



Якубенко С.В. ¹, Каверин Д.А. ²

Дистанционная оценка трансформации ландшафтов дренированных озёрных котловин Большеземельской тундры

¹Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

²Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

**Двадцать третья международная конференция "СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"**

10-14 ноября 2025 г.
г. Москва

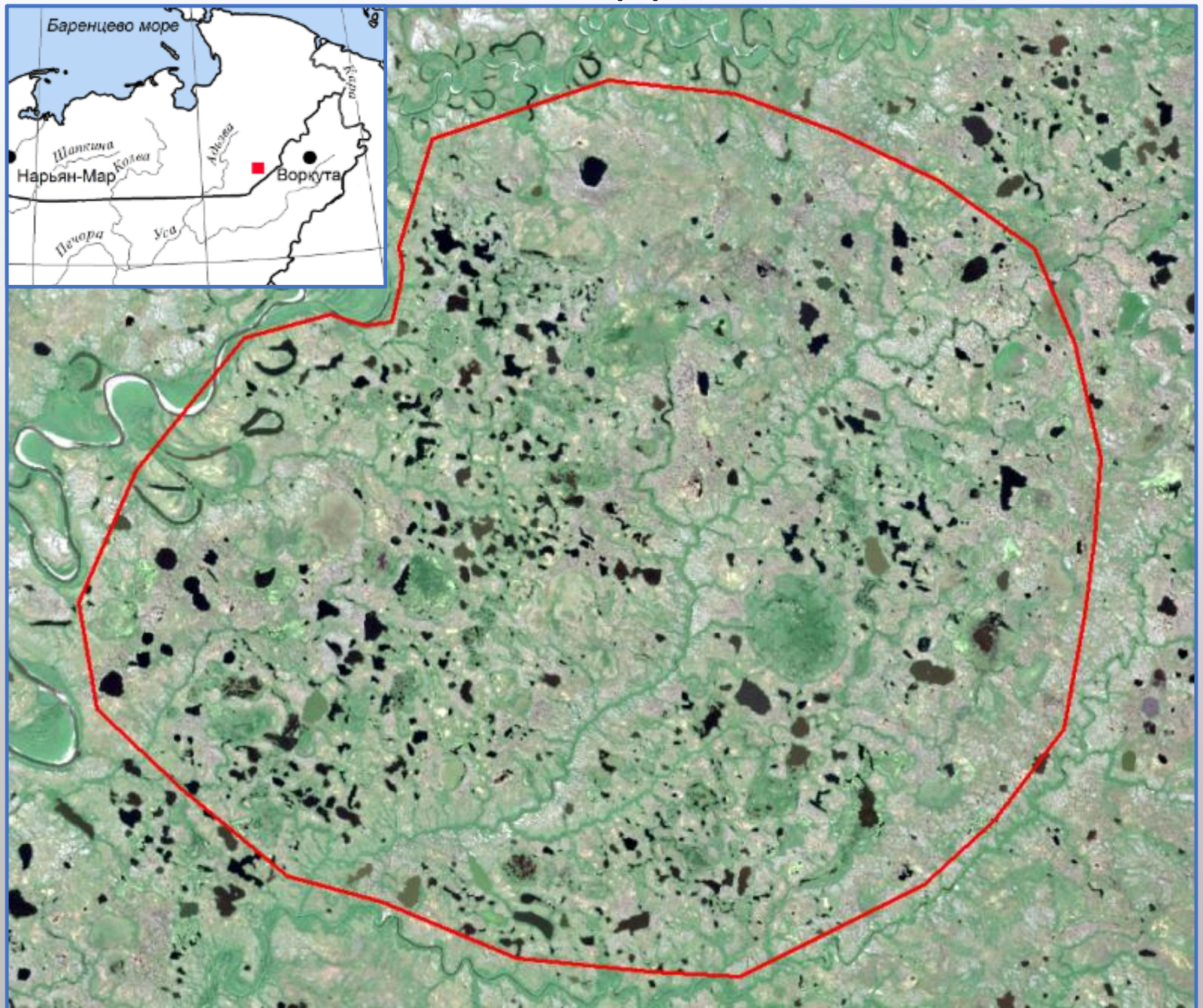
АКТУАЛЬНОСТЬ

Термокарстовые озера занимают значительные площади в тундровой зоне европейского Севера. Процессы дренирования термокарстовых озерных котловин в криолитозоне происходят непрерывно, что обусловлено влиянием климатических и ландшафтных факторов. Трансформация почвенно-растительного покрова осушенных котловин напрямую влияет на мерзлотную обстановку в их контурах.

