



Институт лесоведения  
Российской академии наук

**РИТМ**  
**УГЛЕРОДА**

# Оценка возможностей выявления затопленной растительности вторично обводненных торфяников на основе спутниковой и наземной информации

*Агапова Е.Р. (1), Медведева М.А. (2)*

(1) МГУ имени М.В. Ломоносова Географический факультет, Москва, Россия

(2) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук, с. Успенское, Россия



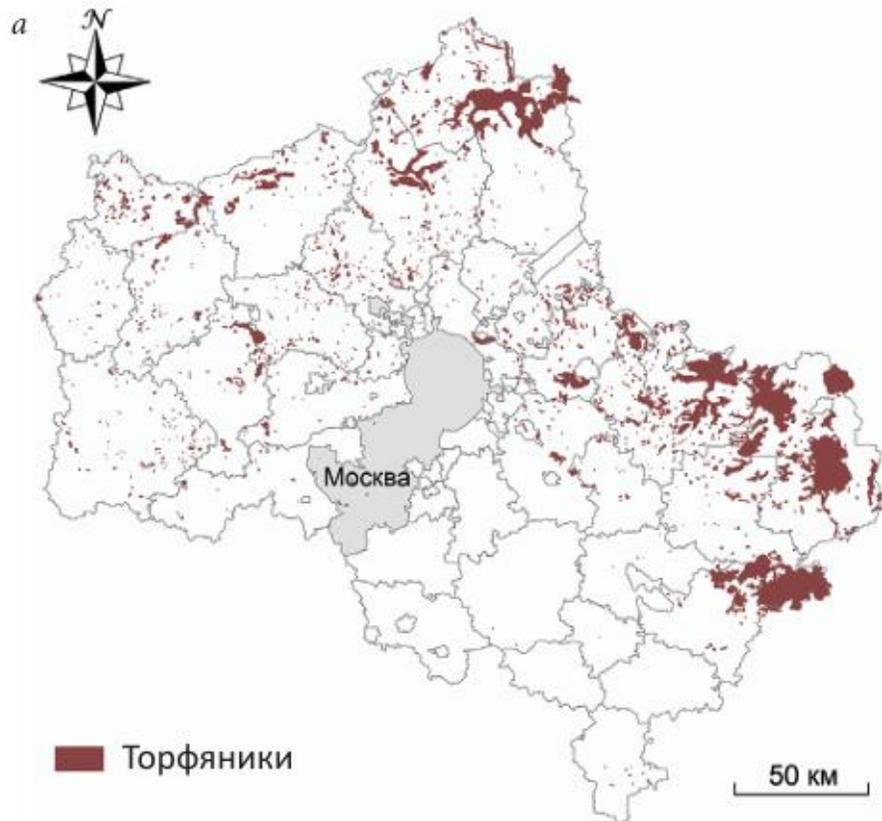
Фото Возбраной А.Е.

# Актуальность

Торфяные болота и заболоченные мелкоотторфованные земли занимают около 20% территории страны. Многие из них антропогенно преобразованы.

Осушенные, не рекультивированные торфяники пожароопасны; наиболее оптимальным путем снижения рисков считается обводнение.

Работа посвящена изучению восстановления растительности на обводненных торфяниках Московской области.



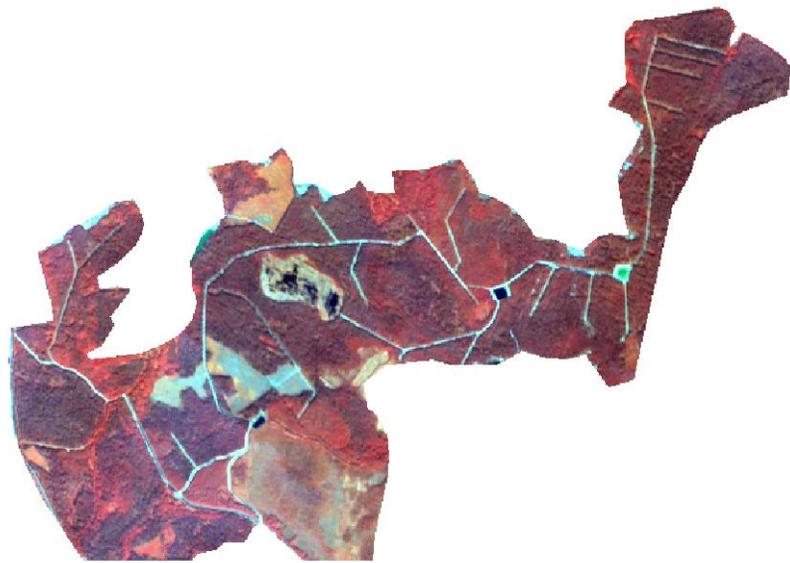
Из [Сирин, Медведева и др., 2020]

