



Институт лесоведения  
Российской академии наук



# Создание метода оценки изменений в степени облесенности верховых болот на основе данных со спутников Landsat

**К.П. Егоров<sup>1</sup>, М.А. Медведева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт лесоведения РАН

13-11-2024

# Цель и задачи работы

**Цель работы:** проверка гипотезы о текущем росте облесенности верховых болот и разработка методики оценки степени облесенности на основе спутниковых данных, дополненных наземными измерениями

## **Задачи:**

- разработать методику оценки облесенности на основе спутниковых данных;
- проверить разработанную методику по наземным данным.

# Специфика

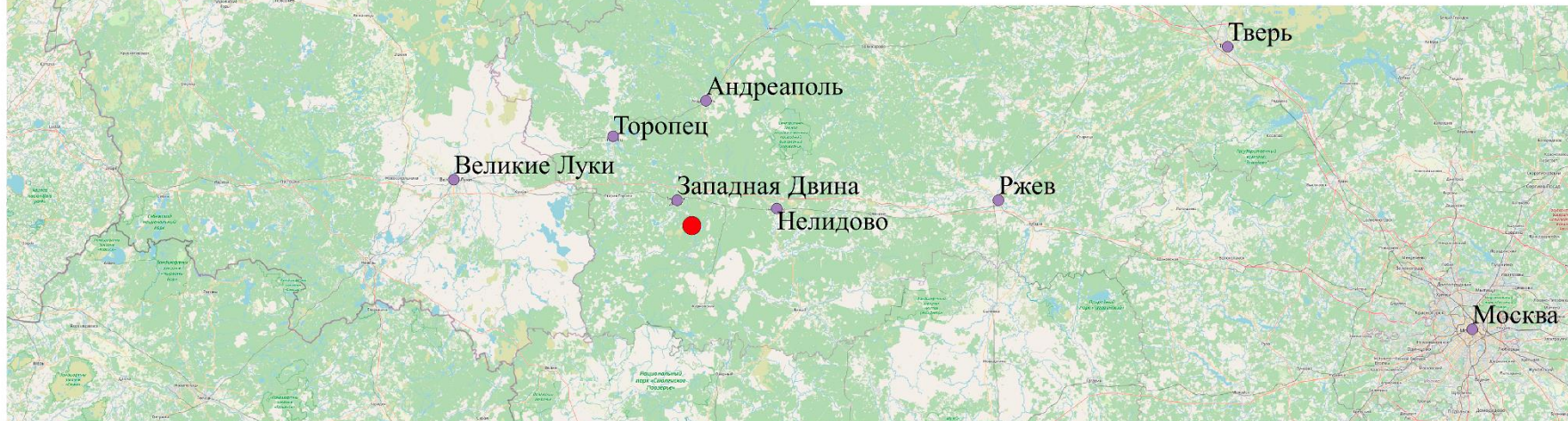
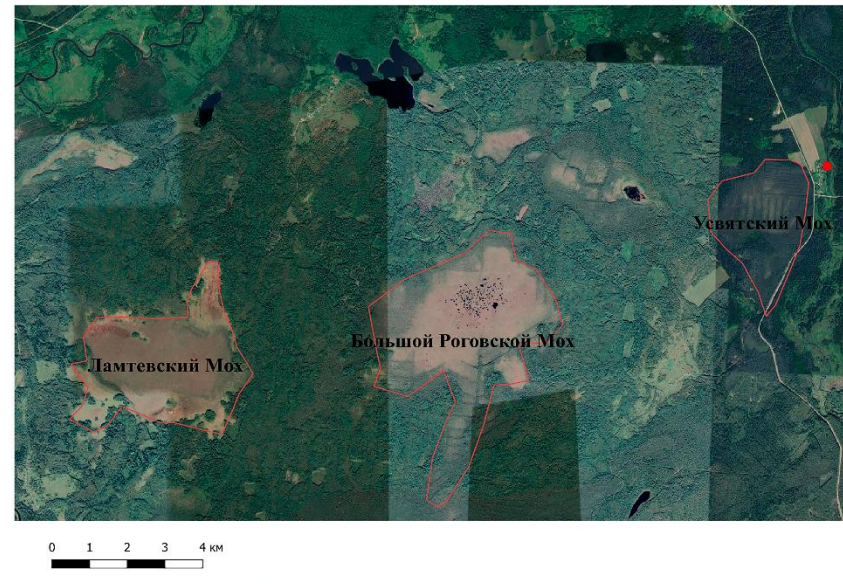
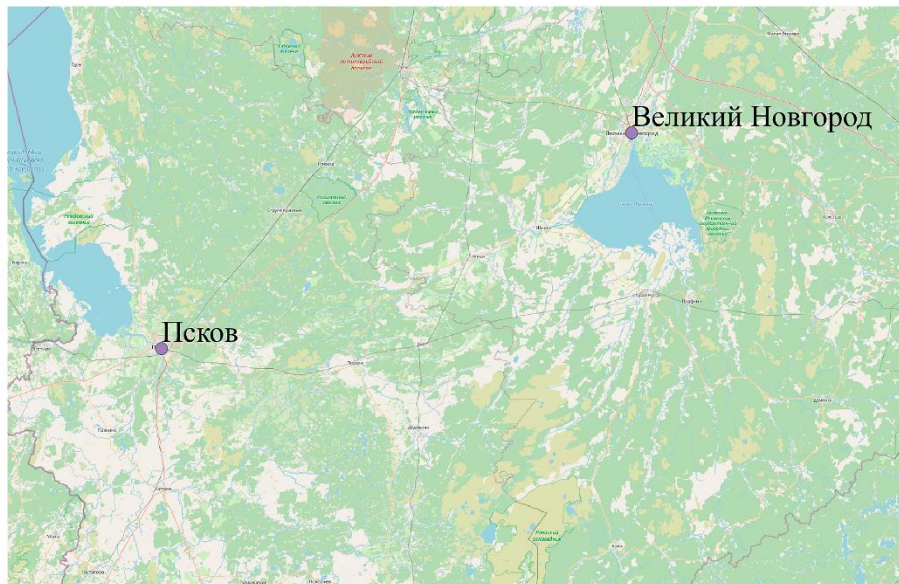