В 1970–80 гг. в рамках программы по созданию кормовой базы для животноводства Воркутинского района на участке Большеземельской тундры было осушено около 40 озер общей площадью 1000 Га. В 1990-е гг. сенокосение прекратили и в котловинах стали постепенно формироваться тундровые ландшафты.

Цель работы: оценить временные изменения растительного покрова осушенных термокарстовых котловин с помощью данных дистанционного зондирования.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ



Подготовка космоснимков

Составление RGB-композиата
(1985, 1997, 2013, 2024)

Сбор серии снимков 1985-2024 гг.

Обрезка по маске дренированных котловин

Выделение эталонных объектов

Вычисление индексов
(NDVI, MNDWI, PSRI, DVI)

Классификация и расчет площадей

Зональная статистика индекса по маске

Анализ полученных данных

Результаты анализа в числовом и графическом виде

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ

2024

Classified	GroundTruth						Sum
	луговые	Крупнокуст	открытая вода	Куст-мох	Мочажины и топи	торф	
луговые	122	8	0	1	1	0	132
Крупнокуст	25	98	0	8	6	0	137
открытая вода	0	0	20	0	1	0	21
Куст-мох	16	6	1	37	6	0	66
Мочажины и топи	4	5	1	0	25	0	35
торф	1	0	1	4	0	13	19
Sum	168	117	23	50	39	13	410

Общая точность = 78,8%; k = 0,711; F1 = 0,770

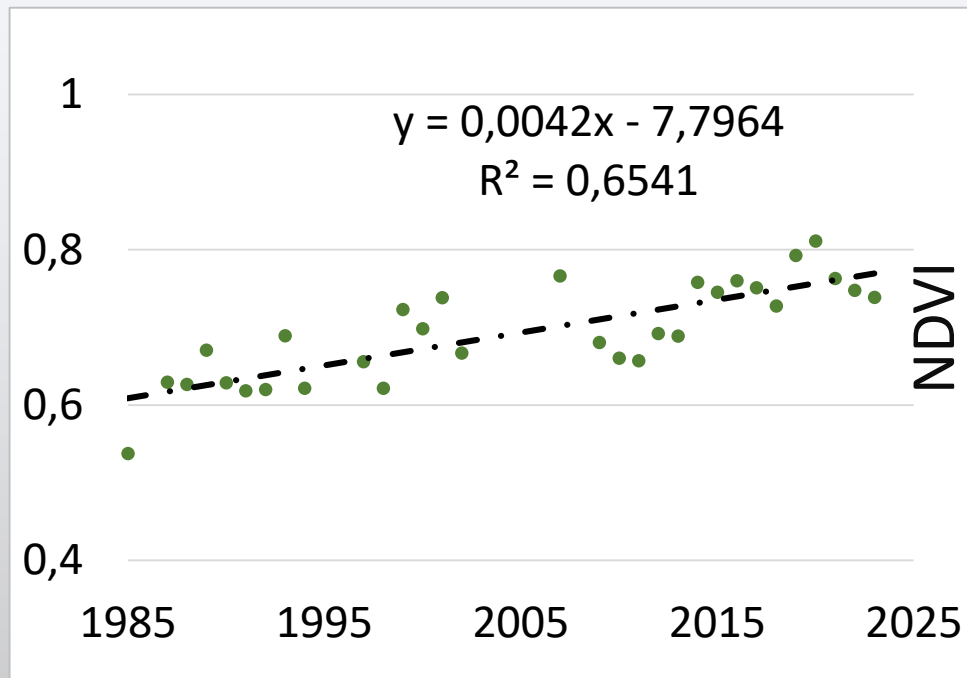
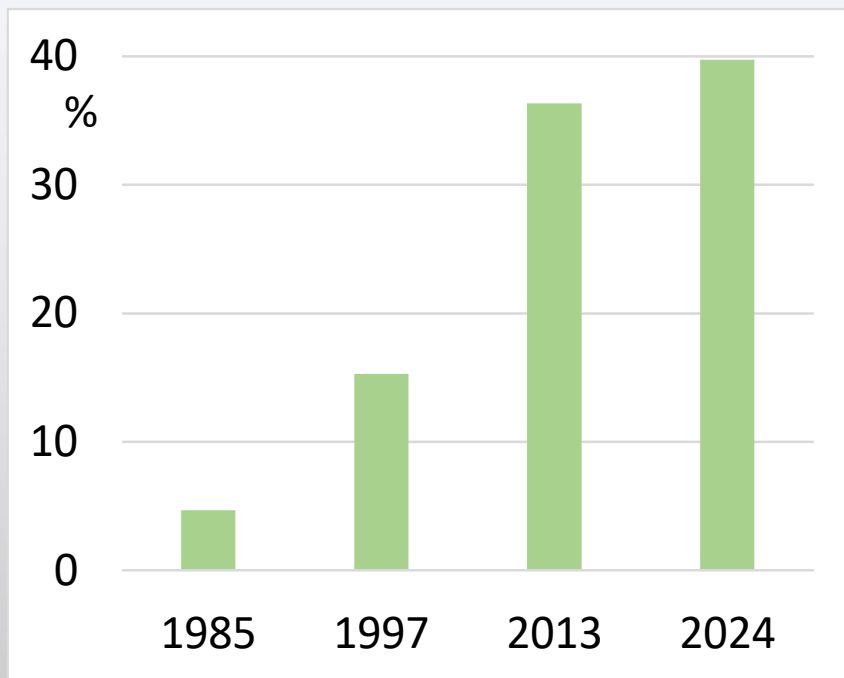
1985

