

ЗЕМЛЯ ИЗ КОСМОСА EARTH FROM SPACE



Журнал «Земля из космоса» —
информационный партнер региональной
конференции Международного
географического союза 2015 «География,
культура и общество будущей Земли»

“Earth from Space” Magazine
is the Informational Partner of IGU
Regional Conference 2015
“Geography, Culture and Society
for Our Future Earth”

IGUmoscow2015

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ В КРИОЛИТОЗОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

**Александр
Кизяков**

К.Г.Н., С.Н.С. КАФЕДРЫ КРИОЛИТОЛОГИИ И
ГЛЯЦИОЛОГИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

**Марина
Лейбман**

ДОКТОР Г.-М. НАУК ГЕОЛОГО-
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК, Г.Н.С. ИНСТИТУТА
КРИОСФЕРЫ ЗЕМЛИ СО РАН

**Михаил
Зимин**

К.Г.Н., ДИРЕКТОР ПО РАЗРАБОТКЕ
ТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ ГК «СКАНЭКС»

**Антон
Сонюшкин**

ДИРЕКТОР ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ
ТЕХНОЛОГИЯМ ГК «СКАНЭКС»

**Артем
Хомутов**

К.Г.-М.Н. С.Н.С. ИНСТИТУТА КРИОСФЕРЫ
ЗЕМЛИ СО РАН

С привлечением ДДЗ получены новые данные по скоростям термоабразии и термоденудации в условиях вскрытия пластовых льдов в западном секторе российской Арктики — на побережьях острова Колгуев и Югорском полуострове.

В рамках изучения воронки газового выброса на полуострове Ямал на основе материалов стереосъемки сверхвысокого разрешения 2013 и 2014 гг. построены ЦМР по состоянию «до» и «после» образования воронки, получены морфометрические характеристики рельефа.

Применение данных дистанционного зондирования (ДДЗ) — аэрофото- и космических снимков прочно вошло в практику криолитологических и геоморфологических исследований. С использованием ДДЗ при изучении рельефообразующих процессов в криолитозоне решаются, в частности, следующие задачи:

- выявление пространственного распространения проявлений криогенных процессов (определение пространственной приуроченности, размеров проявлений, площадной пораженности территории);
- выявление динамики криогенных процессов в результате сопоставления серий разновременных снимков (определение скоростей процессов, объемов перемещаемого материала и межгодовой изменчивости этих значений).

Изучение скоростей термоденудации и термоабразии

Одним из направлений исследований нашей группы является изучение динамики криогенных процессов в районах распространения залежей пластовых льдов. С участка вскрытия льдов в морских береговых уступах связано формирование термокаров и термоцирков. В этих условиях морские берега разрушаются за счет воздействия морских волн (термоабразии) и комплекса термоденудационных процессов на береговых уступах.

Ключевые участки расположены на острове Колгуев (Баренцево море) и Югорском полуострове (Карское море). Для определения динамики разрушения берегов острова Колгуев использованы аэрофотоснимки 1948 и 1968 гг., материалы полевой топографической съемки 2002 г., снимки GeoEye 2009 г. и снимки FORMOSAT-2 2012 г. (рис. 1).

Таблица 1. Скорости роста термоцирков на ключевых участках о. Колгуев и Югорского полуострова

Период наблюдений, гг.	Скорость отступления бровок термоцирков, м/год	
	средняя	максимальная
о. Колгуев, группа из 3-х термоцирков южнее устья р. Саучиха		
1948–2002	2,4	5,8
2002–2012	2,6	15,1
Югорский полуостров, группа из 2-х термоцирков в районе устья р. Первая Песчаная		
2001–2013	6,4	> 15

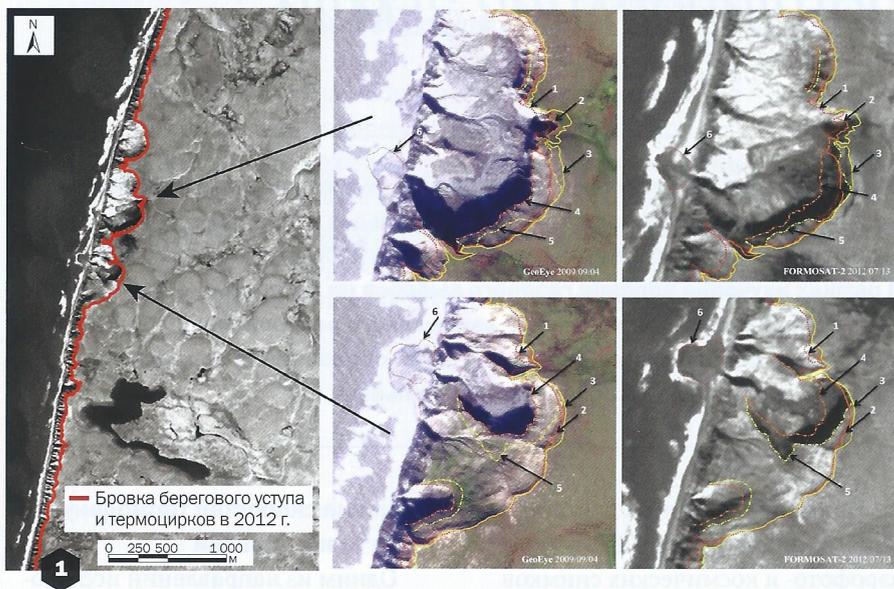


Рис. 1. Схема отступления бровок термоцирков на западном побережье острова Колгуев за периоды 2002–2009–2012 гг. [рис. из [1]]. Цифрами обозначены: 1 — бровка термоцирка (ТЦ) в 2002 г., 2 — бровка ТЦ в 2009 г., 3 — бровка ТЦ в 2012 г., 4 — бровка нижнего уступа ТЦ в 2009 г., 5 — бровка нижнего уступа ТЦ в 2012 г., 6 — границы конуса выноса в 2012 г.

