ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАН

ПЕРСПЕКТИВЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ БОЛОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ СЕРИЙ ДАННЫХ ДЗЗ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Шинкаренко Станислав
с.н.с. Отдела технологий спутникового мониторинга

Барталев С.А., Дюкарев Е.А.. Головацкая Е.А.

Москва, 2024

Оценки площадей болот в России

369 млн га заболоченных земель, в т.ч. 139 млн га болот с мощностью торфа > 30 см (Вомперский и др., 2005)

Почвенно-географическая БД России: 154 млн га болот за пределами лесных земель на 2006 г. (soil-db.ru)

Глобальная БД торфяников: 456 млн га почв с содержанием органического вещества >12% (greifswaldmoor.de/global-peatland-database-en.html)

Карты типов земного покрова ИКИ РАН: ~130 млн га открытых болот (sci-vega.ru)

Исследование выполнено в рамках проекта Министерства науки и высшего образования РФ № 075-15-2022-1229 (13.2251.21.0179) «Применение технологий высокопроизводительных вычислений и больших данных для совместной разработки экономически эффективных автоматизированных методов широкомасштабного биомониторинга водно-болотных угодий. HPC and BigData applied to co-designing cost-efficient automation for large scale wetland biomonitoring»

Данные ДЗЗ получены и обработаны с использованием ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

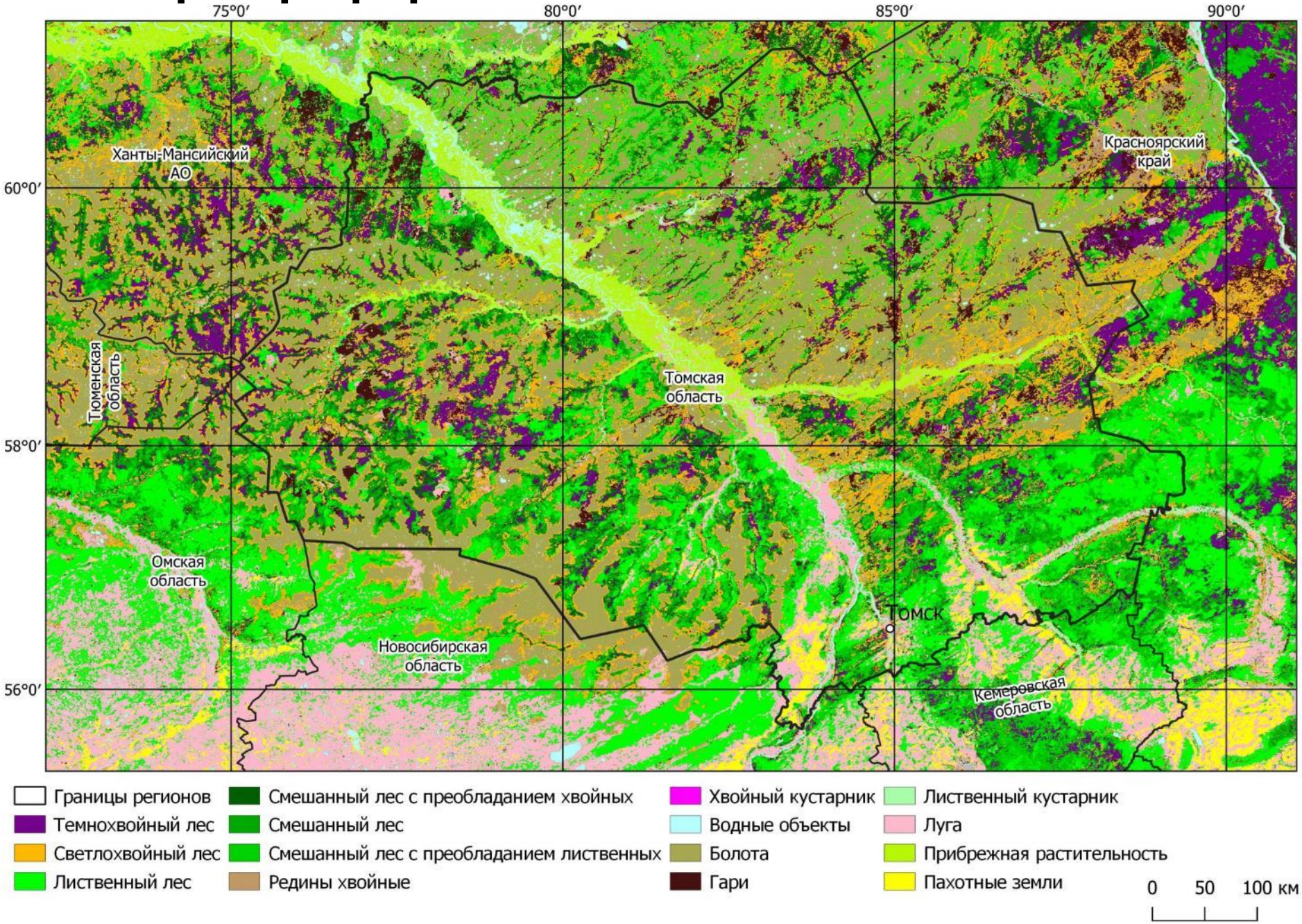
Проблемы картографирования болот

- Недостаточный масштаб почвенных и других карт, на основе которых получены имеющиеся оценки (недоучет в Северном полушарии до 25% (Hugelius et al., 2020)).
- Устаревание материалов разведки торфяных залежей.
- Наличие древесного яруса на болотах.
- Значительная мозаичность и комплексность болот.
- Необходимость разработки общепринятой типологии болотных комплексов.

Картографирование болот Западной Сибири

- Разработка типологии болотных комплексов с перспективой расширения на территорию страны.
- Подготовка опорных данных для обучения алгоритмов классификации, включающих как болота, так и отличные от них земли.
- Классификация ежедневных временных рядов спутниковых данных MODIS.
- Оценка точности результатов классификации.

Картографирование болот Томской области



Типология болот Томской области

Сосново-кустарничково-сфагновое болото (рям) – олиготрофное болото с древесным ярусом сосны на периферии болот, склонах болот, дренированных участках, на выпуклых внутриболотных островах. Лесные микроландшафты характеризуются хорошо развитым древесным ярусом. Сомкнутость крон деревьев 0,5-0,8, высота деревьев 2-6 м. Травяно-кустарничковый ярус представлен в основном кустарничками (багульник, кассандра, брусника, черника), местами встречаются пушица и осока. Моховой ярус состоит в основном из сфагновых мхов. Рямы встречаются на окраинах болота, вдоль рек и ручьев, вокруг крупных озер.

Рямово-мочажинный комплекс – олиготрофное болото по составу древесной растительности, аналогичное рямам, но с разреженным древостоем без кустарничкового яруса, с небольшими травяно-сфагновыми мочажинами. Приурочены к склонам и окраинам болот. Так же к этому классу отнесены сосново- пушицево-сфагновые болота. Древесный ярус несколько угнетен по сравнению с лесными микроландшафтами. Сомкнутость крон деревьев порядка 0,3-0,4, высота деревьев 1-5 м, отдельных – до 5-6 м. Кустарничковый ярус хорошо развит и представлен в основном багульником, кассандрой, подбелом, брусникой и клюквой. Моховой ярус из сфагновых мхов, местами с примесью лишайников и зеленых мхов.