Classified	луговые	Крупнокуст	открытая вода	Куст-мох	Мочажины и топи	торф	Sum
луговые	179	4	0	2	2	3	190
Крупнокуст	2	14	0	0	0	0	16
открытая вода	1	0	10	0	5	0	16
Куст-мох	4	0	0	10	8	4	26
Мочажины и топи	8	1	0	2	31	2	44
торф	24	7	0	6	23	75	135
Sum	228	26	10	18	74	71	427

Общая точность = 76,8%; k = 0,647; F1 = 0,709

ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ОСУШЕННЫХ КОТЛОВИН

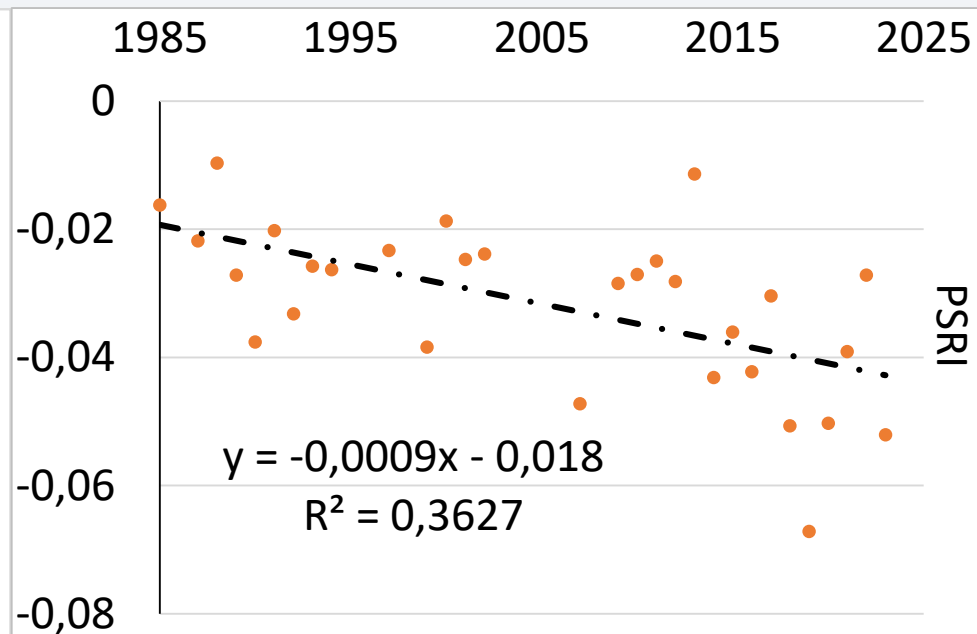
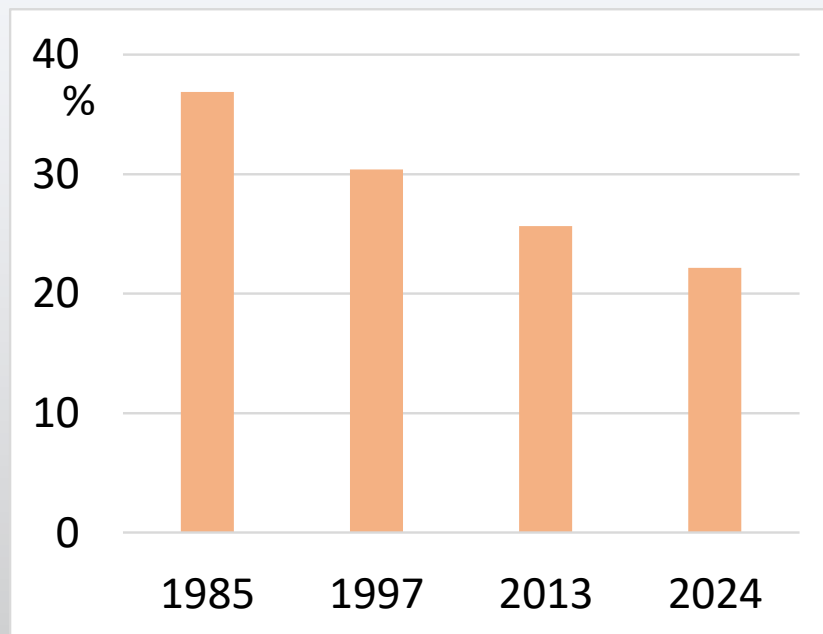
Фашии с крупнокустарниковой растительностью