# Исходные данные

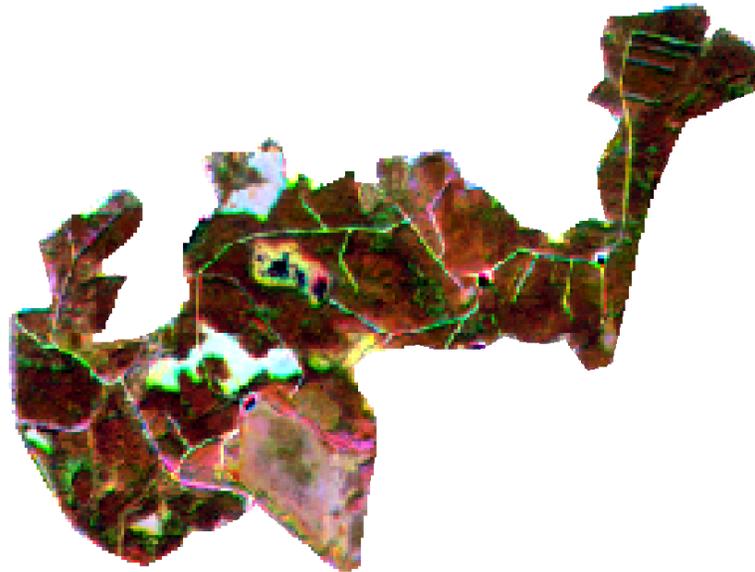
Использовались многовременные космические снимки Landsat-8 и Sentinel-2 на три пробных участка обводнения в Московской области.

Для классификации на все обводненные объекты в Московской области использовался безоблачный композит на август 2022 года

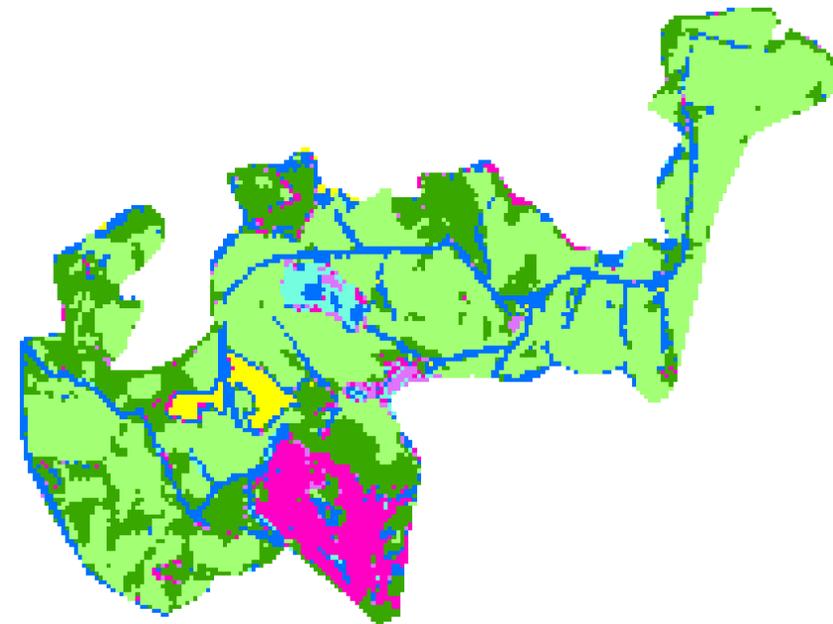
## Порядок действий



Исходное изображение  
(Sentinel-2, синтез NIR-  
Red-Green)



