцатая всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса". Москва. ИКИ РАН, 16-20 ноября 2015. Тезисы докладов, 2015. С. 235.
2. Солодилов А.В., Пырклов В.Н. Комплексный спутниковый мониторинг судов рыболовного флота // Аэрокосмический курьер. 2011. № 2 (74). С. 68–70.
3. Лупиян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В., Крашенинникова Ю.С. Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 26-43.
4. Breiman L. Random Forest // Machine Learning. 2001. V 45 №1: P. 5–32трех