Индекс / динамика	II стадия, 1985–1995 гг.		III стадия, 1995 г.–н.в.	
	R ²	уравнение	R ²	уравнение
NDVI	0,28	$y = 0,0085x + 0,5796$	0,43	$y = 0,0051x + 0,6609$

ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ОСУШЕННЫХ КОТЛОВИН

Фа́ции с луговой растительностью



Индекс / динамик а	II стадия, 1985–1995 гг.		III стадия, 1995 г.–н.в.	
	R ²	уравнение	R ²	уравнение
MNDWI	0,25	$y = -0,0015x - 0,0166$	0,29	$y = -0,0015x - 0,0166$



1985 г.

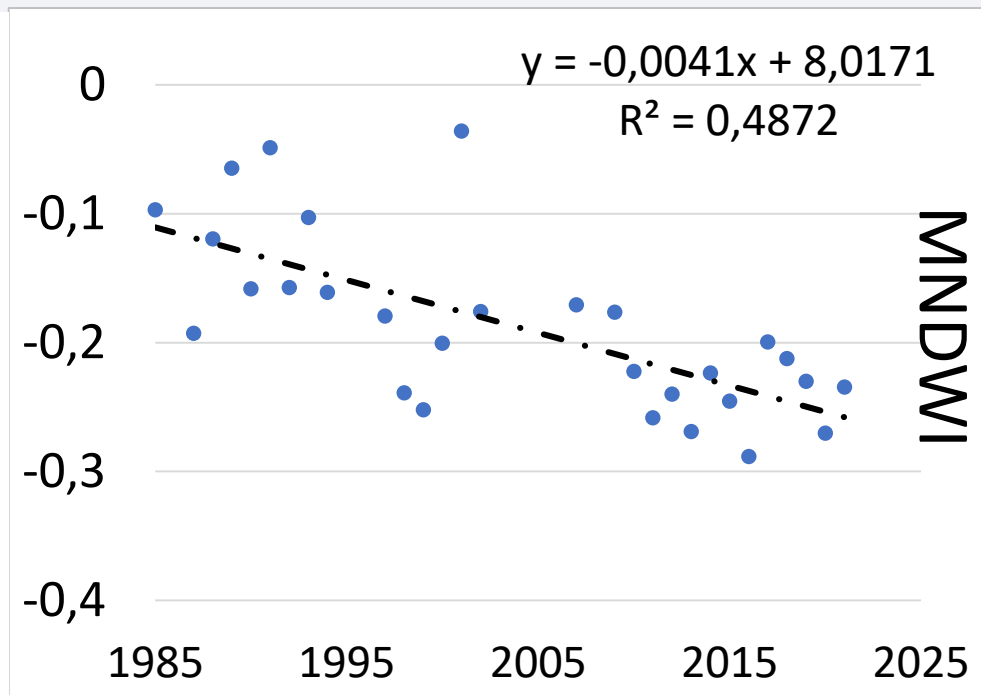
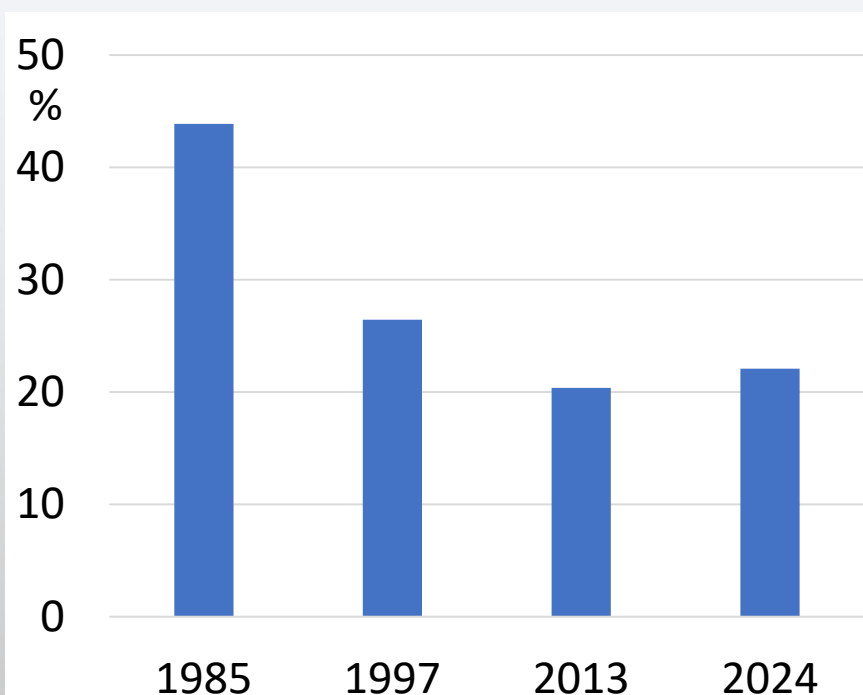
Сформировавшиеся
луга и оголенное
торфяное дно