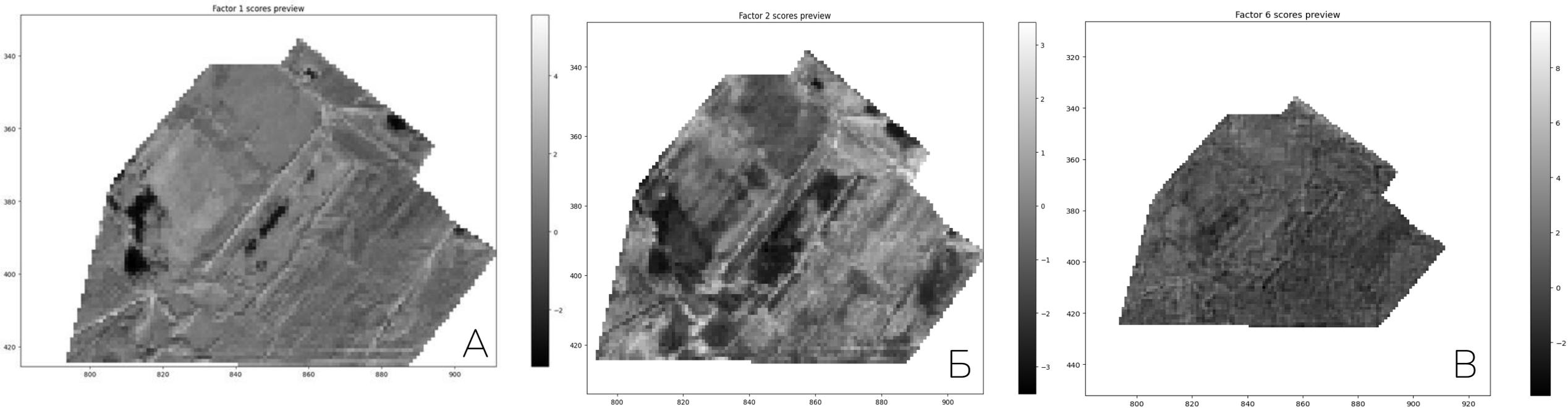
Обработка (метод главных  
компонент)



Классификация

# Метод главных компонент

Визуализация факторных баллов для одного из участков обводненных торфяников (снимок Sentinel-2 10.08.2021)