Деревья и их микориза зависят от аэрируемого верхнего корнеобитаемого слоя торфа, поэтому рост облесенности болот связан со снижением уровня болотных вод (УБВ) (Rydin H., Jeglum J. The biology of peatlands. 2nd edition. Oxford University Press. Oxford. 2013.). Свидетельством влияния понижения УБВ на улучшение водного режима и усиление роста деревьев является осушительная гидролесомелиорация, влияние которой с определенными допущениями можно рассматривать и для прогноза реакции болот на изменение климата (Успехи современной биологии. 2011. 131(4):393–406).

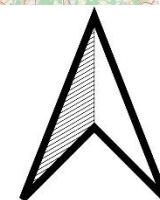
# Почему для исследования выбраны верховые болота?

- Современное водное питание верховых болот связано только с атмосферной влагой – снегом и дождевыми осадками.
- Из всех основных групп типов болот они наиболее чувствительны к изменению количества атмосферных осадков, а также температурного режима, от которого зависят условия потерь влаги на испарение.
- Это определяет водный режим болота и текущие экологические условия, что находит отражение в характере растительности.
- Наиболее отчетливо изменение растительности проявляется в степени облесенности болот.

# Объекты исследований



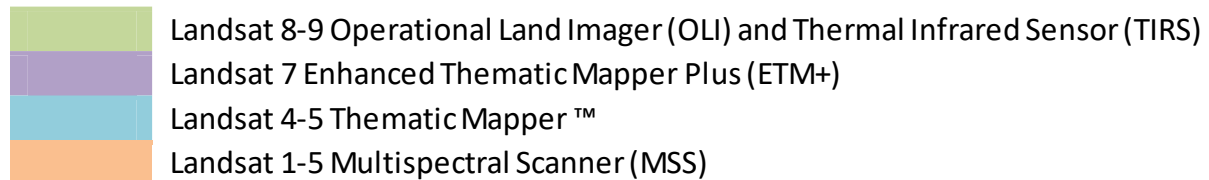
- Города
- Западнодвинский лесоболотный стационар
- Объекты исследования



# Спутниковые исходные данные

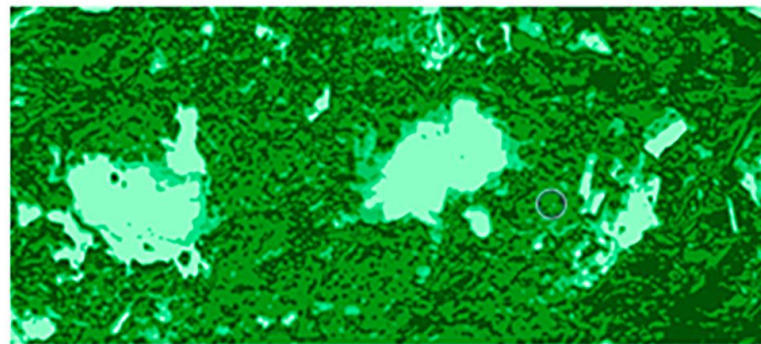
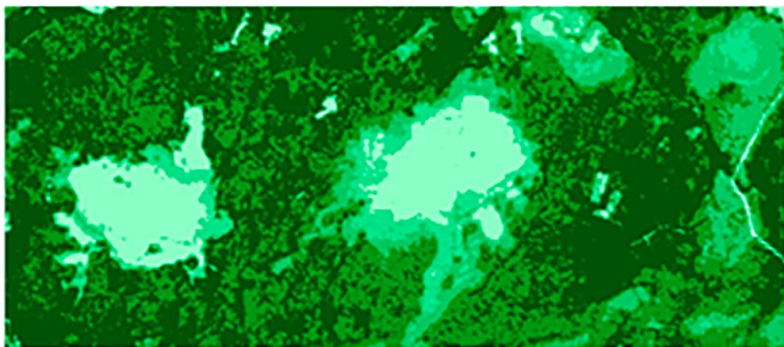
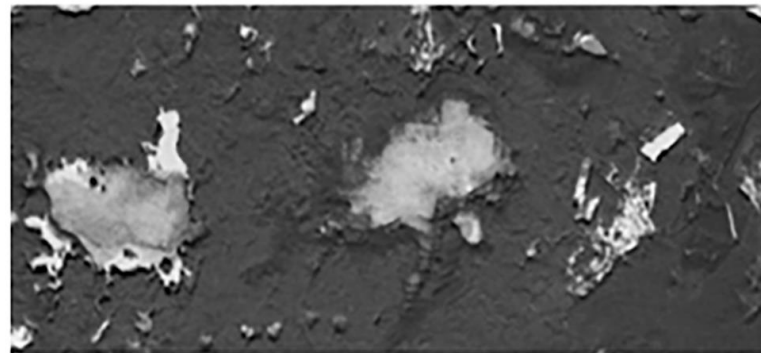
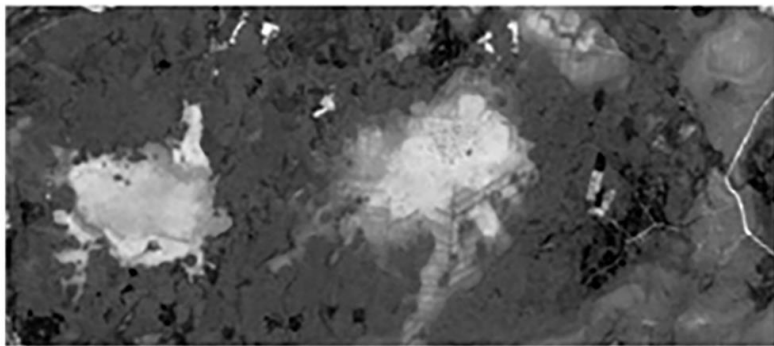
	Зимние		Летние	
2022	+		-	
2021	+		+	+
2020	○		+	+
2019	+		+	+
2018	+		+	+
2017	+		+	+
2016	+		+	+
2015	+		+	+
2014	+		+	+
2013	-		+	+
2012	-		+	
2011	○		+	+
2010	○		+	+
2009	○		+	+
2008	-		+	+
2007	+		○	+
2006	+		+	+
2005	+		+	+
2004	+		○	+
2003	+		○	+
2002	+	+	+	+
2001	+		+	+
2000	+	+	+	+
1999	+		+	+
1998	+		+	
1997	+		+	
1996	+		+	
1995	+		+	
1994	-		+	
1993	+	+	○	○
1992	+	+	+	+
1991	+	○	+	+
1990	+	+	+	+
1989	○	○	+	+
1988	+	+	+	+
1987	○	○	+	+
1986	+	+	+	+
1985	+	+	+	+
1984	+		+	+
1983	+		+	
1982	+		○	
1981	+		+	
1980	+		+	
1979	+		+	
1978	+		+	
1977	○		+	
1976	+		○	
1975	-		+	