2023 г.
Повсеместная экспансия
крупнокустарниковой
растительности



ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ОСУШЕННЫХ КОТЛОВИН

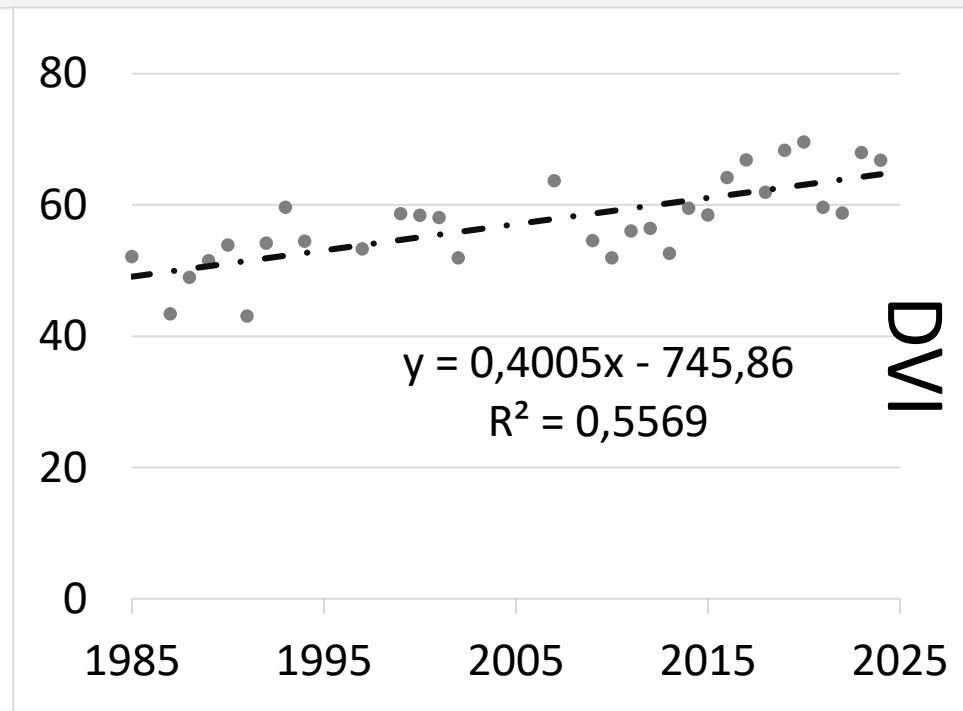
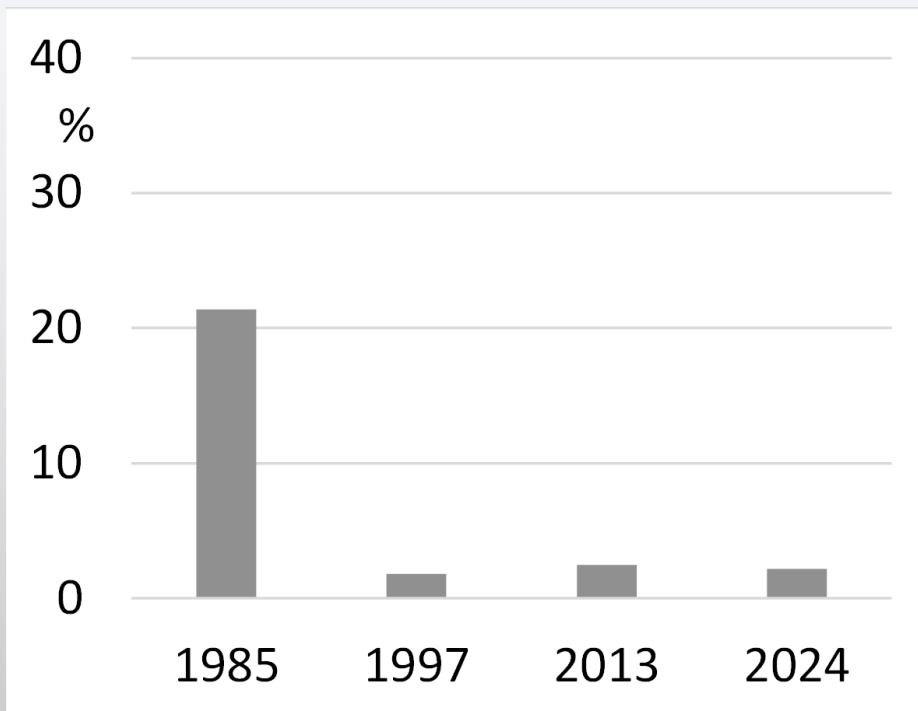
Супераквально-субаквальные фации



Индекс / динамика	II стадия, 1985–1995 гг.		III стадия, 1995 г.–н.в.	
	R ²	уравнение	R ²	уравнение
MNDWI	0,02	$y = 0,003x - 0,1314$	0,21	$y = -0,004x - 0,1694$

ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ОСУШЕННЫХ КОТЛОВИН

Оголенные поверхности почв



Индекс / динамика	II стадия, 1985–1995 гг.		III стадия, 1995 г.–н.в.	
	R ²	уравнение	R ²	уравнение
MNDWI	0,26	$y = 1,0007x + 46,231$	0,43	$y = 0,5608x + 53,422$