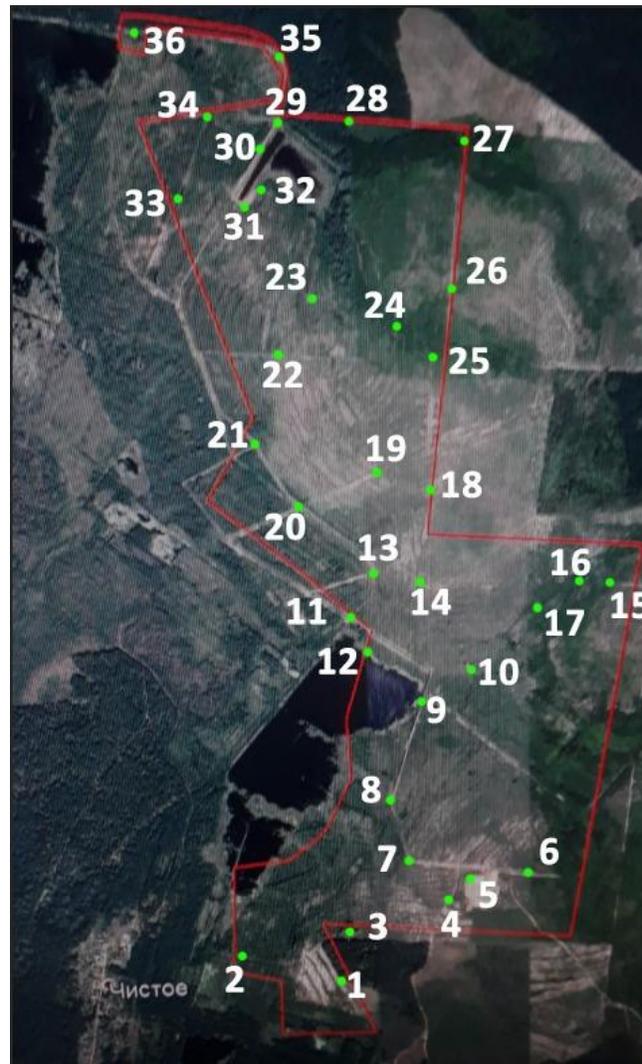
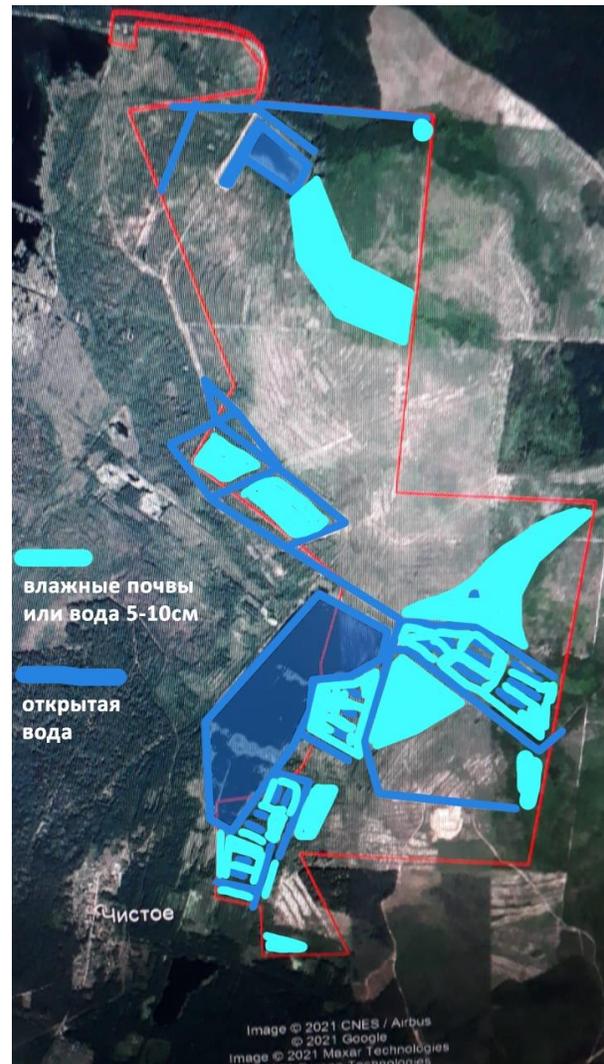


Предполагаемое значение выделенных факторов: А — общий яркостной; Б — биопродуктивный; В — водный

Использовался встроенный инструмент ArcGIS Pro (Principal Components) и модуль QGIS Principal Component Analysis (автор I.Shironya)

