

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА С ПОМОЩЬЮ МНОГОЛЕТНИХ НЕРЕГУЛЯРНЫХ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Кизеев А.Н.<sup>1,2</sup>, Силкин К.Ю.<sup>3</sup>, Кульнев В.В.<sup>4</sup>, Меньшакова М.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФБУН Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора;

<sup>2</sup>Мурманский арктический государственный университет;

<sup>3</sup>ФИЦ Единая геофизическая служба Российской Академии Наук;

<sup>4</sup>Центрально-Черноземное межрегиональное управление Росприроднадзора



## Введение

Северная природа крайне уязвима для антропогенного воздействия. Для обширных или труднодоступных арктических территорий данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса - ценный источник получения оперативной и малозатратной информации.

Однако дистанционный мониторинг сопровождается проблемами, связанными с редкостью совершенно безоблачных дней. Несмотря на то, что современные космические аппараты (такие как Landsat) пролетают над каждой точкой Земли приблизительно два раза в месяц, наблюдения, которые удается получить - нерегулярны. Измерения спектральных характеристик наземных объектов производятся сквозь небольшие просветы в облаках. При многолетних наблюдениях фитоценозов полученные данные могут приходиться на разные части вегетационного периода, что неудобно для сопоставления информации с течением времени.

Цель данной работы - изучение северных территорий с помощью многолетних нерегулярных спутниковых данных.

## Материалы и методы

Исследования проводились в центральных районах Мурманской области, в 30-км зоне расположения Кольской АЭС (КАЭС), на сети стационарных мониторинговых площадок:

- 2 стационарные площадки - С-1 и С-2 (санитарно-защитная зона - СЗЗ - атомной станции и СЗЗ хранилища сухих слабоактивных отходов - ХССО);
- 5 пробных площадок - П-1 - П-5 (зона наблюдения - ЗН, 10 км от КАЭС);
- 4 контрольные площадки - К-I - К-IV (граница ЗН, 15 км от КАЭС);
- 1 фоновая площадка - Ф (30 км от КАЭС).

Тип леса на площадках - сосняки чернично-лишайниковые и сосняки зеленомошно-лишайниковые черничные.

Размер каждой площадки - не менее 1 га.

