

XX международная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»

Картографирование динамики площади естественных фитоценозов водоохранной зоны реки Ясельда

А.А. Яновский

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

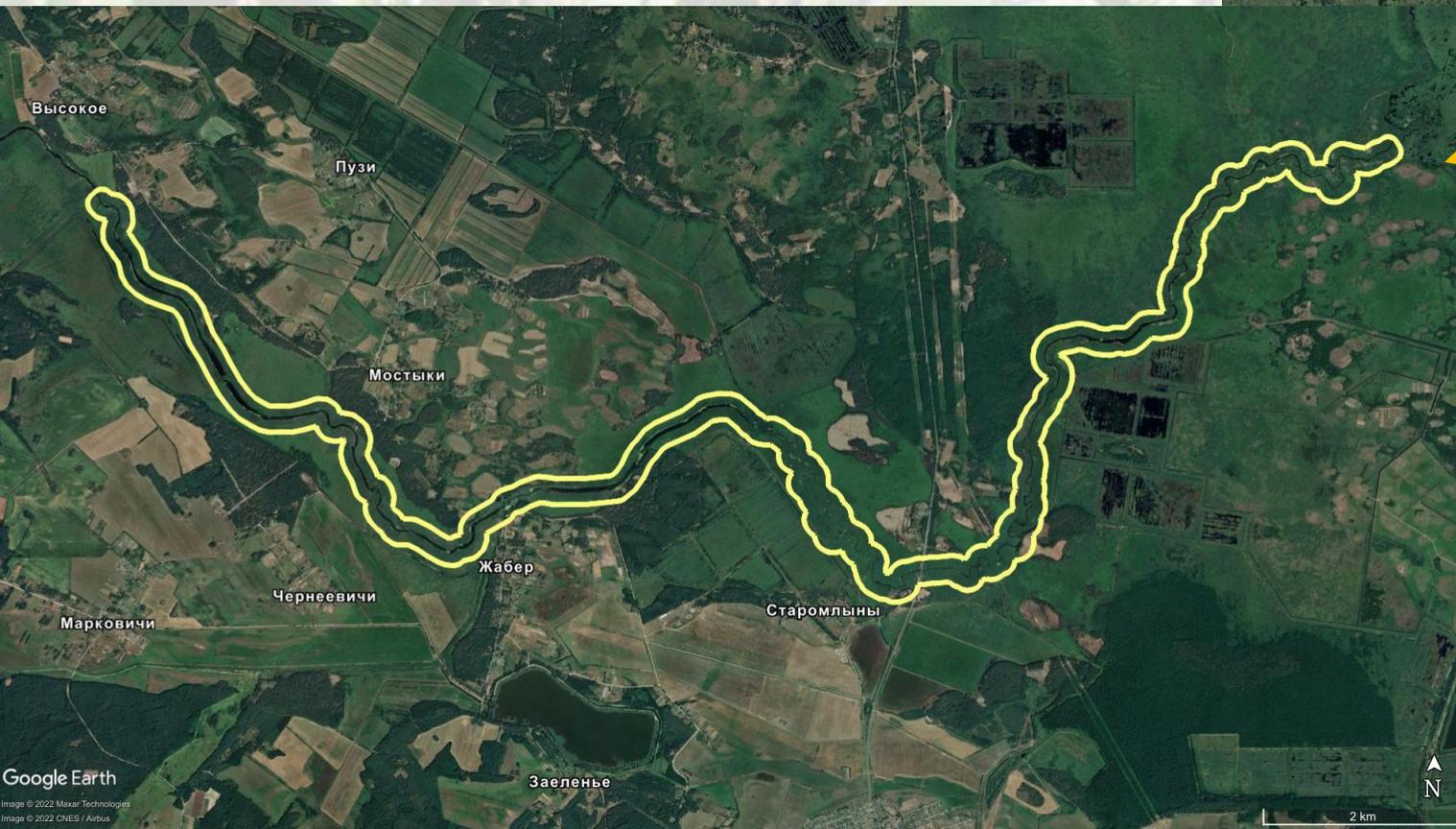
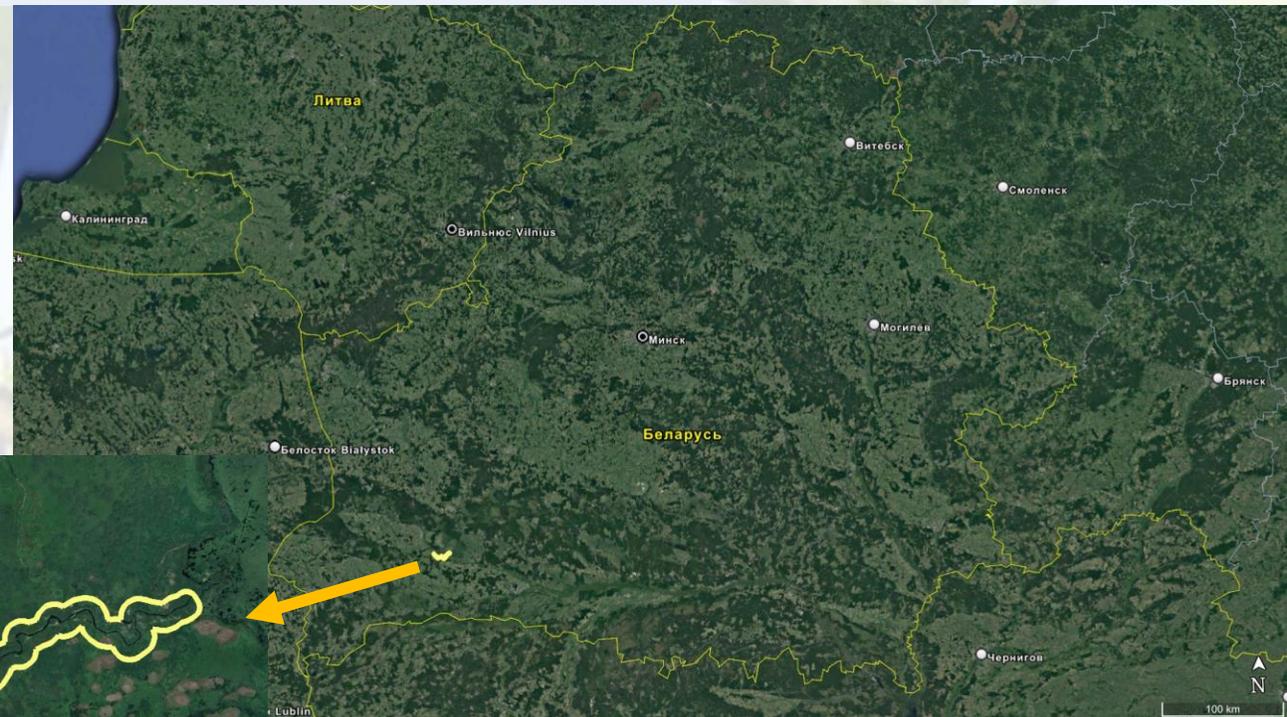
E-mail: yanouski@ya.ru