Древесное кустарничково-мохово-разнотравное болото (согра) – эвтрофное сосново-елово-кедрово-берёзовое, березово-травяное и ивово-осоковое лесные болота в поймах и на террасах рек.

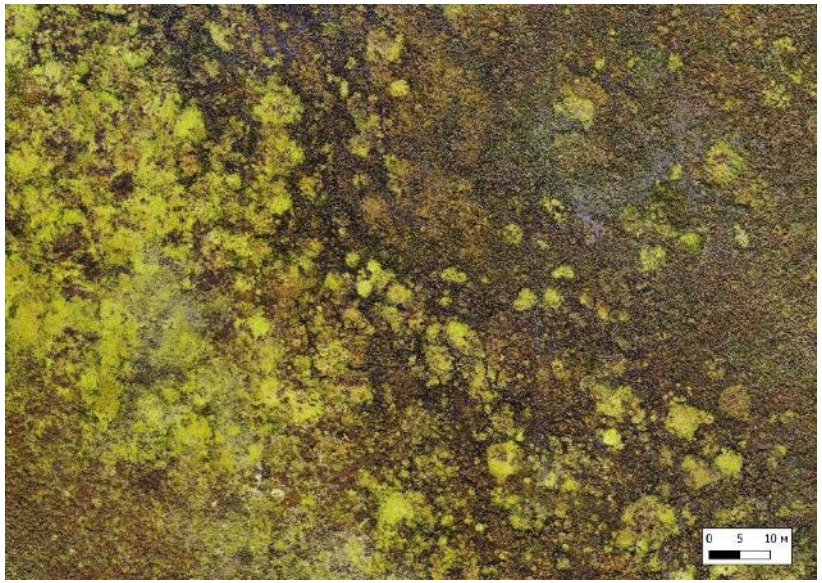
Грядово-мочажинный и грядово-мочажинно-озерковый комплекс – олиготрофное или мезотрофное древесно-травяное, кустарничково-моховое или травяно-моховое болото, включающее чередующиеся участки приподнятых элементов микрорельефа (гряда) с сосной, кустарничками и пониженных элементов (мочажины) с травами и мхами. Ориентированной или беспорядочной структуры. Возможно разделение на крупно-средне- и мелкомочажинный тип. Расположены в центральной части водораздельных болотных массивов и вдоль линий стекания. На грядово-мочажинно-озерковых комплексах гряды и мочажины чередуются с участками открытой воды. Возможны гряды с сосной или без древесного яруса. Крупные внутриболотные озера попадают в отдельный класс водных объектов.

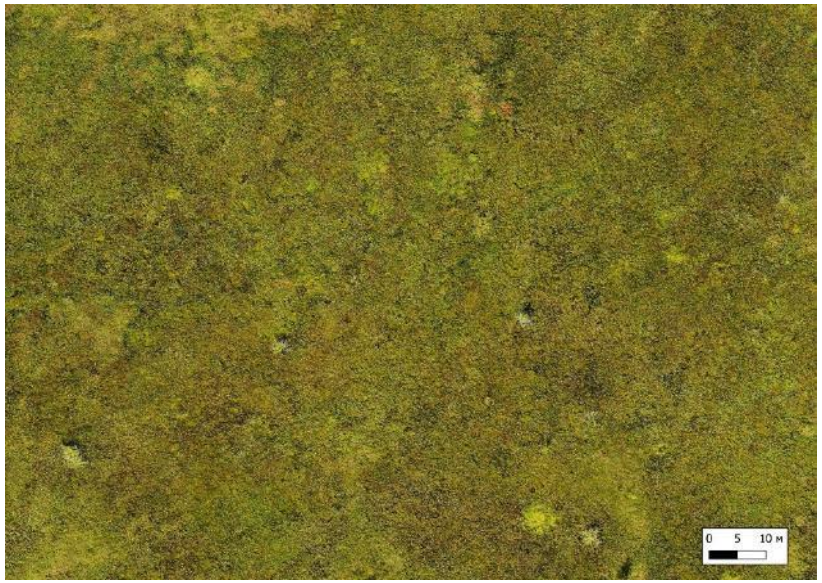
Травяно-сфагновая топь – олиготрофная или мезотрофная обводненная осоково- пушицево- шейхцериево- разнотравно-сфагновая топь, тянущаяся вдоль линий стекания с болот, по периферии болотных массивов и внутриболотных островов, в центральной части водораздельных болот, встречаются в прибереговой полосе вблизи крупных озер. Древесный ярус почти не развит, встречаются местами отдельные низкорослые деревья с сухостоем.

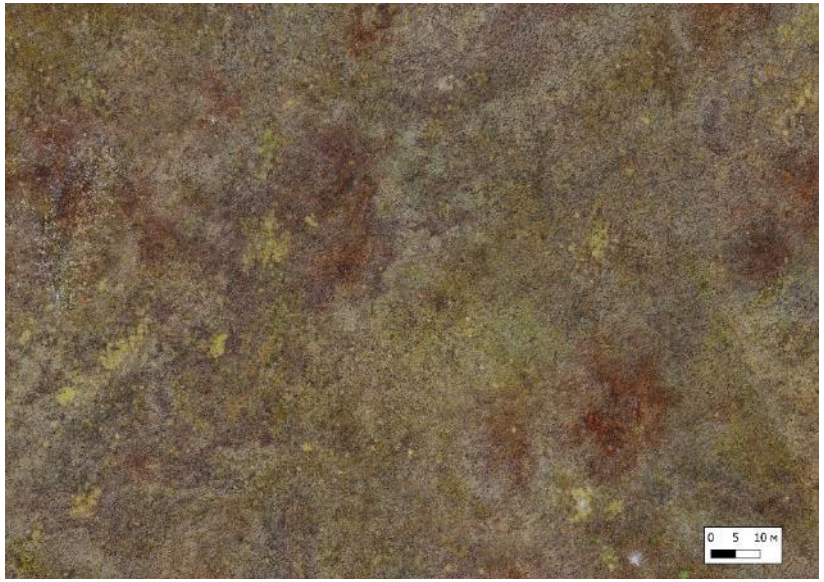
Осоково-гипновое болото – эвтрофное открытое травяно-моховое пойменное, террасные болота и южные отроги Васюганского болота в Северобарабинском округе подтаежных эвтрофных болот.