## Библиотека спутниковых снимков Landsat различных поколений



«+» - снимки приемлемого качества;  
 «○» - снимки с высокой облачностью;  
 «-» - полное отсутствие снимков.

# Выбор оптимального вегетационного индекса



Протестирован 21 спектральный индекс: SAVI, RVI(SR), NDWI, NDVI, NDSI, SWVI и другие, на съемке за летний и зимний (снежный) период.

Предпочтение было отдано зимней съемке. Для зимних условий лучшую точность (70%) показал Short wave vegetation index (SWVI) – коротковолновый вегетационный индекс.

# Сбор наземных данных

## 2022 год

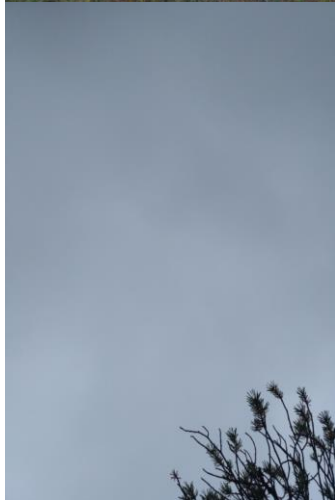
- 33 круговые площадки с диаметром 10 м;
- координаты их центра;
- полнота древостоя (по трем точкам);
- фотографии общего вида и вертикальные снимки для глазомерной оценки сомкнутости крон;
- измерялись диаметр и высота (по 5 средним деревьям).

## 2024 год

- 51 пробная площадь (18 новых);
- общая точность 78% (точность проверки на новом объекте – 80%) ;
- с помощью БЛА получены ортофотопланы некоторых объектов и их мультиспектральные снимки.