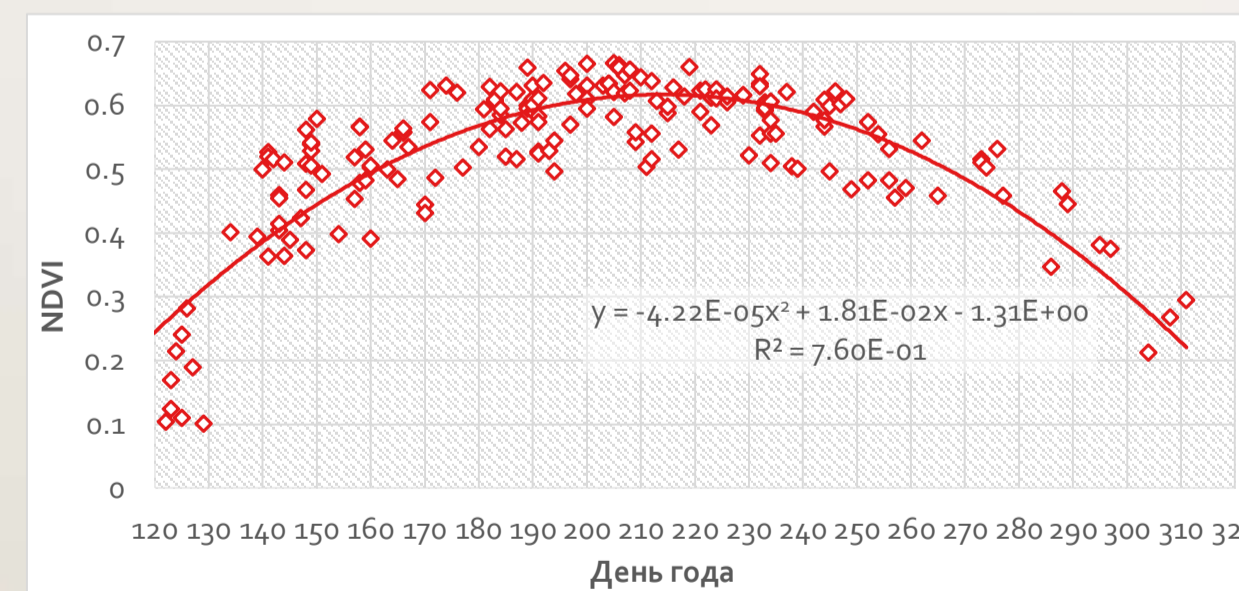


Схема расположения стационарных мониторинговых площадок в центральных районах Мурманской области

Использовались многолетние материалы космических аппаратов Landsat, архив которых содержал множество сцен по исследуемой территории → выбраны данные с низким процентом облачного покрытия территории → получено 189 сцен многозональных материалов со следующими особенностями: 1) поколениями космических аппаратов Landsat-4 - Landsat-8; 2) временным диапазоном с 1985 по 2017 годы; 3) сезонным охватом от последнего до первого снега в году (конец апреля - начало ноября).

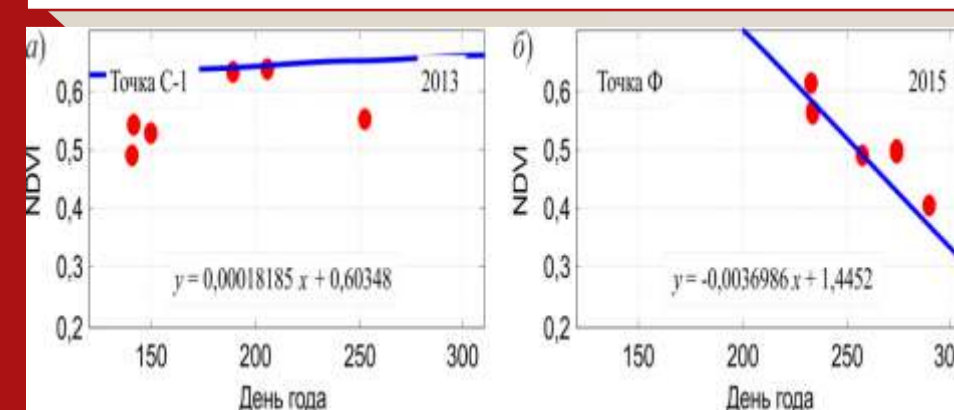
Обработка космоснимков - в соответствии с официальным руководством миссии Landsat.

Определение индекса NDVI - на пике вегетационного сезона для каждой мониторинговой площадки.