14-18 ноября 2022 г., ИКИ РАН, г. Москва



Территория исследования

Критерий выбора территории исследования – минимальное хозяйственное воздействие человека. По длине участка: вверх по течению Ясельды от участка - промышленная заготовка фитомассы + спортивное сенокосение. Ширина полосы - минимальная ширина водоохранной зоны реки Ясельда.



Итоговый участок: прибрежная полоса шириной 100 м, от пересечения поймы Ясельды границей двух районов Брестской области (рядом с деревней Высокое) до озера Споровское.

Спектральные каналы спутников серии Sentinel-2

Номер канала	S2A		S2B		Пространственное разрешение, м
	Центральная длина волны, нм	Ширина канала 0.5 max, нм	Центральная длина волны, нм	Ширина канала 0.5 max, нм	
1	442.7	21	442.2	21	60
2	492.4	66	492.1	66	10
3	559.8	36	559.0	36	10
4	664.6	31	664.9	31	10
5	704.1	15	703.8	16	20
6	740.5	15	739.1	15	20
7	782.8	20	779.7	20	20
8	832.8	106	832.9	106	10
8a	864.7	21	864.0	22	20
9	945.1	20	943.2	21	60
10	1373.5	31	1376.9	30	60
11	1613.7	91	1610.4	94	20
12	2202.4	175	2185.7	185	20

Подбор и подготовка снимков Sentinel-2

- ✓ Все отобранные снимки Sentinel-2 попали в интервал 17 дней августа 2015-2019 годов.
- ✓ Атмосферную коррекцию выполнили с помощью программы обработки Sen2Cor.
- ✓ В работе использовали каналы с пространственным разрешением 10 и 20 м, последние привели к разрешению 10 м согласно (Brodu, 2017).
- ✓ Из дальнейших расчетов исключили пиксели с искаженными или вышедшими на насыщение значениями, а также облака и их тени.

Brodu N. Super-Resolving Multiresolution Images With Band-Independent Geometry of Multispectral Pixels // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2017. Vol. 55. No. 8. P.4610-4617.

Результаты последовательной корегистрации снимков Sentinel-2 на снимок с датой съемки:

08.08.2015

Дата съемки	Смещение по долготе, м	Смещение по широте, м	Общее смещение, м	Оценка надежности значений смещения, %
25.08.2016	-3.09	-3.57	4.72	96.8
10.08.2018	2.62	1.37	2.96	96.2

18.08.2015

Дата съемки	Смещение по долготе, м	Смещение по широте, м	Общее смещение, м	Оценка надежности значений смещения, %
25.08.2016	-3.31	-2.44	4.11	96.5
10.08.2018	2.62	1.37	2.96	96.2

Характеристики обучающих выборок

Базовый снимок	Число пикселей	Число полигонов	Площадь тематического класса, га				
			Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5
08.08.2015	46318	42	19.1	96.2	139.2	76.1	126.6
18.08.2015	44905	33	19.1	96.2	137.7	64.0	132.0

Класс 1 - тростник и древесно-кустарниковая форма ивняков;

Класс 2 - осоковые фитоценозы;

Класс 3 - сомкнутая древесная растительность;

