

УДК 581.6

**Использование дистанционных методов зондирования
для выделения деградации растительности
и определения толщины морского льда
(на примере полуострова Ямал и Карского моря)**

Т.Г. Сысова
АлтГУ, г. Барнаул

В связи с изменением климата Арктики и освоением природных ресурсов Крайнего Севера является актуальным использование спутниковых данных для выявления реакции тундровой растительности на различные природные и антропогенные воздействия и определения толщины морского льда на Крайнем Севере [1].

Поскольку растительность является наиболее важным компонентом экосистем Ямала, важно использовать эффективные вычислительные инструменты для анализа состояния растительного покрова, а также для получения оценок продуктивности и полной деградации растительности на основе доступных космических данных с достаточным пространственным и радиометрическим разрешением.

Отражение и поглощение растительностью падающих солнечных лучей зависят от длины волны света. Спектр здоровых зеленых листьев соответствует диапазону излучения 400–1000 нм.

Эти характерные особенности спектрального отражения позволяют использовать космические снимки для оценки состояния растительности на основе преобразований исходных спектральных значений в элементах растра. Одним из наиболее известных преобразований на основе использования особенностей спектральной отражательной способности растительности является нормализованный разностный индекс растительности NDVI.

Для детального изучения пространственно-временных закономерностей изменения растительности на Ямале был создан специальный тематический каталог снимков (ТКС) «ЯНАО-Landsat-8/OLI», обеспечивающий покрытие растительности на территории ЯНАО в период вегетации (май-октябрь) 2013-2017 гг. Продуктивность растительности вычислялась на основе пакета SNAP/ESA 2.0.2, как максимальное значение NDVI для заданного периода времени (таблица 1).

Для проведения классификации объектов, использовалось программное обеспечение ERDAS Imagine 2013.

Таблица 1 – Максимальные значения NDVI

Месяц	Максимальное значение NDVI			
	2013 г	2014 г	2015 г	2016 г.
Май	0,190	0,010	0,464	
Июнь	0,735	0,720	0,746	0,753
Июль	0,750	0,756	0,755	0,786
Август	0,749	0,752	0,751	0,751
Сентябрь	0,509	0,458	0,564	0,657
Октябрь	0,277	-0,013	0,258	0,467

Результаты обработки снимков центрального Ямала (окрестности Бованенково) показали участки полной деградации растительности в 2016-2017 гг. [2–4].

Данные регулярных наблюдений за ледяным покровом в Арктике в нашей стране концентрируются в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (ААНИИ) Росгидромета. Обзорные карты распределения льда, создаваемые в ААНИИ, являются основным российским материалом о ледовой обстановке в арктических морях. По этим картам определяются ледовитость.

Анализ данных наблюдений за состоянием ледяного покрова арктических морей показал, что площадь льдов, их толщина, сплоченность и другие характеристики заметно изменялись во времени.

Для исследования толщины морского льда в Карском море были привлечены данные спутника CryoSat-2. Составлена сетка, в точках которой, по данным CryoSat-2 получена толщина морского льда для зимнего периода (ноябрь-апрель) 2010-2016 гг.

Сопоставление данных OSISAF (старый/молодой лед) и данных CryoSat-2 (численные значения толщины льда) в Карском море (2010-2016) показало:

1. Старый лед (подвергался таянию, по крайней мере в течение одного лета) имеет невысокое среднее квадратичное отклонение. Средние значения 0,18–0,33. В Карском море с 2010 его толщина превышает 180 см и достигает толщины порядка 320 см.

2. Поведение толщины однолетнего льда нестабильно (скачки вверх в ноябре 2012 и в декабре 2013, скачки вниз в январе 2013 и в январе 2014). Среднее квадратичное отклонение толщины однолетнего льда гораздо выше, как правило, по сравнению с StD старого льда. Средние значения от 0,32 до 0,6. Поэтому внутри этого класса «Однолетний лёд» целесообразно выделение нескольких подклассов: тонкий

однолетний (30–50 см); однолетний средней толщины (70–20 см); толстый однолетний более (120 см).

Изменение толщины старого и молодого льда сопоставляли по двум зимним периодам (2010–2011, 2015–2016) (наиболее полные данные) (рисунки 1, 2). Пунктирными линиями обозначены значения среднего квадратичного отклонения.