# Классы облесенности



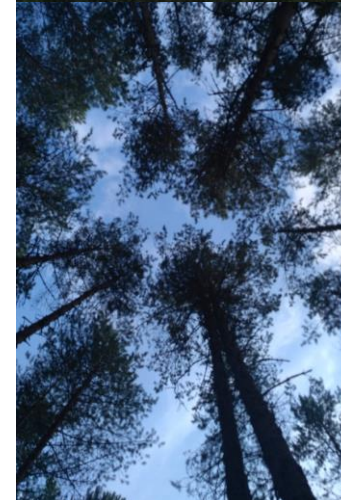
0-0,1



0,2-0,3



0,4-0,5



0,6-0,7

# Рост облесенности верховых болот



1978

1996

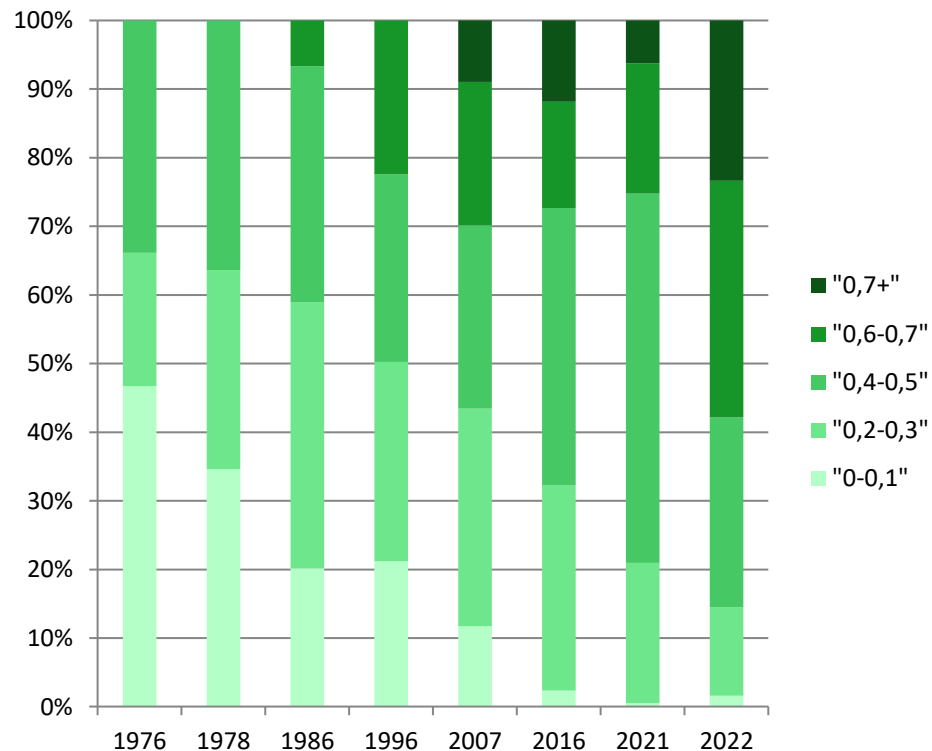


2016



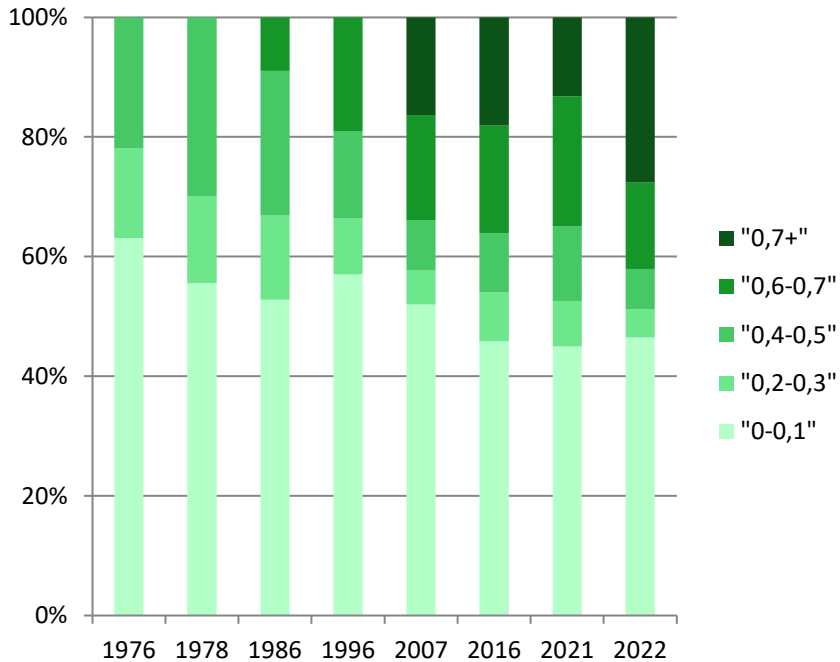
2022

Изменение облесенности (верховой болотный массив Усвятский Мох)