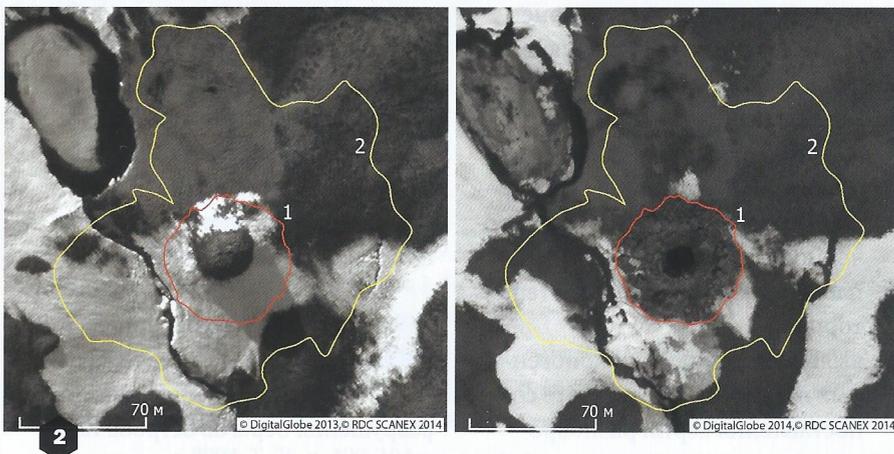


Рис. 2. Ямальская воронка газового выброса на космических снимках сверхвысокого разрешения [рис. из [2]]. Слева — состояние участка до образования воронки — снимок WorldView-1 от 09.06.2013 г.; справа — существующая воронка — снимок WorldView-1 от 15.06.2014 г. Цифрами обозначены: 1 — внешняя граница брусстера воронки, 2 — граница зоны разброса материала из воронки

Установлено, что современные (2002–2012 гг.) скорости отступления стенок термоцирков (термодеградация стенок с залежами пластовых льдов) составляют в среднем 2,6 м/год, что близко к значению 2,4 м/год, определенному за период 1948–2002 гг. Максимальные скорости достигают 14,5–15,1 м/год (Табл. 1). Средняя скорость термоэрозионного отступления береговых уступов без термоцирков в период 2002–2012 гг. составила 2,0 м/год, максимальная — 4 м/год [1].

Для определения динамики термоцирков на ключевом участке Югорского полуострова привлечены материалы полевой топографической съемки 2001 г., инструментальные полевые измерения на стационаре 2002–2010 гг., космический снимок GeoEye 2010 г., космические снимки FORMOSAT-2 2012 и 2013 гг.

В период 2001–2013 гг. средняя скорость отступления бровок термоцирков составляла 6,4 м/год. Максимальные скорости отмечались в 2011–2012 гг., когда на отдельных участках отступление бровок термоцирков превышало 15 м/год.

Исследование Ямальской воронки газового выброса

Обнаруженная в центральной части полуострова Ямал воронка сразу стала объектом, который привлек к

себе внимание специалистов-мерзлотоведов. Авторы статьи принимали участие в обследовании воронки летом и осенью 2014 г. Для обозначения этого необычного природного образования предложен термин «воронка газового выброса» [3].

С использованием космических снимков определен временной интервал образования воронки и выявлены особенности рельефа участка, на котором она образовалась. В результате анализа серии снимков Landsat 8 и SPOT 5 установлено, что воронка образовалась в интервале с 09.10.2013 по 01.11.2013 г. [4].

Для определения морфологических характеристик рельефа исследуемого участка в современном состоянии и до образования воронки построены цифровые модели рельефа (ЦМР) по стереопарам снимков WorldView-1

2013 и 2014 гг. Документально подтверждено, что в 2013 г. на месте воронки существовал бугор с относительной высотой 5–6 м (рис. 2). Анализ снимков и построенных ЦМР позволил охарактеризовать микрорельеф участка воронки и оценить объем выброшенного материала. Объем вынесенного материала почти в 6 раз больше объема материала, слагающего бруствер по периферии воронки. Предположительно, различие в объемах определяется значительным содержанием льда в составе выброшенного материала, который после растаял [2].

Современная космическая съемка высокого пространственного разрешения представляет собой перспективный инструмент изучения динамики деструктивных рельефообразующих процессов в криолитозоне, дополняющий материалы полевых работ на стационарах.

Список литературы:

1. Кизяков А.И., Зимин М.В., Лейбман М.О., Правикова Н.В. Мониторинг скорости термоденудации и термоабразии на западном побережье острова Колгуев с использованием материалов космической съемки высокого разрешения. Криосфера Земли, Т. XVII, № 4, 2013, с. 36–47
2. Кизяков А.И., Сонюшкин А.В., Лейбман М.О., Зимин М.В., Хомутов А.В. Геоморфологические условия образования воронки газового выброса и динамика этой формы на Центральном Ямале. Криосфера Земли, 2015, т. XIX, № 2, с. 15–25.
3. Лейбман М.О., Плеханов А.В. Ямальская воронка газового выброса: результаты предварительного обследования. Холод'ОК, 2014, № 2 (12), с. 9–14.
4. Leibman, M.O., A.I. Kizyakov, A.V. Plekhanov and I.D. Streletskaaya, 2014. New permafrost feature — deep crater in Central Yamal, West Siberia, Russia, as a response to local climate fluctuations. Geography, environment, sustainability, 7(4): 68–80.