Ильина и др., 1977; Лисс, Березина, 1981; Романова и др., 1977; Юрковская, 1988; Евсеева и др., 2012; Terent’eva et al., 2016; Dyukarev et al., 2017

Открытые болота





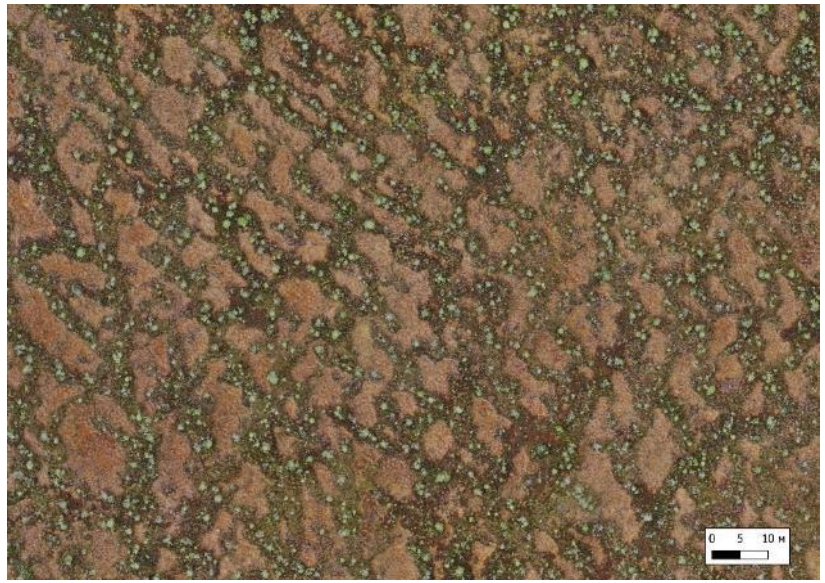


Облесенные болота

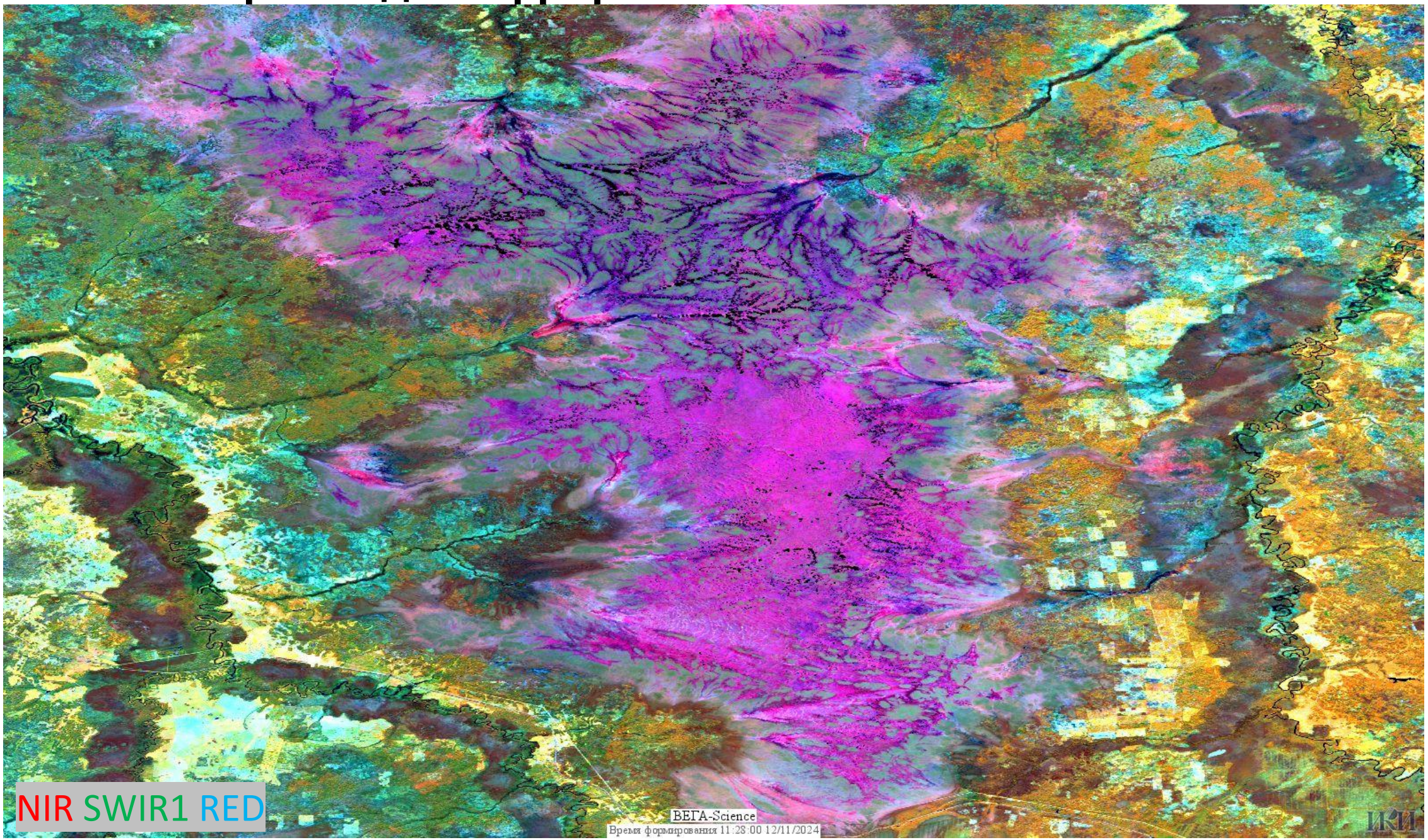
Согра

Рям (сосново-кустарничково-сфагновое болото)