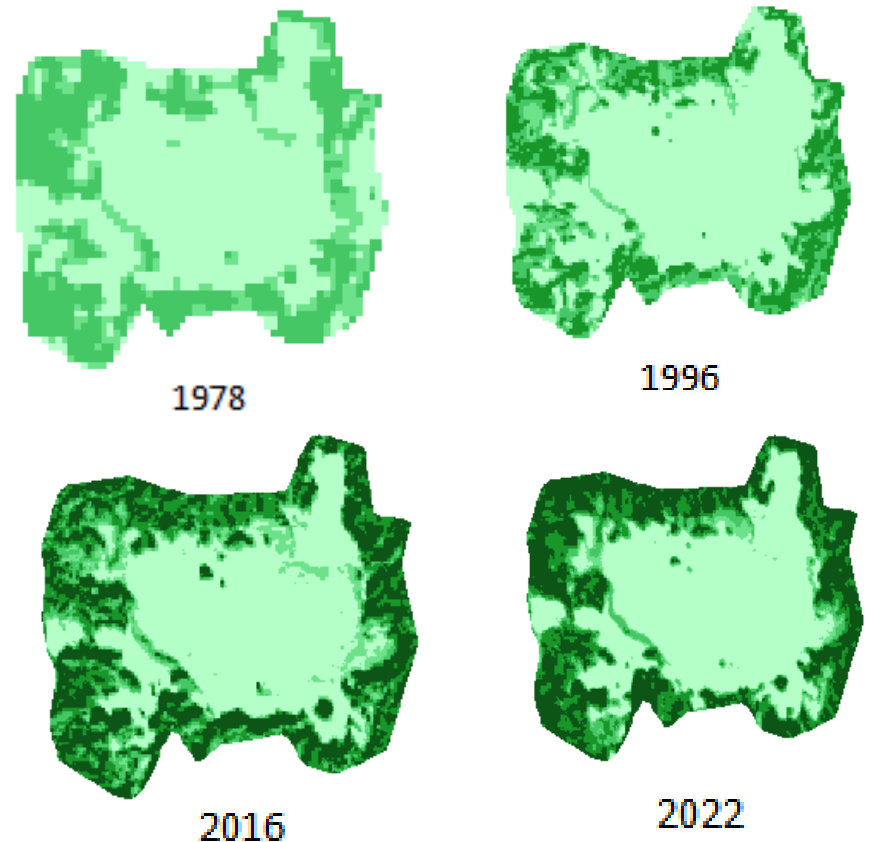


Изменение доли площади с разной сомкнутостью  
древесного полога (верховой болотный массив  
Усвятский Мох)

# Рост облесенности верховых болот



Изменение доли площади с разной сомкнутостью древесного полога (верховой болотный массив Ламтевский Мох)



Изменение облесенности (верховой болотный массив Ламтевский Мох)

# Рост облесенности для разных микроландшафтов

	1	2	3	4	5
2	2	0	0	-2	0
3	18	1	-1	-19	0
4	21	1	-2	-21	0
5	-23	2	13	5	2
6	-11	3	4	3	1
7	-23	-13	-2	11	26
8	-20	-12	-2	20	14
10	-15	8	5	-1	3