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАКУСТАРИВАЕМОСТИ(**K**) И ДРЕНИРУЕМОСТИ(**D**) КОТЛОВИН

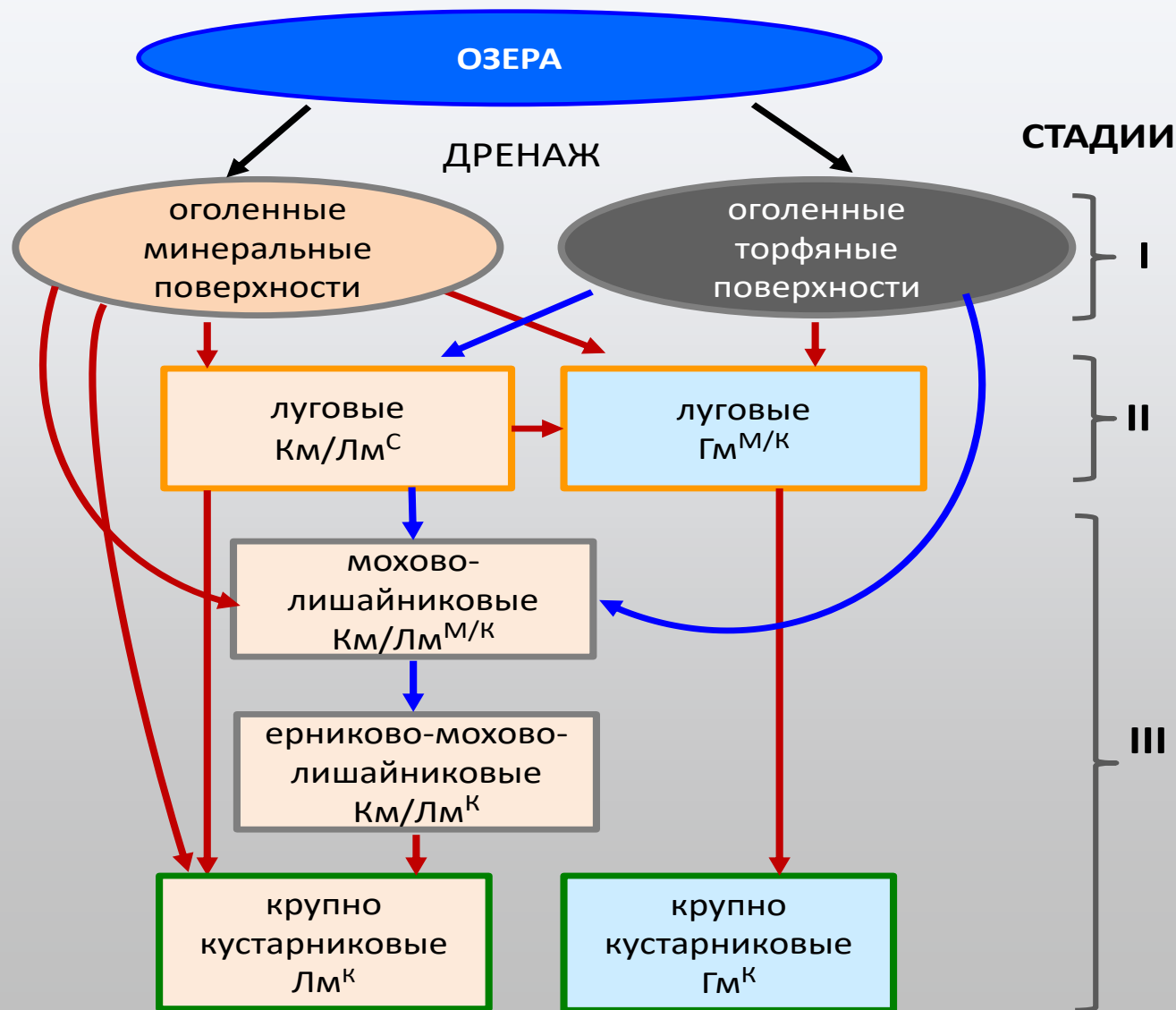
		тренд R^2		
индекс		I	II	III
Параметр				
$D(MNDWI)$		<0,3	0,3-0,5	>0,5
$K(NDVI)$		<0,4	0,4-0,6	>0,6

Пример: котловина №7 имеет динамику дренируемости 0,1 ,
закустариваемости 0,43, итоговая формула:

$$D_I / K_{II}$$

Слабая дренируемость → ← Умеренная закустариваемость

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА ЛАНДШАФТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДРЕНИРОВАННЫХ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН



ВЫВОДЫ

- Геоинформационный анализ показал свою применимость при анализе динамики ландшафтов осушенных озерных котловин Большеземельской тундры.
- За прошедшее со спуска время ландшафтная структура котловин претерпела значительные изменения
- В развитии ландшафтов осушенных котловин района исследований выделено три временных этапа: 1. формирование первичных ландшафтов (1980–1985 гг.); 2. оформление ландшафтной структуры (1985–1995 гг.); 3. эволюционное развитие ландшафтов (1995г.–н.в.).
- Дренаж термокарстовых озер, меняющий структуру озерно-болотных ландшафтов, способствует усилению экспансии крупнокустарниковой растительности, происходящей в южной тундре.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