# Наземные данные

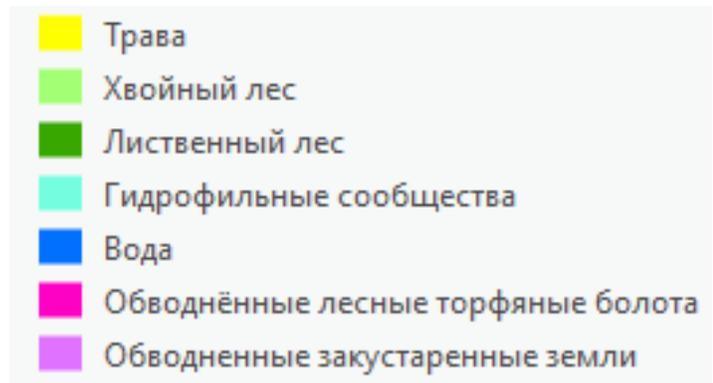
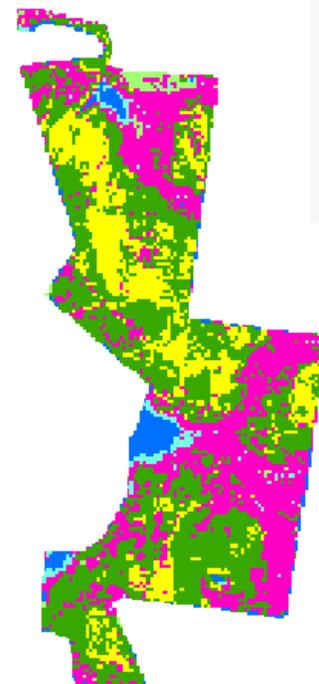
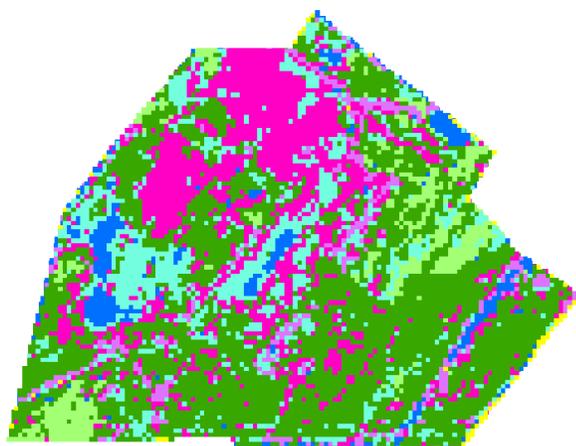
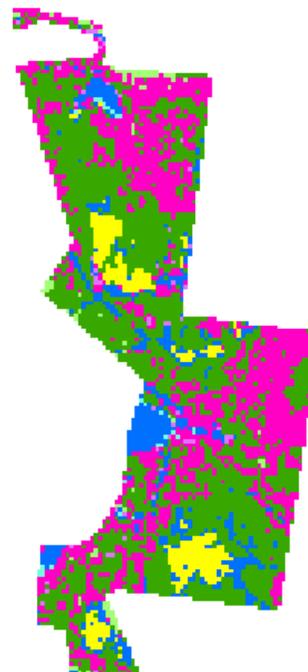
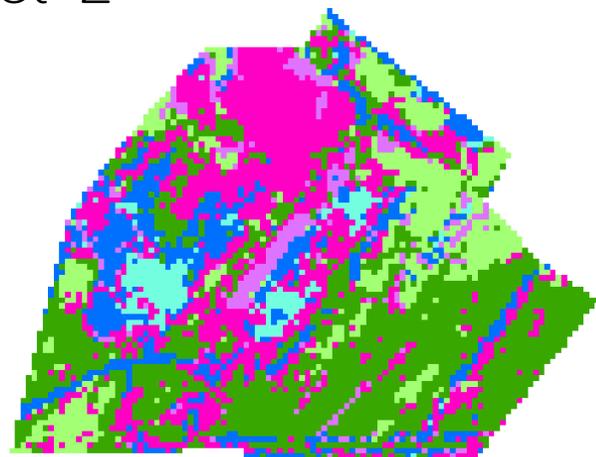
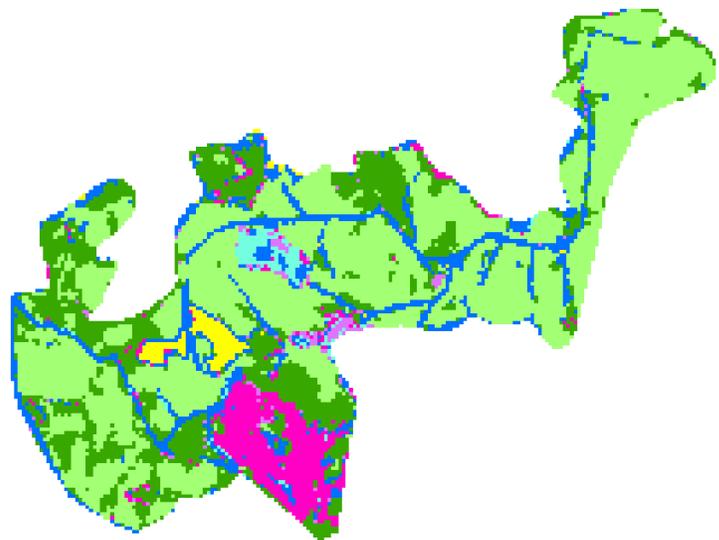
Описания растительности с фотоматериалом на трех участках, выполненные в августе-сентябре 2021 года, использовались для обучающей выборки, а также оценки результатов классификации



