



founded in 1918

# Спектральные характеристики тундровых и лесотундровых ландшафтов в годы летних климатических аномалий

Т.Б. Титкова, А.Н. Золотокрылин, В.В. Виноградова  
Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.  
E-mail: titkova@igras.ru, zolotokrylin@igras.ru, vvvinog@yandex.ru

## Территория исследования

**Горная тундра** - профиль на Новой Земле вдоль 54.2° в.д. (71.5° - 72.5° с.ш.). Высота местности от 200 до 550 м, представлена южным склоном.  
**Арктическая тундра** - профиль на Новой Земле вдоль 55° в.д., - побережье Карского моря. Высота местности в от 100 до 300 м.  
**Материковая тундра** - профиль (67.4°–68.6° с.ш.) вдоль 79.6° в.д. в междуречье нижнего течения рек Таз и Мессояха. Высота местности от 5–30 м (гидроморфный комплекс) до 70–80 м (возвышенность).  
**Лесотундра** - профиль (74.2°–77° в.д.) вдоль 65.8° с.ш.. Высота местности от 30 м (гидроморфный комплекс) до 100 м (возвышенность).

## Данные

MODIS (<https://lpdaac.usgs.gov/products/>): Альbedo модель MCD43C1v006. Температура поверхности (Ts) – модель MOD11C3v006. Разрешение 0.05° × 0.05°, июль 2000–2019 гг.

Метеостанции (meteo.ru): 1) Малые Кармакулы (52.7° в.д., 72.37° с.ш.) - западное побережье Новой Земли, 2) Тазовская (67.46° с.ш.; 78.73° в.д.) - низовья р. Таз

Потепление Арктики оказывает непосредственное воздействие на состояние арктических и субарктических ландшафтов. Их изменение связано с механизмами регулирования температуры подстилающей поверхности.

**Задача:** Изучение особенности формирования радиационного и эвапотранспирационного механизмов регулирования температуры поверхности. Оценка спектральных особенностей тундровых и лесотундровых ландшафтов в годы летних климатических аномалий.

**Радиационный механизм** - альbedo поверхности (Al) увеличивается, поглощенная поверхностью радиационная энергия уменьшается, вызывая уменьшение температуры поверхности (Ts) (отрицательная корреляция Al -Ts).

**Эвапотранспирационный механизм** - Al поверхности увеличивается в результате изреживания растительного покрова, величина эвапотранспирации уменьшается, что ведет к повышению Ts (положительная корреляция Al - Ts).

## Результаты

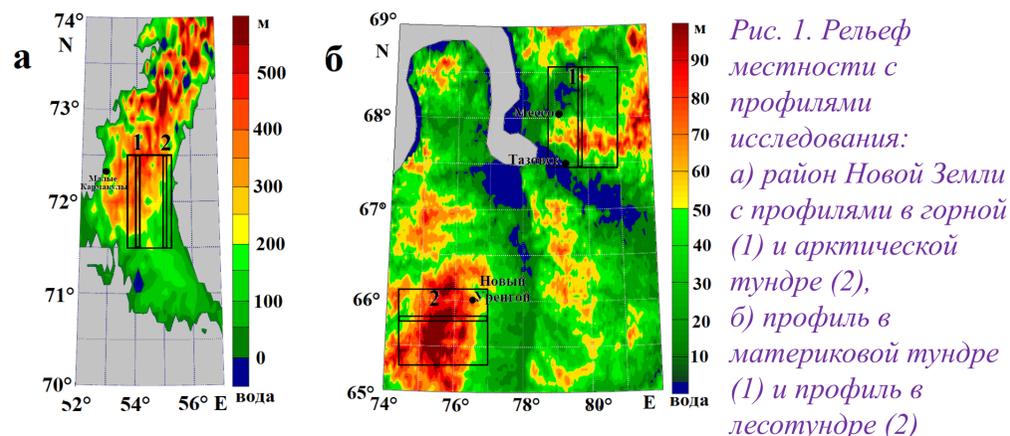


Рис. 1. Рельеф местности с профилями исследования: а) район Новой Земли с профилями в горной (1) и арктической тундре (2), б) профиль в материковой тундре (1) и профиль в лесотундре (2)

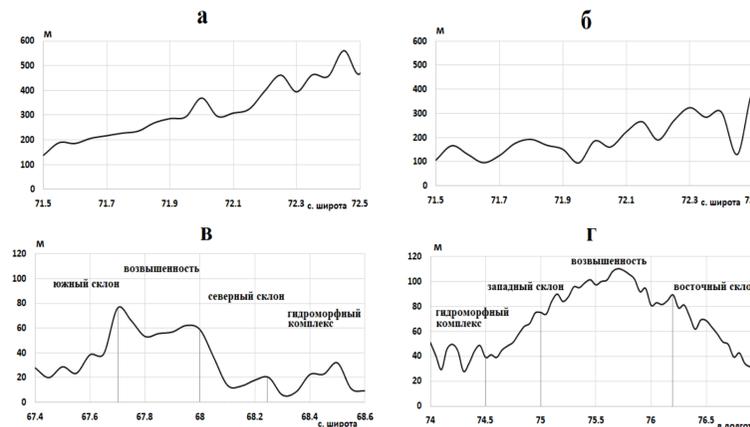


Рис. 2. Рельеф исследуемых профилей: а) горная тундра, б) арктическая тундра, в) материковая южная тундра, г) лесотундра.