Грядово-мочажинные комплексы



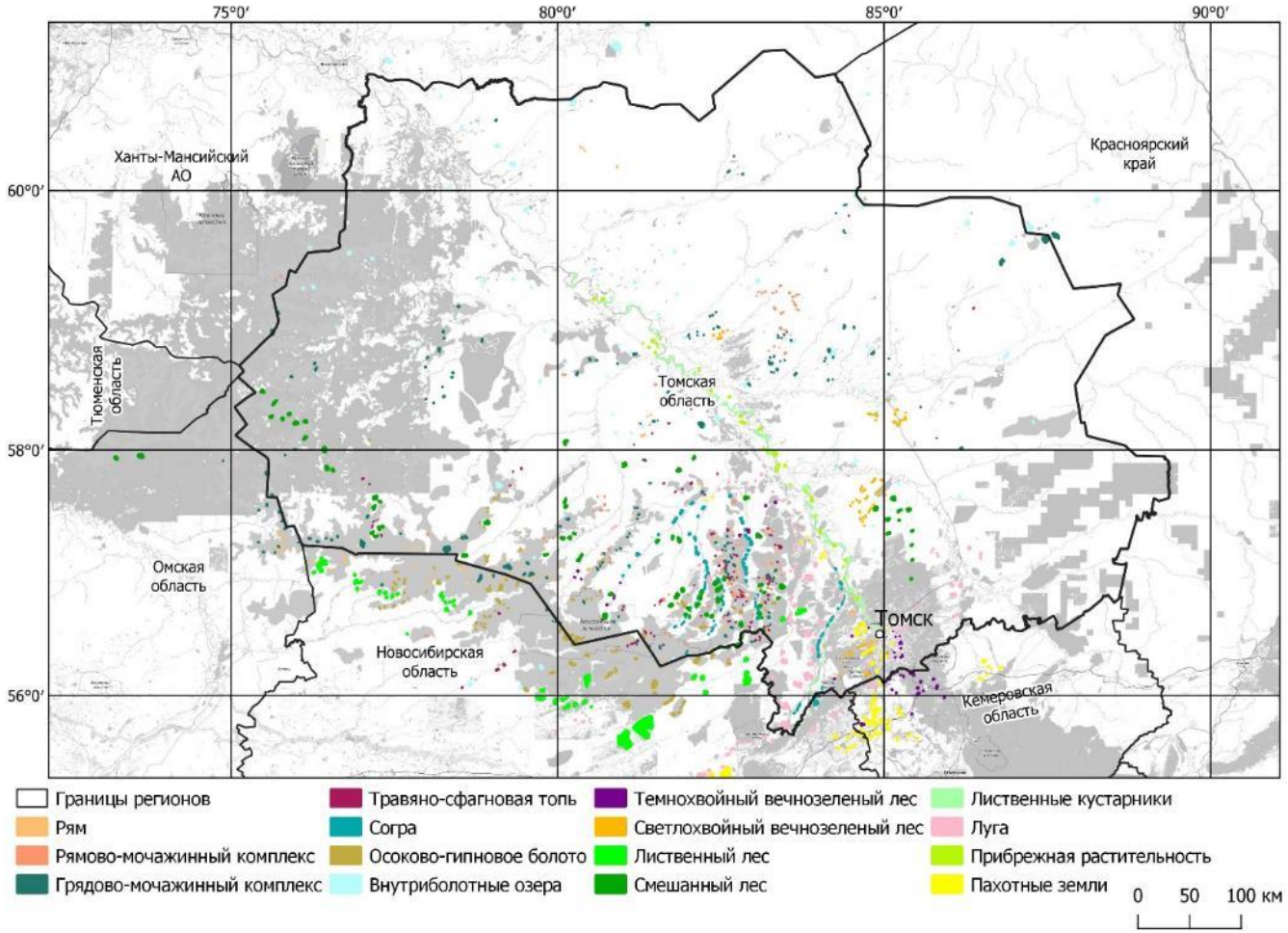
Экспертное дешифрирование болотных комплексов