Автор	Координаты	Север	Фото (	Восток
1. Сухо	55 618044, 39 227965	Молодой березняк, пожарная канава, песок	1N	Сосновый старый лес, папоротники, мхи, редкая береза. Песок.
2. Торфяной канал с водой, вокруг заболоченность,	55 619654, 39 219872	Ивняк, немного старых берез, заболоченность	2n	Ивняк, осока, торф + песок
3. Сухо	55 620196, 39 228811	Крупная и мелкая береза, папоротники, песок	3N	Пожарная яма, мелкая береза, трава, песок
4. Сухо	55 620952, 39 235918	Мелкая береза, цветы, трава, песок	4N	Плотный березняк, трава
5. Сухо	55 622512, 39 238688	Мелкая береза, отвал песка, трава, песок	5N	Сухой пожарный пруд
6. Сухо, канал с водой	55 622878, 39 244725	Мелкая береза, трава, кипрей	6N	Мелкая береза, ольха, трава, цветы, канал с водой
7. Сухо	55 623912, 39 234106	Плотный березняк, трава, песок	7N	Мелкая береза, трава, кипрей, песок
8. Сухо, канал с водой	55 626700, 39 232483	Плотный березняк, трава, песок	8N	Плотный березняк
9. Влажно, прибрежная к	55 631195, 39 235189	Малые ивы, ольха, березняк, трава	9N	Плотный ивняк и ольшаник, трава, заболоченность
10. Влажно, рядом канал с	55 632966, 39 237951	Плотный березняк, болото	10N	Плотный ивняк, осока, канал
11. Сухо, канал с водой	55 635325, 39 230011	Подростший березняк, трава, цветы, песок	11N	Подростший березняк с кустами, трава, цветы
12. Слегка толко, прибрежная	55 633987, 39 230783	Березняк, осока, болото	12N	Осока, болото
13. Сухо, канал с водой	55 637290, 39 231818	Невысокие березы, малые сосны, цветы, песок	13N	Березняк, трава, песок + торф
14. Сухо	55 636528, 39 235968	Малые сосны и березки, трава, цветы, песок	14N	Малые сосны и березки, трава, цветы, песок
15. Местами чуть влажная	55 636252, 39 249693	Березняк, папоротник	15N	Березняк, кипрей
16. Влажно, (край)	55 636476, 39 246238	Березняк + полумертвые березы, трава, болото	16N	Березняк, болотоплюбивые травы, торф
17. Влажно (край)	55 635480, 39 244545	Плотный ольшаник, березки, трава	17N	Ольшаник + ивы
18. Сухо	55 639870, 39 236494	Малые сосны и березки, трава, цветы, песок	18N	Малые сосны и березки, трава, цветы, песок
19. Сухо	55 641606, 39 232625	Малые сосны и березки, трава, цветы, песок	19N	Малые сосны и березки, трава, цветы, песок
20. Сухо, канал с водой	55 640403, 39 226714	Высокий березняк, цветы, малая сосна	20N	Высокий березняк, трава, торф
21. Сухо, канал с водой	55 643080, 39 223810	Высокий плотный березняк, трава, цветы	21N	Березняк, ивы, малые сосны, трава
22. Относительно сухо	55 646578, 39 225699	Березняк, трава, цветы	22n	Березняк, трава, цветы
23. Влажновато	55 648673, 39 228630	Плотный березняк	23n	Плотный березняк
24. Влажно, небольшая	55 647227, 39 234954	Ольха, болотоплюбивые растения, заболоченнос	24n	Ольха, болотоплюбивые растения, заболоченность, торф и земля
25. Сухо	55 645965, 39 237239	Березняк, трава, мхи, влажность	25n	Березняк, трава
26. Сухо	55 650122, 39 238210	Малые сосны и березки, трава, цветы, песок	26n	Малые сосны и березки, трава, цветы, песок
27. Заболоченность местами	55 654484, 39 238957	Лиственный лес, береза, осока, болото, торф	27n	Лиственный лес, береза, осока, болото, торф
28. Сухо	55 655165, 39 231238	Хвойный лес, ель, рябина, черника	28n	Плотный березняк, трава
29. Сухо, рядом пожарный	55 655453, 39 226403	Лиственный лес, береза, немного сосны	29n	Низкие березки, канал с водой, трава, песок
30. Сухо, рядом пруд	55 654514, 39 225189	Плотный березняк, немного ивы, трава	30n	Пожарный пруд, немного березок, трава
31. Сухо, рядом пруд	55 652380, 39 223788	Пожарный пруд, березняк, трава, песок	31n	Березняк, трава, песок
32. Сухо	55 652921, 39 224678	Плотный березняк, трава, песок	32n	Плотный березняк, трава, песок
33. Сухо, рядом канал с	55 652021, 39 218802	Березняк, кипрей, песок	33n	Плотный березняк
34. Сухо, рядом канал с	55 655727, 39 221716	Березы, трава	34n	Березняк, трава, канал с водой
35. Сухо	55 657690, 39 226890	Сосновый лес с березой, папоротники	35n	Сосновый лес с березой, папоротники
36. Сухо	55 658883, 39 217218	Березовый лес с кустарником	36n	Плотный березняк с редкой малой сосной