## Связь спектральных параметров в тундре и лесотундре (рис. 3)

- В горной и арктической тундре связь Al–Ts значимо отрицательная.
- В южной тундре Ts увеличивается, Al уменьшается, корреляция Al–Ts становится значимо положительной.
- В лесотундре связь между спектральными параметрами ослабевает из-за большего разброса значений Ts и Al.

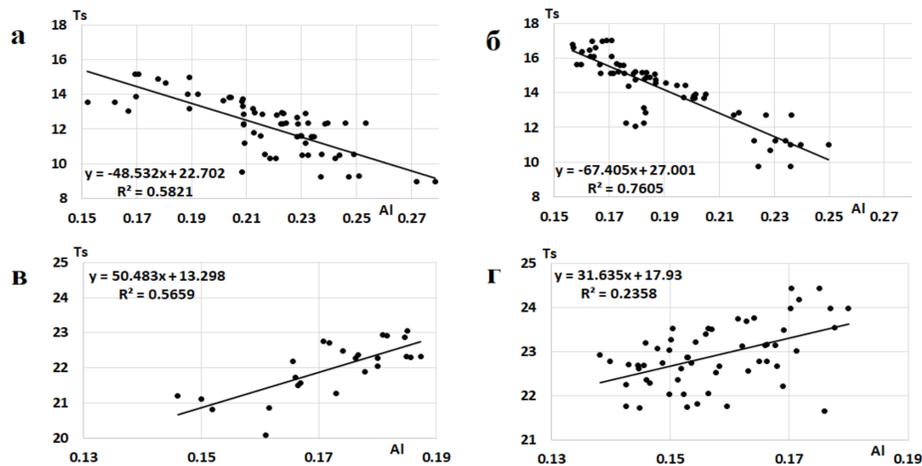


Рис. 3. Связь Al–Ts в среднем за июль 2000–2019 гг. на профилях: а) горная тундра, б) арктическая тундра, в) материковая тундра, г) лесотундра.

## Выводы

- Радиационный механизм регулирования температуры поверхности доминирует в ледниковых и полярно-пустынных ландшафтах Арктики и Субарктики и не зависит от погодных аномалий и форм рельефа.
- В материковой тундре и лесотундре преобладает эвапотранспирационный тип регулирования температуры поверхности и зависит от высоты местности и от температурных аномалий. В холодные годы в гидроморфных комплексах преобладает радиационный тип регулирования температуры поверхности, а в теплые - может переходить в эвапотранспирационный. На возвышенностях наблюдается обратный процесс, что связано с изменениями условий увлажнения в холодные и теплые годы.

## Годы с температурными аномалиями (таблица)

- В горных и арктических тундрах при отрицательных аномалиях связь Al–Ts отрицательна. При положительных - связь ослабевает.
- В гидроморфных комплексах южных тундр в холодные годы связь Al–Ts отрицательна и меняет знак в теплые годы, чему способствует иссушение.
- На возвышенности южной тундры, при отрицательных аномалиях, диапазон изменений альbedo и температуры поверхности уменьшается, при этом связь остается положительной, а при положительных аномалиях – диапазон значений расширяется, и связь становится отрицательной.
- В гидроморфных комплексах лесотундры корреляция Al–Ts слабо отрицательна, как при отрицательных, так и при положительных аномалиях температуры.
- На возвышенности в лесотундре корреляция Al–Ts меняет знак при переходе от отрицательной аномалии температуры к положительной.

Таблица. Коэффициент корреляции Al–Ts в годы с температурными аномалиями в июле

ландшафтная зона / форма рельефа	Отрицательная аномалия	Положительная аномалия
<b>горные тундры</b>		
южный склон	<b>-0.8</b>	-0.15
<b>арктические тундры</b>		
южный склон	<b>-0.76</b>	-0.1
<b>южные тундры</b>		
гидроморфный комплекс	<b>-0.52</b>	<b>0.74</b>
возвышенность	0.14	-0.37
<b>лесотундра</b>		
гидроморфный комплекс	-0.24	-0.10
возвышенность	<b>0.54</b>	<b>-0.55</b>

Значимые значения коэффициента корреляции по критерию Стьюдента с вероятностью 0.95 выделены полужирным.

Подготовлено по гранту РНФ № 16-17-10236. и темы Гос. задания № 0148-2019-0009

## ЛИТЕРАТУРА

- Титкова Т.Б., Виноградова В.В. 2015. Отклик растительности на изменение климатических условий в бореальных и субарктических ландшафтах в начале XXI века. – *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, Т. 12, № 3, С. 75–86.
- Титкова Т.Б., Виноградова В.В. 2019. Изменения климата в переходных природных зонах севера России и их проявление в спектральных характеристиках ландшафтов. – *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, Т. 16, № 5, С. 310–323. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-5-310