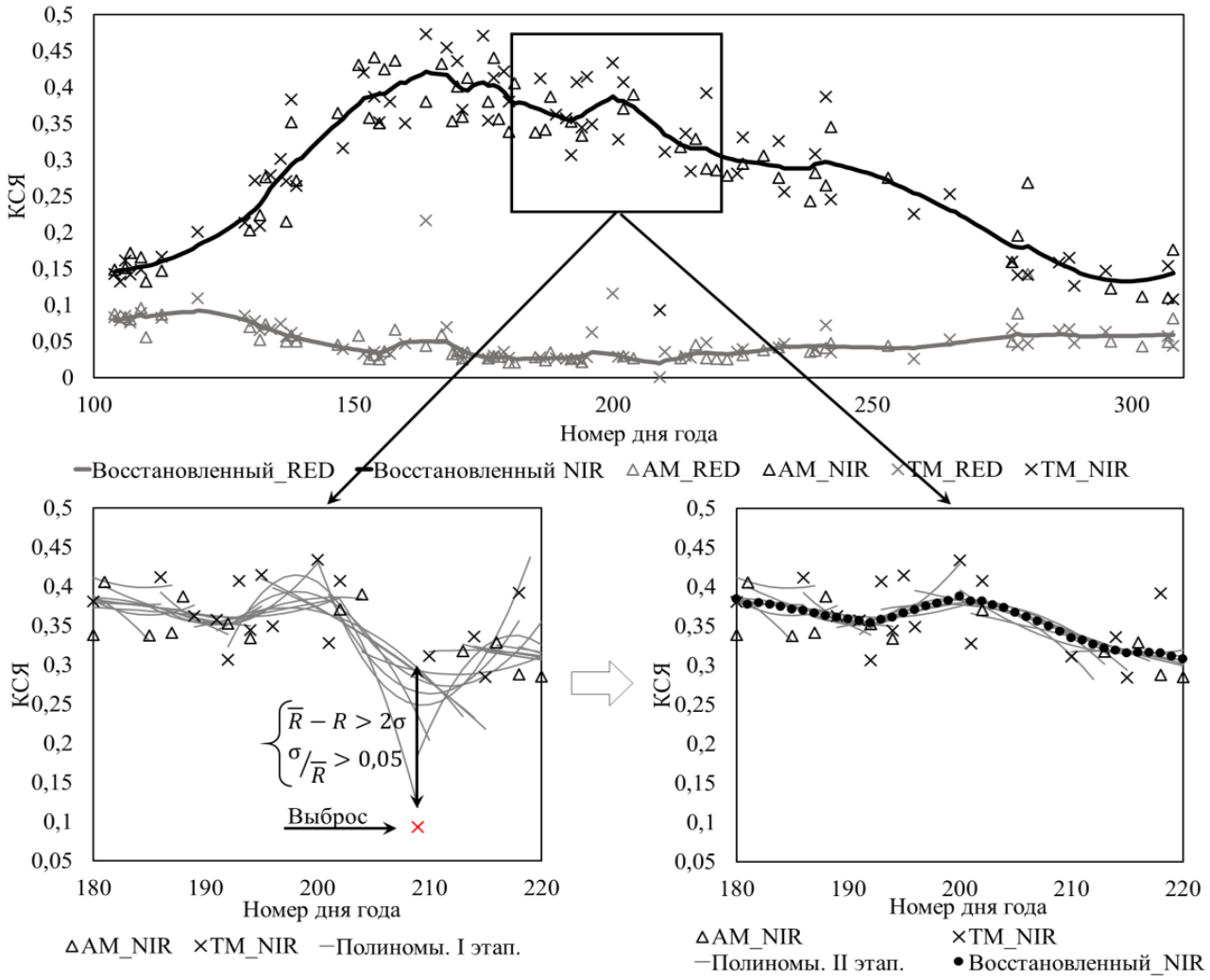
Создание опорной выборки

Создание опорной выборки

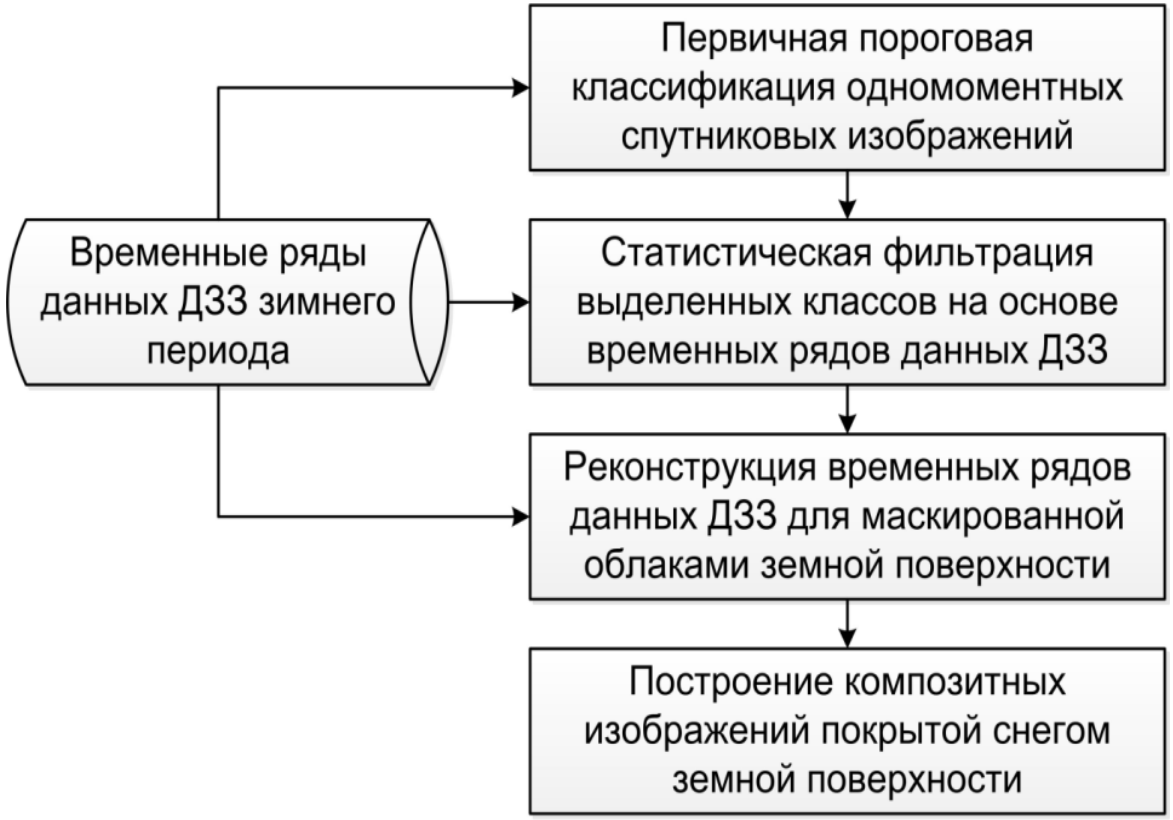
№	Тип	Количество пикселей
1	Сосново-кустарничково-сфагновое болото (рям)	977
2	Рямово-мочажинный комплекс	807
3	Грядово-мочажинный комплекс	5790
4	Травяно-сфагновая топь	542
5	Древесное кустарничково-мохово-разнотравное болото (согра)	3534
6	Осоково-гипновое болото	5473
7	Внутриболотные озера	6029



Композитные спутниковые изображения с устраненным влиянием облачности



Ежедневные временные ряды данных ДЗЗ



Зимние композитные изображения при наличии снежного покрова

Картографирование болот Томской области

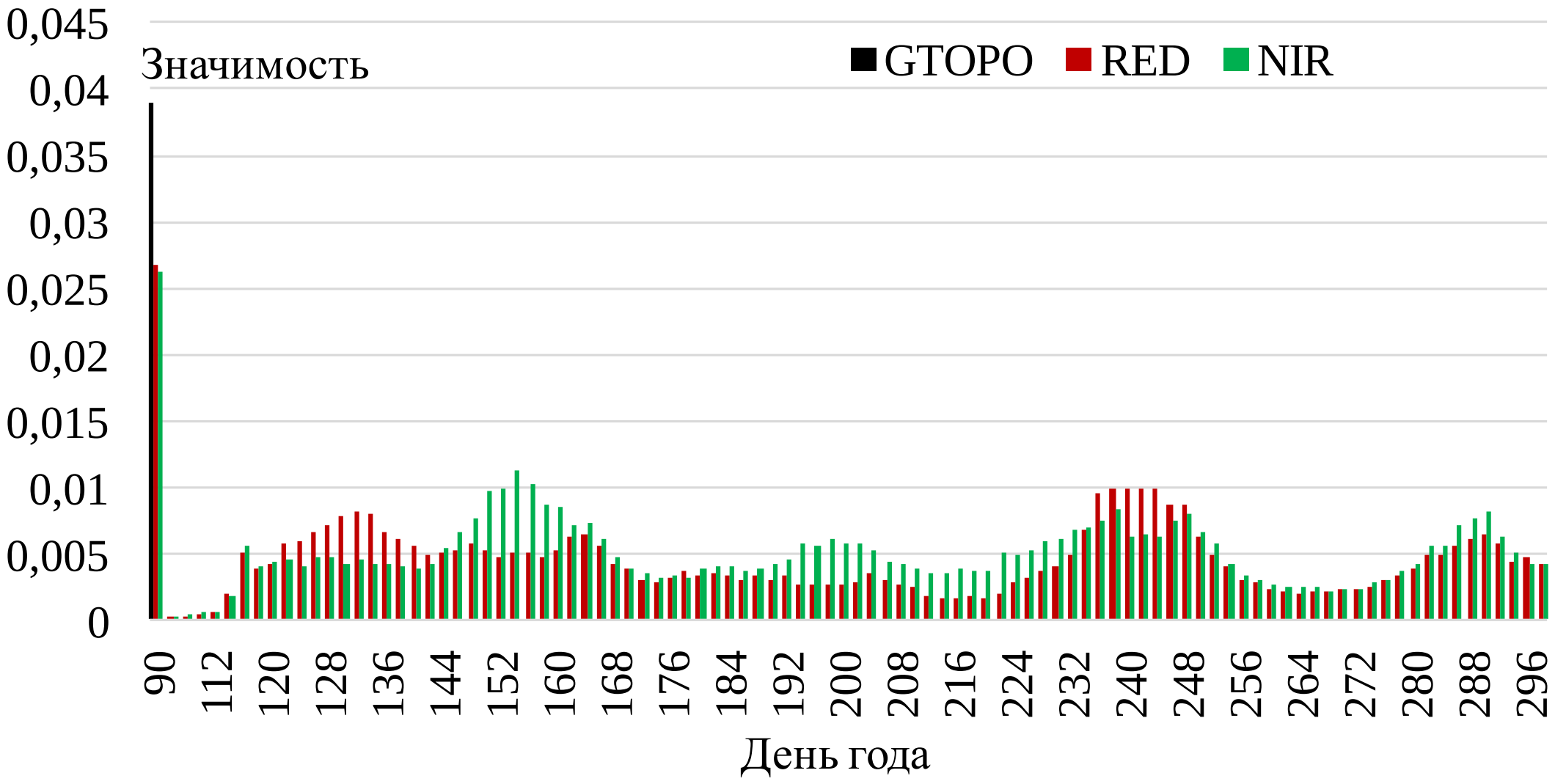
№	Тип экосистем	Точность	Полнота	F1
1	Сосново-кустарничково-сфагновое болото (рям)	0,89	0,56	0,69
2	Рямово-мочажинный комплекс	0,82	0,65	0,72
3	Грядово-мочажинный комплекс	0,92	0,48	0,63
4	Грядово-озерковый комплекс	0,89	0,99	0,93
5	Травяно-сфагновая топь	0,96	0,63	0,76
6	Древесное кустарничково-мохово-разнотравное болото (согра)	0,96	0,99	0,98
7	Осоково-гипновое болото	0,93	0,99	0,96
8	Внутриболотные озера	0,99	0,99	0,99
Общая точность		0,93		