# Результаты

Сравнение результатов классификации по данным Landsat-8 и Sentinel-2



# Результаты

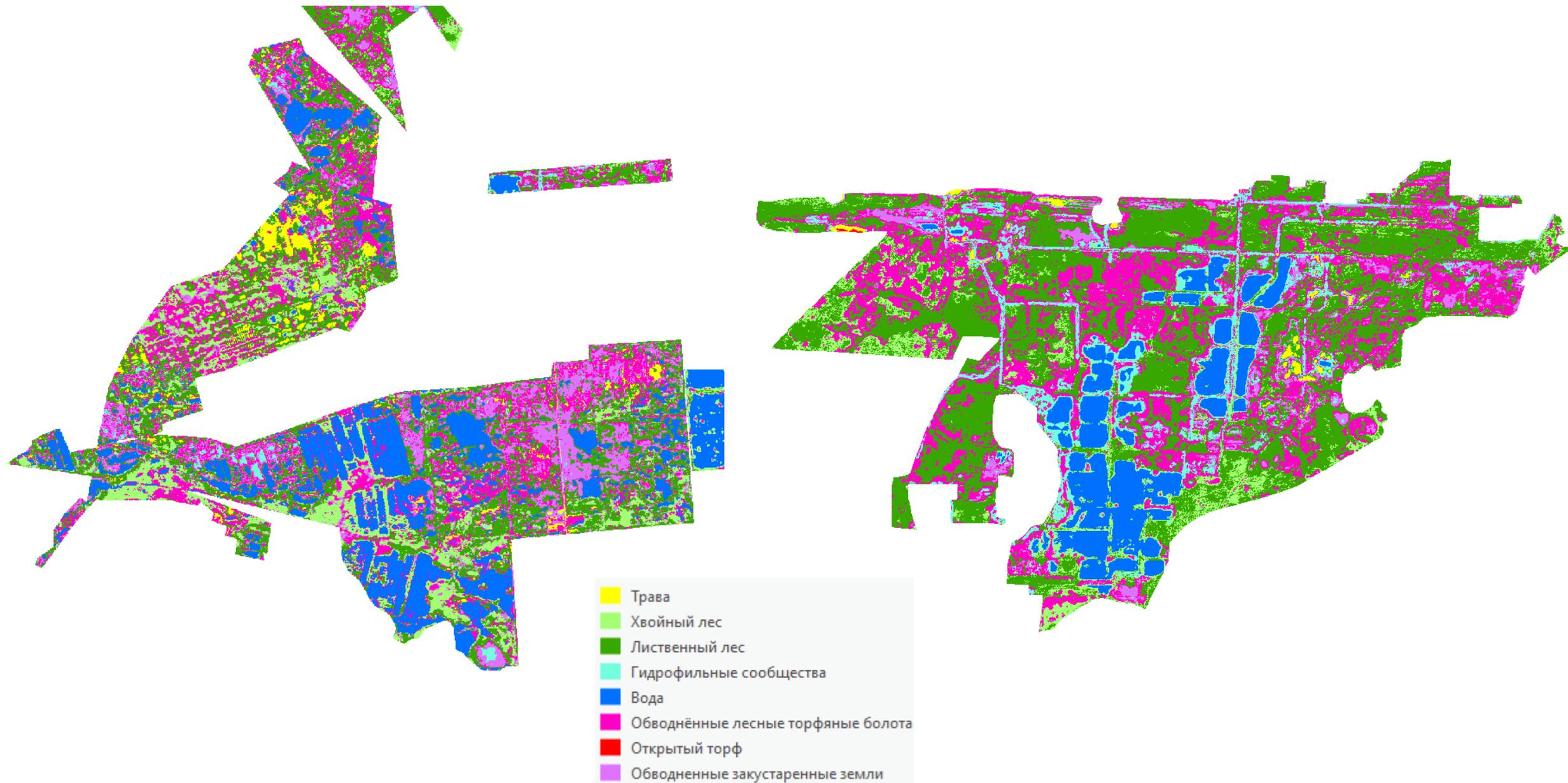
Классы		Наземные данные								
Данные ДЗЗ		Трава	Хвойный лес	Лиственный лес	Гидрофильные сообщества	Вода	Обводнённые лесные торфяные болота	Обводнённые закустаренные земли	Σ	Точность пользователя, %
Результат дешифрирования	Трава	5	-	-	-	-	-	-	5	100,00
	Хвойный лес	-	22	3	-	-	-	-	25	88,00
	Лиственный лес	2	4	34	-	-	4	-	44	77,27
	Гидрофильные сообщества	-	-	-	6	-	-	-	6	100,00
	Вода	-	-	-	-	45	-	-	45	100,00
	Обводнённые лесные торфяные болота	-	1	10	3	-	16	1	31	51,61
	Обводнённые закустаренные земли	-	-	-	2	-	-	7	9	77,78
	Σ	7	27	47	11	45	20	8	165	
	Точность производителя, %	71,43	81,48	72,34	54,55	100,00	80,00	87,50		81,82

Landsat-8

Классы		Наземные данные								
Данные ДЗЗ		Трава	Хвойный лес	Лиственный лес	Гидрофильные сообщества	Вода	Обводнённые лесные торфяные болота	Обводнённые закустаренные земли	Σ	Точность пользователя, %
Результат дешифрирования	Трава	6	-	1	-	-	-	-	7	85,71
	Хвойный лес	-	17	1	-	-	-	-	18	94,44
	Лиственный лес	1	8	36	1	-	4	-	50	72,00
	Гидрофильные сообщества	-	-	-	9	-	2	2	13	69,23
	Вода	-	-	-	-	45	-	-	45	100,00
	Обводнённые лесные торфяные болота	-	1	7	1	-	14	-	23	60,87
	Обводнённые закустаренные земли	-	1	2	-	-	-	6	9	66,67
	Σ	7	27	47	11	45	20	8	165	
	Точность производителя, %	85,71	62,96	76,60	81,82	100,00	70,00	75,00		80,60

Sentinel-2

# Примеры классификации на прочие территории



# Поддержка

Работа проводилась в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6)