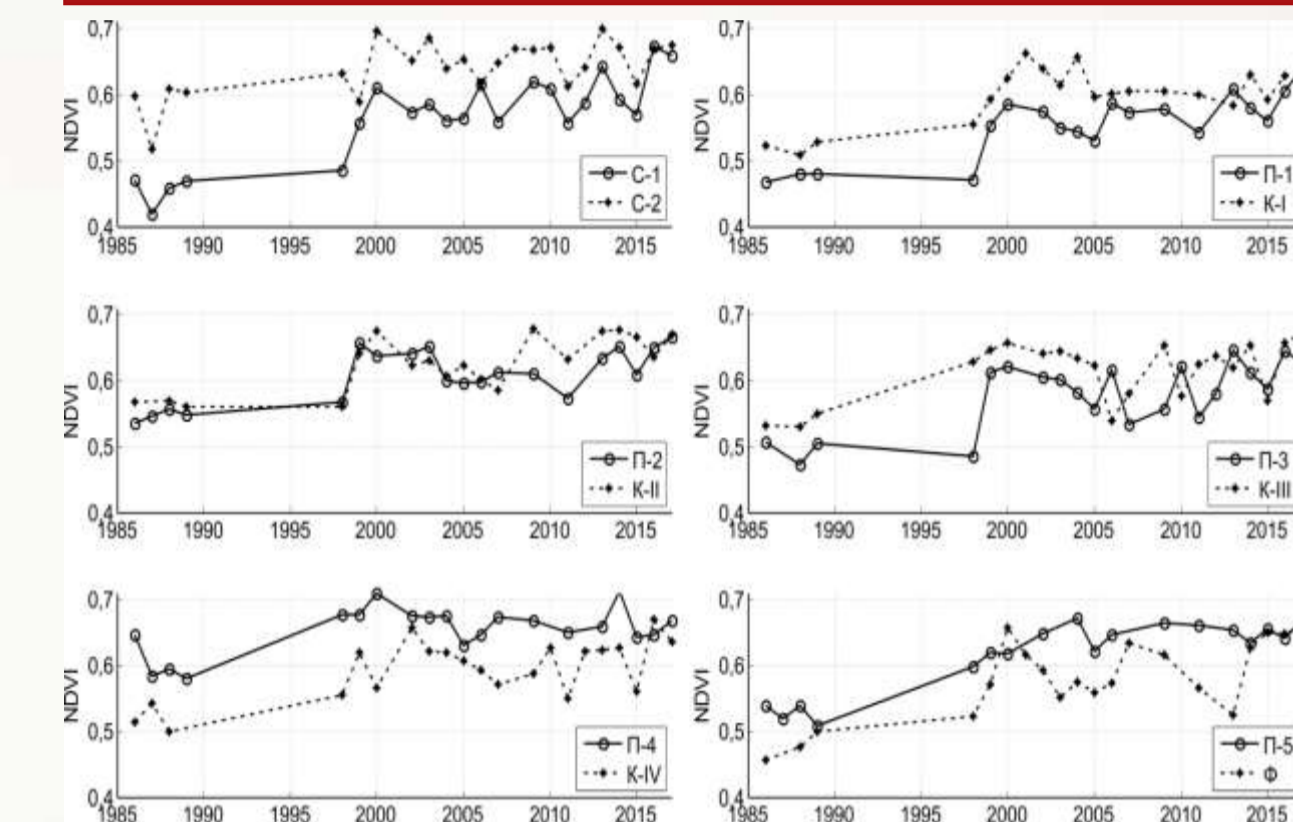
Средние сезонные значения индекса NDVI для всего периода наблюдений

Разработана методика, состоящая из: 1) определения формы среднемноголетнего сезонного тренда NDVI; 2) оценки значения NDVI для пика вегетационного периода, удовлетворяющего тренду, на основании доступных наблюдений. Алгоритм - в виде компьютерной программы.



Примеры годового набора данных с построением прогноза на основании линейного тренда наблюдений в начале (а) и конце (б) лета