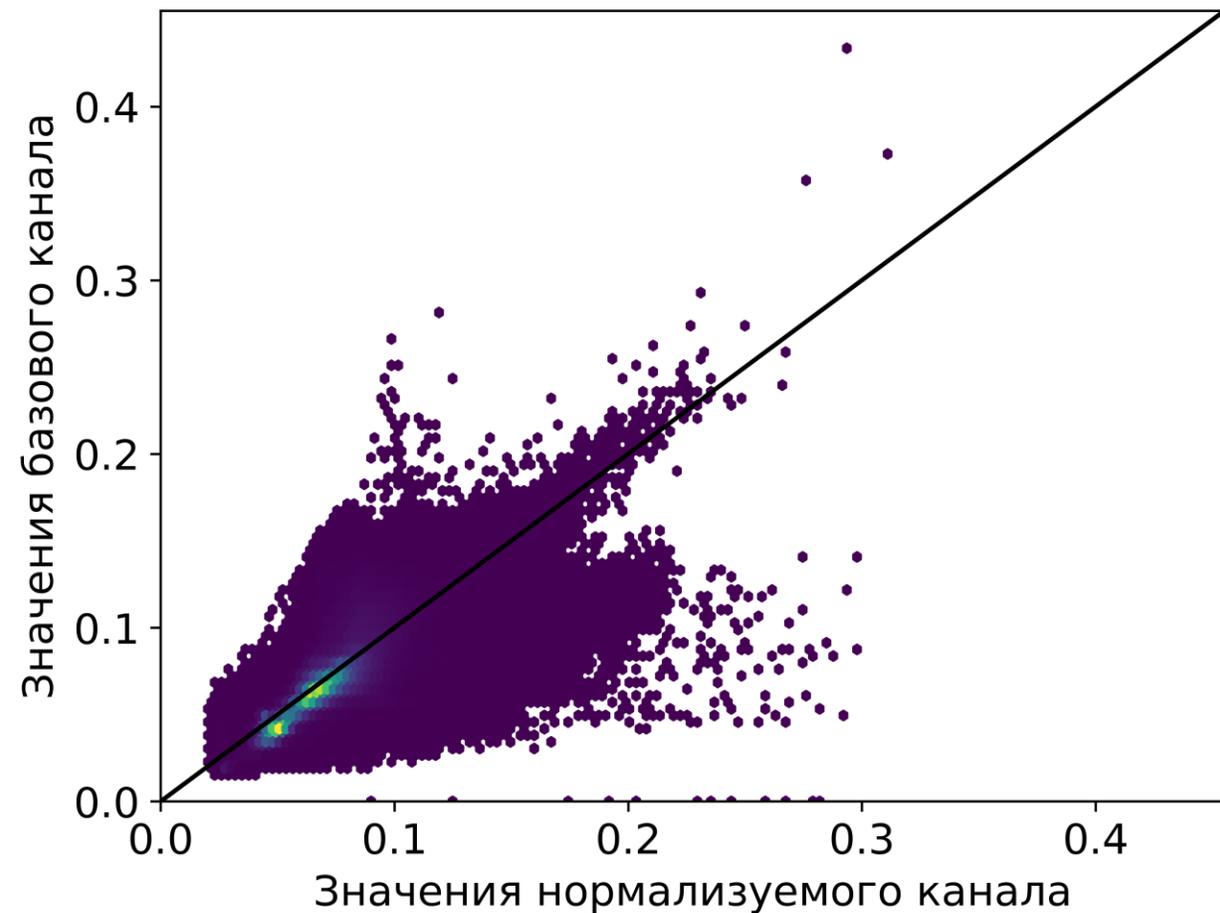
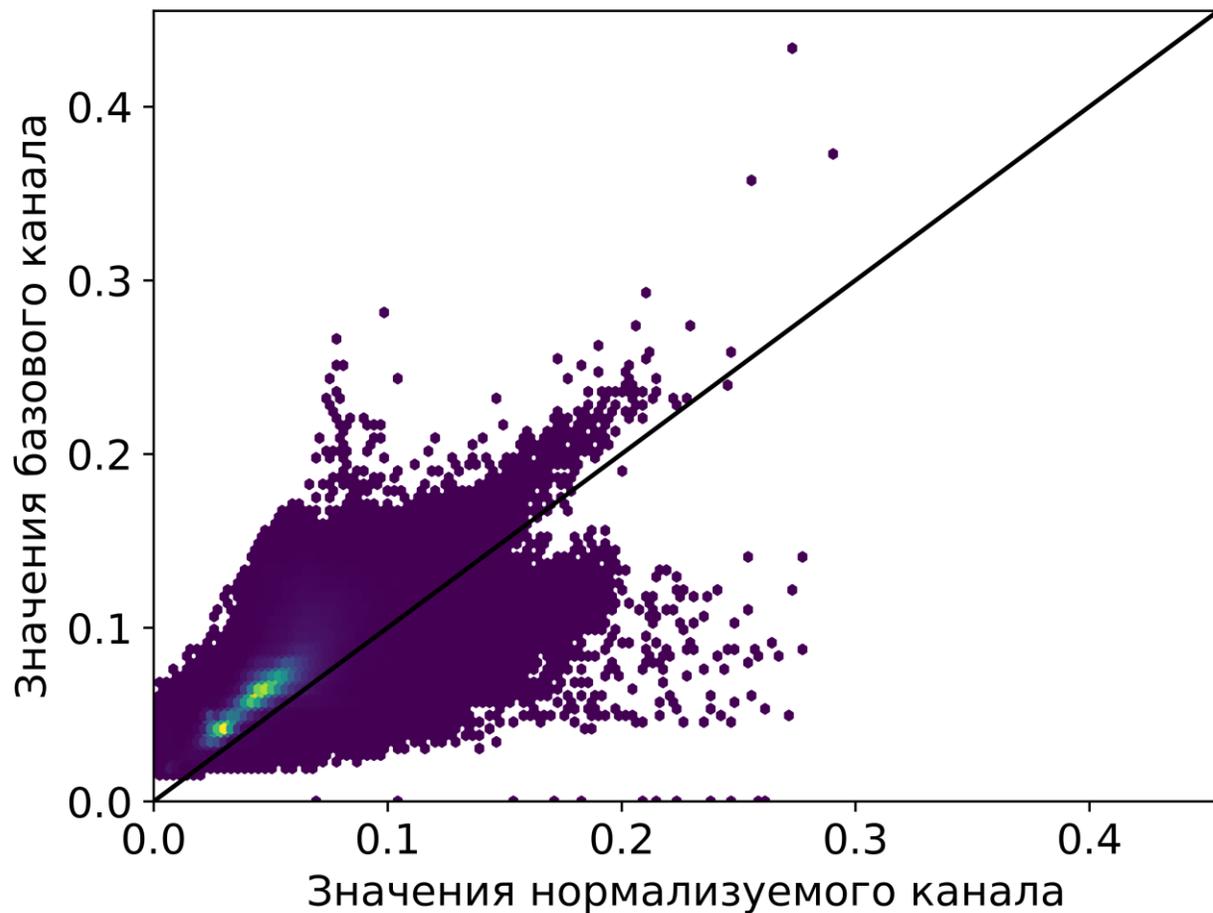
Класс 4 - открытые почвы и антропогенные объекты;