Только болота в выборке

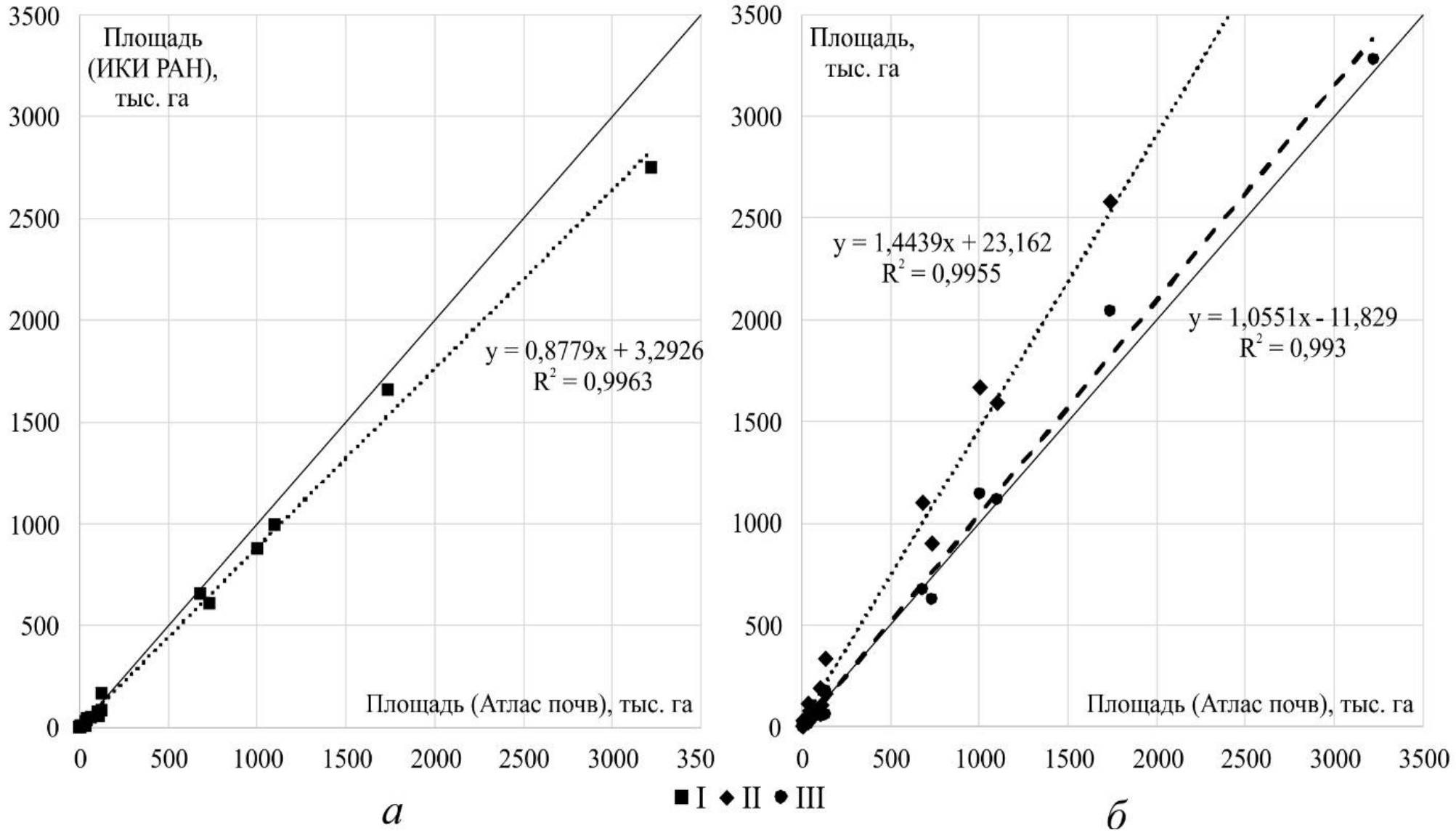
№	Тип	Точность	Полнота	F1	Площадь, млн га
1	Сосново-кустарничково-сфагновое болото (рям)	0,91	0,78	0,84	1,03
2	Рямово-мочажинный комплекс	0,83	0,83	0,83	1,90
3	Грядово-мочажинный комплекс	0,97	0,98	0,97	6,29
4	Травяно-сфагновая топь	0,96	0,66	0,78	0,13
5	Древесное кустарничково-мохово-разнотравное болото (согра)	0,95	0,93	0,94	3,24
6	Осоково-гипновое болото	0,96	0,99	0,97	1,12
7	Внутриболотные озера	0,99	0,99	0,99	-
Общая точность		0,96			-