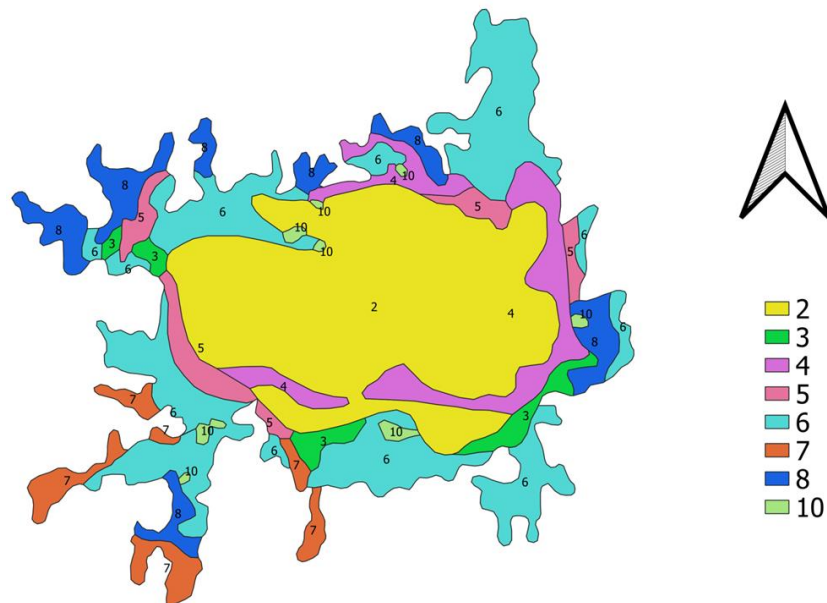
классы

Классы и микроландшафты:  
бесцветные – рост облесенности; красные – **снижение облесенности.**

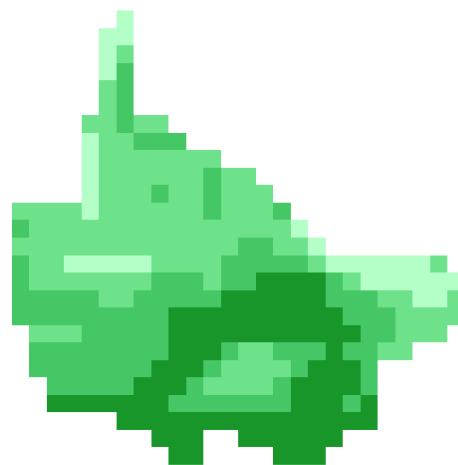
тип ландшафта

## тип ландшафта

2. грядово-мочажинный комплекс
3. кустарничково-пушицево-сфагновый, редко облесенный сосной
4. пушицево-кустарничково-сосново-сфагновый
5. сосняк сфагново-кустарничковый (облесенные кольца)
6. открытые пушицево-сфагновые и осоково-сфагновые
7. лесные тростниково-крупнотравные и осоково-долгомошные
8. сосняк кустарничково-сфагновый
10. минеральные острова



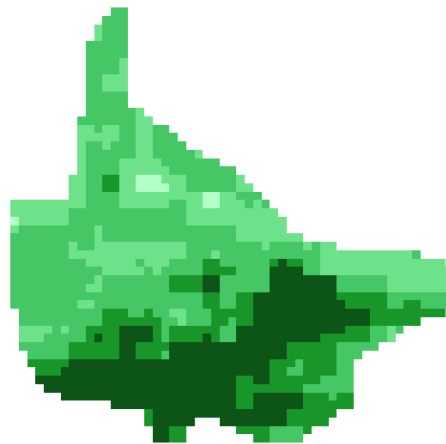
# Изменение облесенности после пожара 1999 года