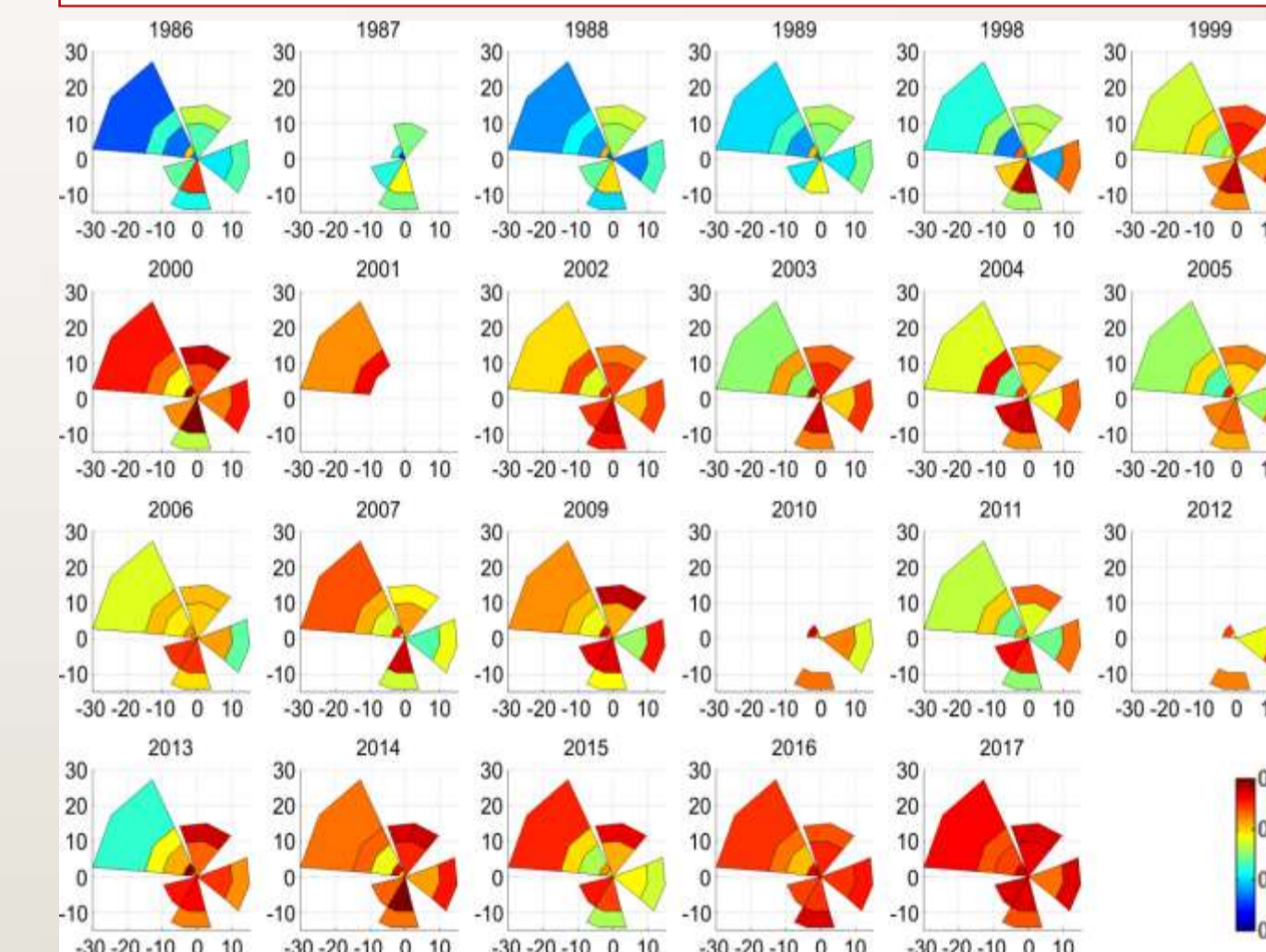
## Результаты и обсуждение



Результаты оценки значений индекса NDVI для пика сезона по мониторинговым площадкам в течение всего периода наблюдений

Дифференциация мониторинговых площадок показывала как азимутальную анизотропию, так и зависимость от расстояния до КАЭС.

Сеть мониторинга на пике вегетационного сезона для каждого года → полярные диаграммы с использованием азимутальных групп точек.



Полярные диаграммы значений индекса NDVI по сети мониторинга за все годы, по которым удалось оценить значение для пика сезона. Подписи по осям - расстояние от АЭС, км. Цветовая шкала - NDVI

Показано состояние фитоценозов на разном расстоянии от КАЭС за весь период наблюдений и за отдельные годы.

## Заключение

Разработан и реализован алгоритм для работы с нерегулярными данными ДЗЗ из космоса при оценке благополучия фитоценозов. Методика применима как к индексу NDVI так и к другим аналогичным индексам и может быть полезной при изучении северных территорий.