Включение экосистем за пределами болот

Картографирование болот Томской области



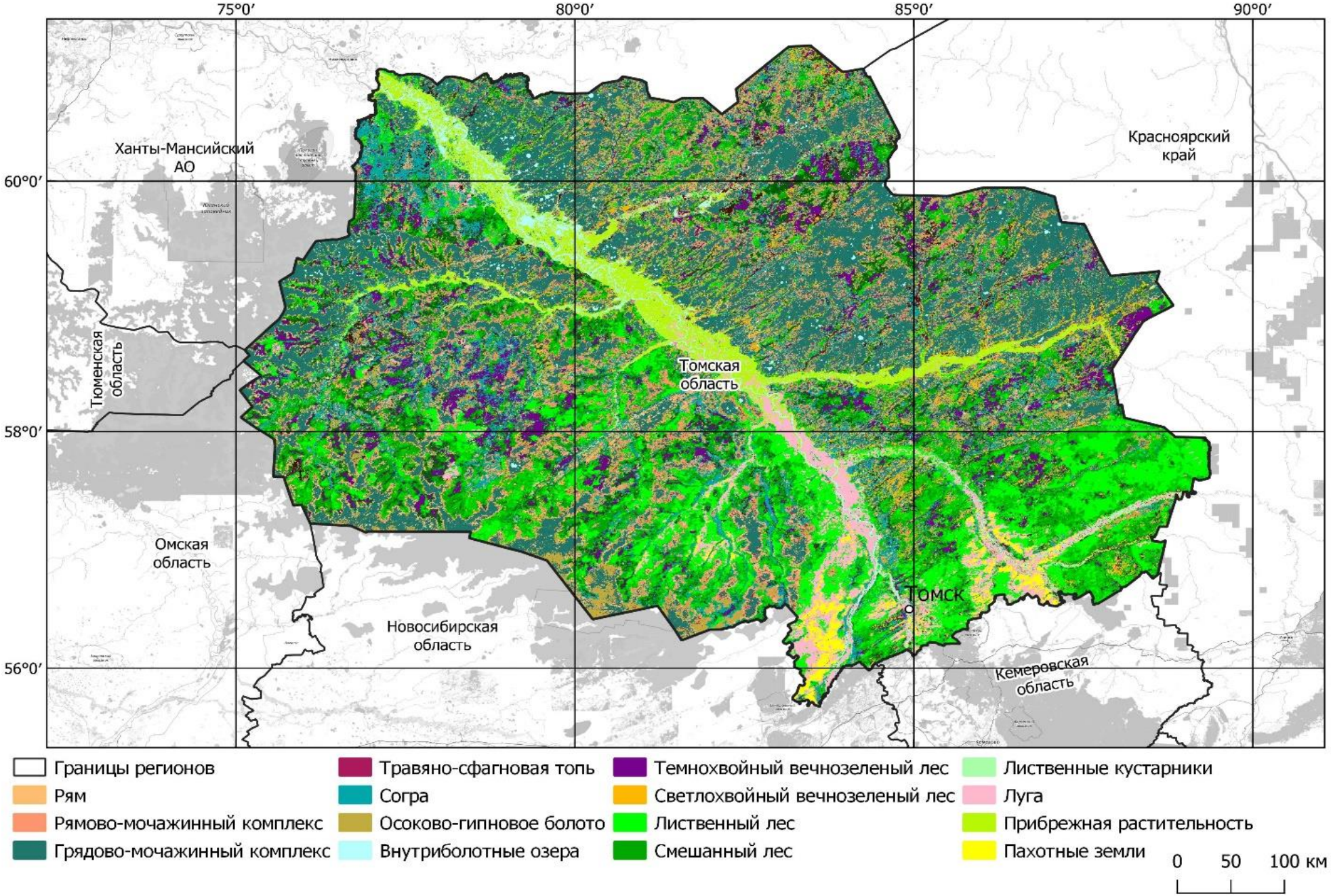
Картографирование болот Томской области



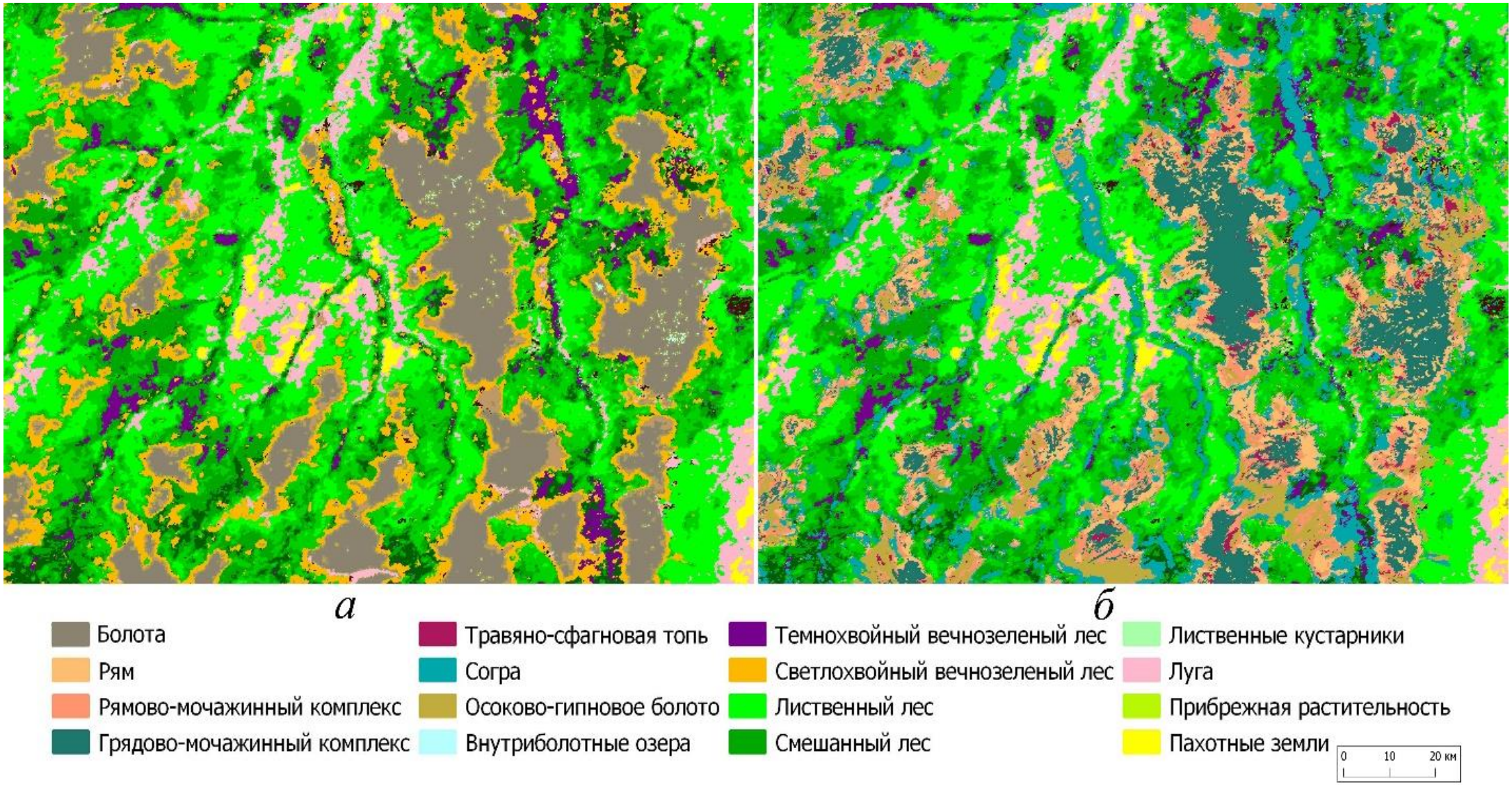
Карта ИКИ РАН

Карта ИКИ РАН с расширенной типологией болот

Картографирование болот Томской области



Картографирование болот Томской области



Карта ИКИ РАН

Карта ИКИ РАН с расширенной типологией болот

Оценки площадей болот Томской области

Данное исследование: 13,7 млн га болот, в том числе 4,3 млн га покрытых лесом (рямы, согры). Открытые болота – 9,4 млн га.

Почвенно-географическая БД России: 9,4 млн га болот за пределами лесного фонда на 2006 г. (soil-db.ru).

Лесоустройство: 8,7 млн га болот.

Площадь разведанных торфяных месторождений с промышленным потенциалом: 7,72 млн га (Инишева и др., 1995).