Класс 5 - открытая водная поверхность.

Тематическое картографирование

- ✓ Использован метод опорных векторов (реализация SVM - в библиотеке libSVM (Chang, Lin, 2011)).
- ✓ В качестве ядра выбрали радиальную функцию.
- ✓ Оценка точности классификации - 10-кратная перекрестная проверка.
- ✓ Общая точность классификации составила 99.9978%, а значение коэффициента каппа - 0.99997.

Chang C.C., Lin C.J. LIBSVM : a library for support vector machines // ACM Trans. Intell. Syst. Technol. 2011. Vol. 2, iss. 3, art. 27. P. 1–27.



Нормализация канала 2 снимка с датой съемки 25.08.2016 на снимок с датой съемки 08.08.2015 путем коррекции общего смещения значений пикселей: слева до нормализации, справа после нормализации

Результаты расчетов псевдоинвариантных пикселей для полигонов обучающей выборки

Базовый снимок	Нормализуемый снимок				
		25.08.2016	12.08.2017	10.08.2018	25.08.2019
08.08.2015	Число ПИП	1705	30895	19741	26209
	Доля ПИП, %	3.68	66.7	42.62	56.58
18.08.2015	Число ПИП	30523	28355	12935	29683
	Доля ПИП, %	67.97	63.14	28.81	66.1

ПИП - псевдоинвариантные пиксели

Оценка репрезентативности обучающей выборки для ширины прибрежной зоны реки Ясельда 50 м

Снимок	Базовый снимок 08.08.2015		Базовый снимок 18.08.2015	
	Число пикселей	Охват значений, %	Число пикселей	Охват значений, %
08.08.2015	18826	52.04	-	-
18.08.2015	-	-	17783	49.16
25.08.2016	11324	31.31	13209	36.52
12.08.2017	15205	42.03	12585	34.79
10.08.2018	14885	41.15	16087	44.47
25.08.2019	20126	55.64	22801	63.03

Оценка репрезентативности обучающей выборки для ширины прибрежной зоны реки Ясельда 100 м

Снимок	Базовый снимок 08.08.2015		Базовый снимок 18.08.2015	
	Число пикселей	Охват значений, %	Число пикселей	Охват значений, %
08.08.2015	28937	50.87	-	-
18.08.2015	-	-	28893	50.79
25.08.2016	20059	35.26	24547	43.15
12.08.2017	27013	47.48	23233	40.84
10.08.2018	24831	43.65	25989	45.68
25.08.2019	31219	54.88	36352	63.9