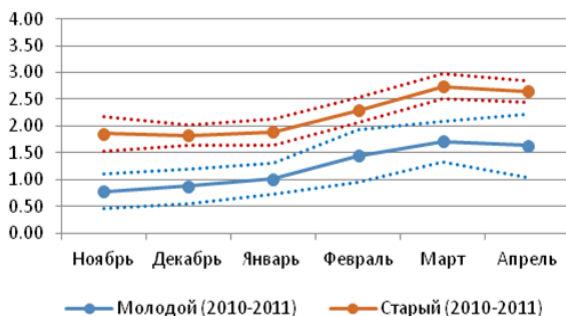


Рисунок 1 – Динамика толщины молодого и старого льда (2010–2011 гг.)

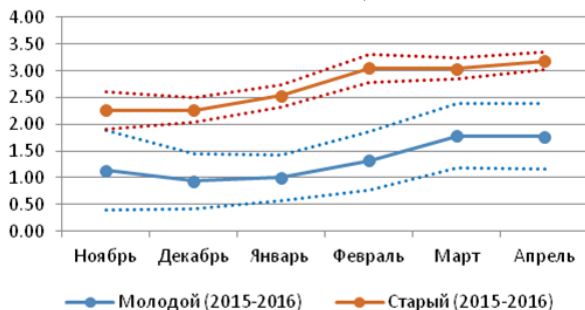


Рисунок 2 – Динамика толщины молодого и старого льда (2015–2016 гг.)

В результате проведенного исследования для оценки воздействия различных естественных и антропогенных факторов на изменение продуктивности растительного покрова полуострова использован индекс NDVI, характеризующий продуктивность растительности. Выделены области полной деградации растительного покрова [5].

Анализ данных о ледовой обстановке Арктики показал, что площадь льдов и их толщина заметно изменяются во времени, что свидетельствует об изменении климата. Данная тенденция подтверждена

анализом данных института Арктики и Антарктики, а также данными наших исследований.

Библиографический список

1. Сысоева Т.Г., Ковалевская Н.М., Хворова Л.А. Исследование синергизма глобального потепления климата и хозяйственного освоения территорий методами ДЗЗ // Сб. трудов XIX всесоюзная конференция по математике «Математики – Алтайскому краю (МАК-2016)». – Барнаул, 1-5 июля 2016. – С. 224–227.

2. Сысоева Т.Г., Ковалевская Н.М., Хворова Л.А. Анализ состояния растительности на основе индекса NDVI и данных спутника LandSat 8 // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета. – Барнаул, 2016. – С. 149-152

3. Сысоева Т.Г., Ковалевская Н.М., Хворова Л.А. Оценка биологической продуктивности ландшафтов с использованием дистанционных методов зондирования Земли // Политехническая неделя в Санкт-Петербурге: материалы научного форума с международным участием. Кафедра водохозяйственного и гидротехнического строительства. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 323–326.

3. Романов А.Н., Ковалевская Н.М., Хворова Л.А., Сысоева Т.Г., Суковатов К., Шаповалов С.В. Анализ пространственных образов растительного покрова полуострова Ямал на основе данных дистанционного зондирования // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – Салехард, 2016. – С. 45–52.

4. Романов А.Н., Хвостов И.В., Уланов П.Н., Ковалевская Н.М., Кириллов В.В., Плуталова Т.Г., Кобелев В.О., Печкин А.С., Синицкий А.И., Сысоева Т.Г., Хворова Л.А., Космический мониторинг арктических и субарктических территорий Ямало-Ненецкого округа. – Барнаул: Изд-во ООО «Пять плюс», 2018. – 120 с.

УДК 004

Автоматизированное решение задач в теории эпидемий с использованием Mathcad Prime

А.С. Шевченко, Н.Д. Химочкина
РИ (филиал) АлтГУ, г. Рубцовск

Системы компьютерной алгебры (СКА), как Maple [1], Matlab, Mathematica, Mathcad [2, 3] позволяют облегчить решение самых разнообразных математических задач, повысить интерес к обучению, а также расширить круг решаемых задач практического содержания.