1996



2007

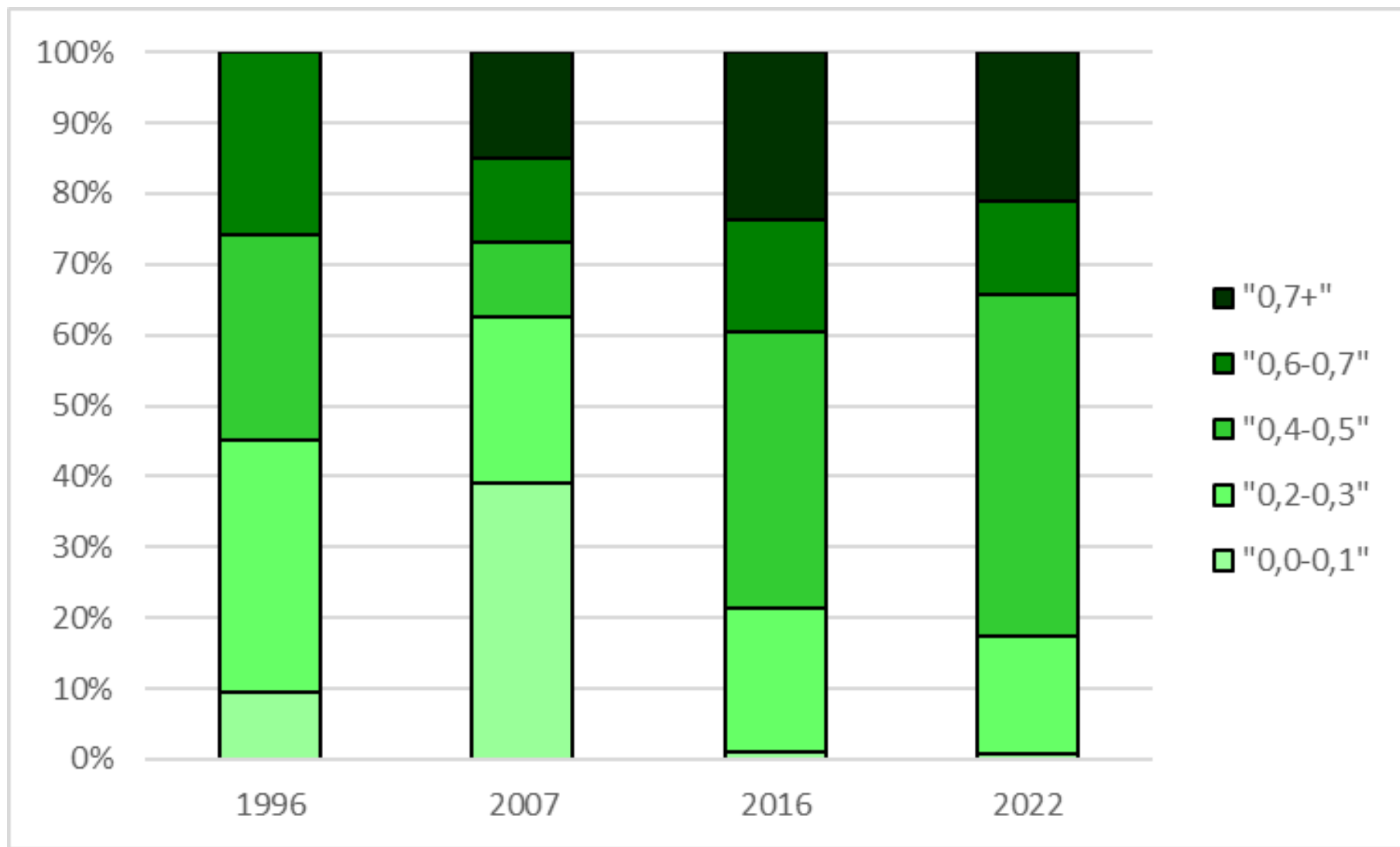


2016



2022

## Изменение облесенности после пожара 1999 года



# Выводы

1. Подтверждена гипотеза о росте облесенности верховых болот, которая может быть связана с изменениями климата.
2. Отмечена неодинаковая реакция разных микроландшафтов.
3. Показана возможность использования съемки среднего разрешения спутников Landsat (предпочтительно зимней) для долговременного анализа динамики облесенности верховых болот.
4. Предложены оптимальный вегетационный индекс и методика классификации.
5. Выявленные проблемы, требующие дальнейшего изучения и анализа.

Спасибо за внимание!