Значения весов и среднеквадратичной погрешности для каждого года картографирования

Ширина зоны, м		2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год
50	Вес	0.128	0.056	0.072	0.091	0.174
	СКП	2.798	4.208	3.731	3.311	2.397
100	Вес	0.129	0.075	0.096	0.1	0.173
	СКП	2.782	3.663	3.23	3.169	2.402

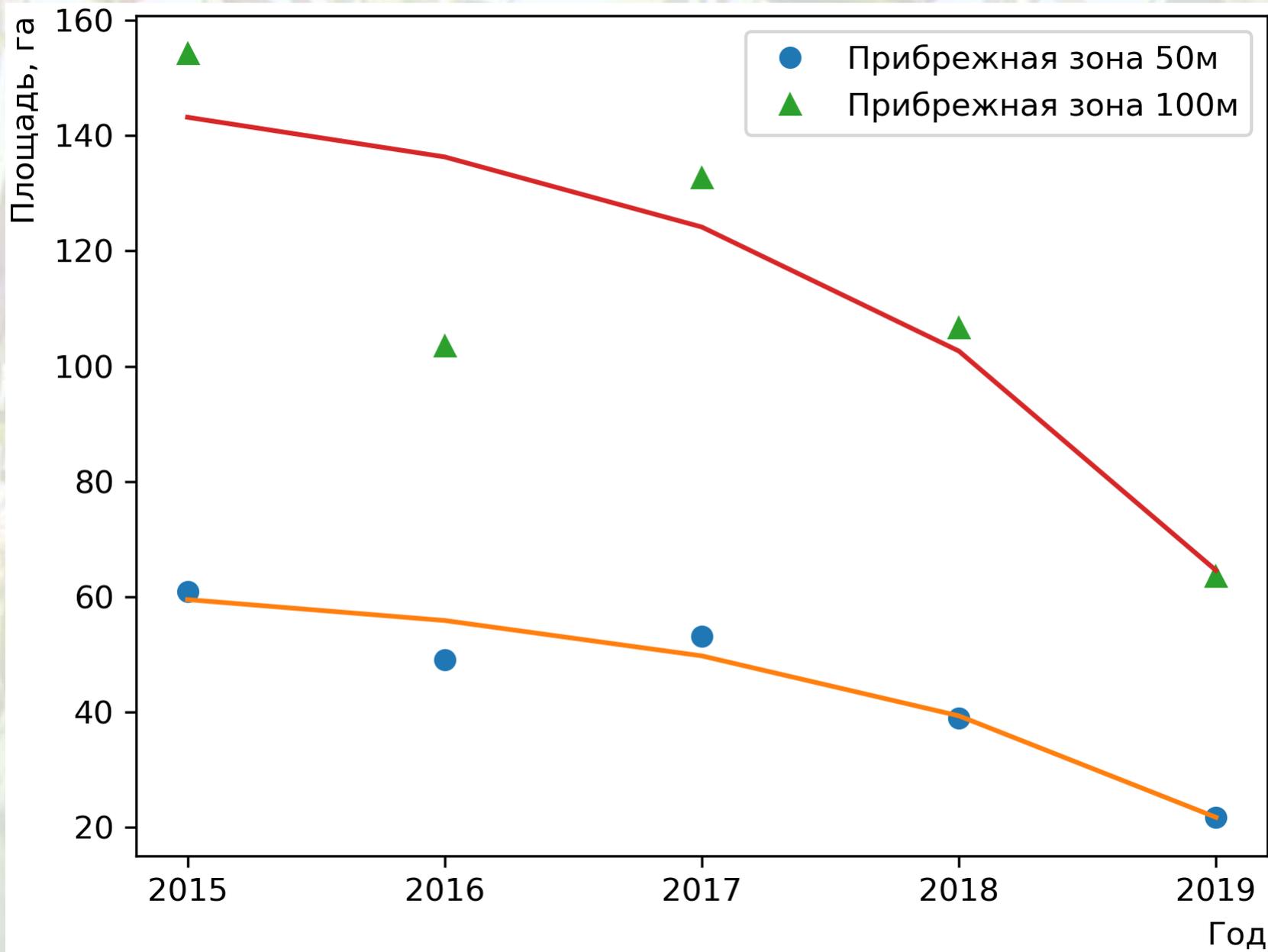
Значения среднеквадратичной погрешности картографирования прибрежной зоны реки Ясельда при различных комбинациях значений связности и генерализации

Ширина зоны, м	Связность	Степень генерализации	Класс 1, СКП	Класс 2, СКП	Класс 3, СКП	Класс 4, СКП	Общая СКП на единицу площади
50	4	2	0.02837	0.13404	0.07168	0.04733	0.16171
		3	0.02821	0.13488	0.06996	0.05065	0.16263
		4	0.02809	0.13644	0.06827	0.05132	0.1634
	8	2	0.02832	0.13367	0.07085	0.04534	0.16045
		3	0.02828	0.13512	0.07009	0.04709	0.16182
		4	0.02833	0.13641	0.06882	0.04924	0.163
100	4	2	0.03455	0.10944	0.06348	0.0513	0.14083
		3	0.0346	0.10972	0.06319	0.0542	0.142
		4	0.03439	0.11071	0.06413	0.05527	0.14355
	8	2	0.03435	0.10925	0.06362	0.04889	0.13984
		3	0.03447	0.11002	0.06347	0.05055	0.14098
		4	0.0344	0.11088	0.06351	0.05185	0.14213

СКП - средняя квадратичная погрешность

Динамика площади естественных фитоценозов пойменных болот прибрежной зоны реки Ясельда по результатам картографирования

Ширина зоны, м		2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год
50	Площадь, га	60.96	49.1	53.2	38.94	21.75
	Доля, %	27.22	21.92	23.76	17.39	9.71
100	Площадь, га	154.17	103.47	132.63	106.58	63.5
	Доля, %	27.51	18.46	23.67	19.02	11.33



Результаты картографирования и их аппроксимация

Динамика аппроксимированных значений площади естественных фитоценозов пойменных болот прибрежной зоны реки Ясельда

Ширина зоны, м		2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год
50	Площадь, га	59.52	55.9	49.77	39.38	21.78
	Доля, %	26.3	24.7	21.99	17.4	9.62
100	Площадь, га	143.15	136.28	124.12	102.62	64.58
	Доля, %	25.08	23.88	21.75	17.98	11.32

Сток реки Ясельда до гидропоста Сенин за июнь-сентябрь

Сток	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год
км ³	0.032	0.142	0.122	0.063	0.062
% от многолетнего	26	123	102	52	52

Выводы:

1. Для прибрежной полосы реки Ясельда на территории биологического заказника «Споровский» показано ежегодное существенное сокращение площади естественных фитоценозов пойменных болот. Данное сокращение более выражено в прибрежной полосе шириной 50 м, чем шириной 100 м, что подтверждает его обусловленность изменением водного режима и трофности реки, которые необходимо стабилизировать для сохранения данных фитоценозов.
2. Годы с более близкими к году базового снимка значениями стока за месяцы вегетации реки Ясельда характеризуются меньшими значениями среднеквадратичной погрешности картографирования тематических классов. Это обусловлено большей точностью их радиометрической нормализации путем коррекции смещения значений пикселей относительно нуля для атмосферно скорректированных снимков Sentinel-2 пойменного торфяника. Можно ожидать выполнение данной зависимости для других пойменных болот с существенным межгодовым колебанием летнего стока реки.

Благодарю за внимание!

Более подробно материал доклада представлен в статье:
Яновский, А.А. Спутниковое картографирование динамики площади естественных фитоценозов прибрежной полосы реки Ясельда // Исследование Земли из космоса. – 2022. – № 5 – С. 87-98.

E-mail: yanouski@yandex.by