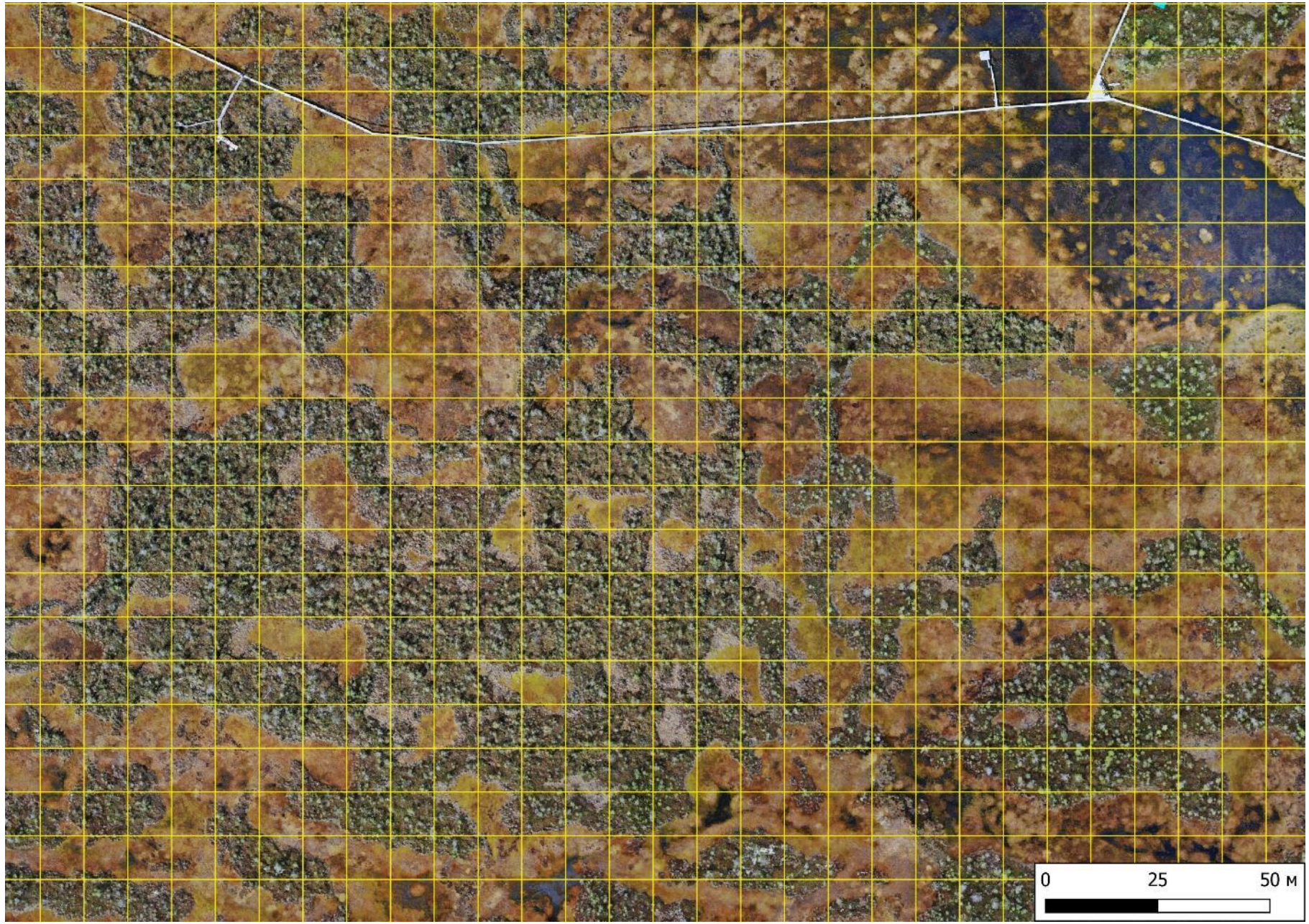
Карты торфяных месторождений М1:1000000 (1971; 2000; Xu et al., 2018): 10,4 млн га.

Карта торфяников и гистосолей (Hugelius et al., 2020): 8,1 млн га

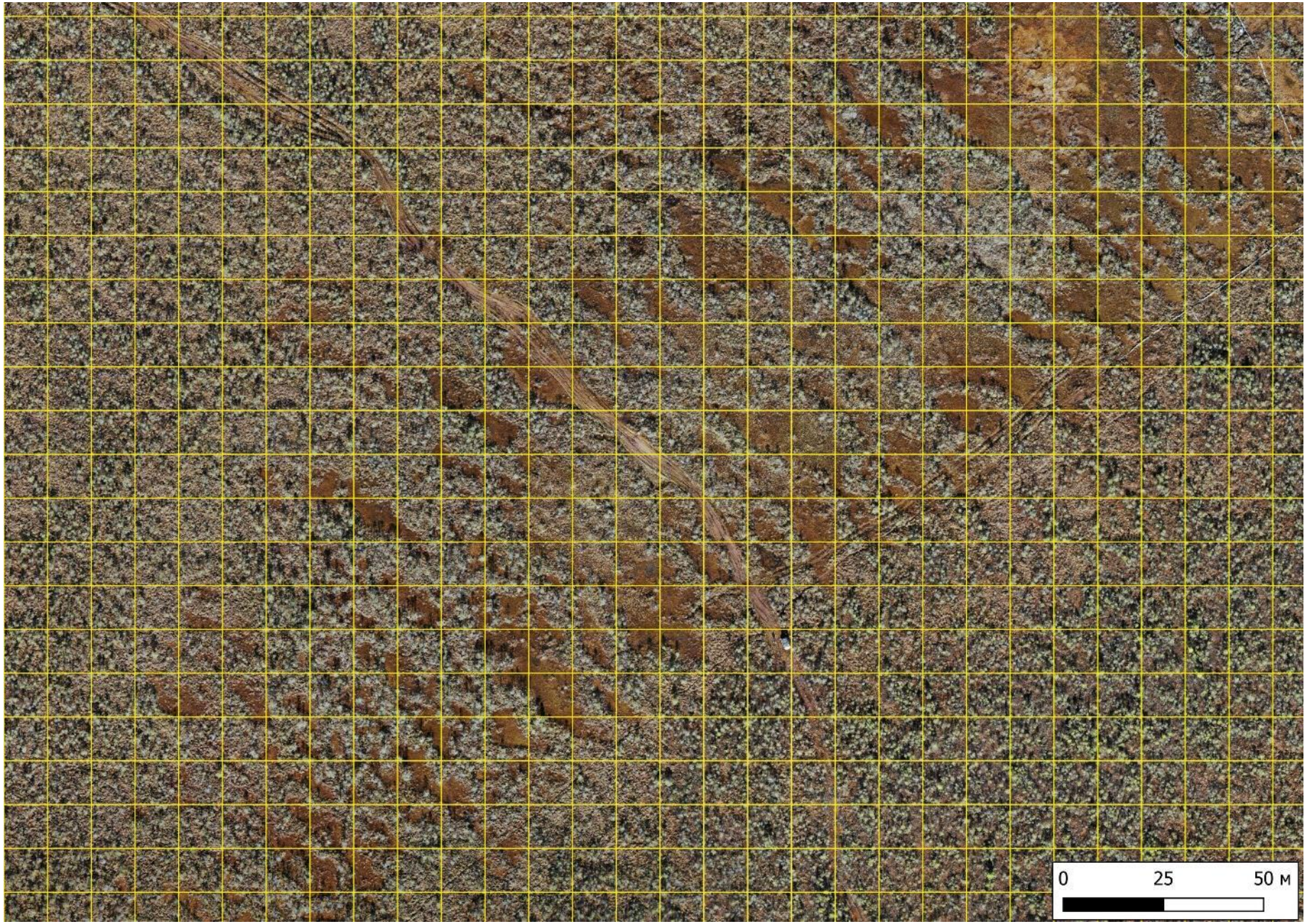
Карта торфяников PeatML (Melton, 2022): 9,5 млн га

Необходимость повышения пространственного разрешения

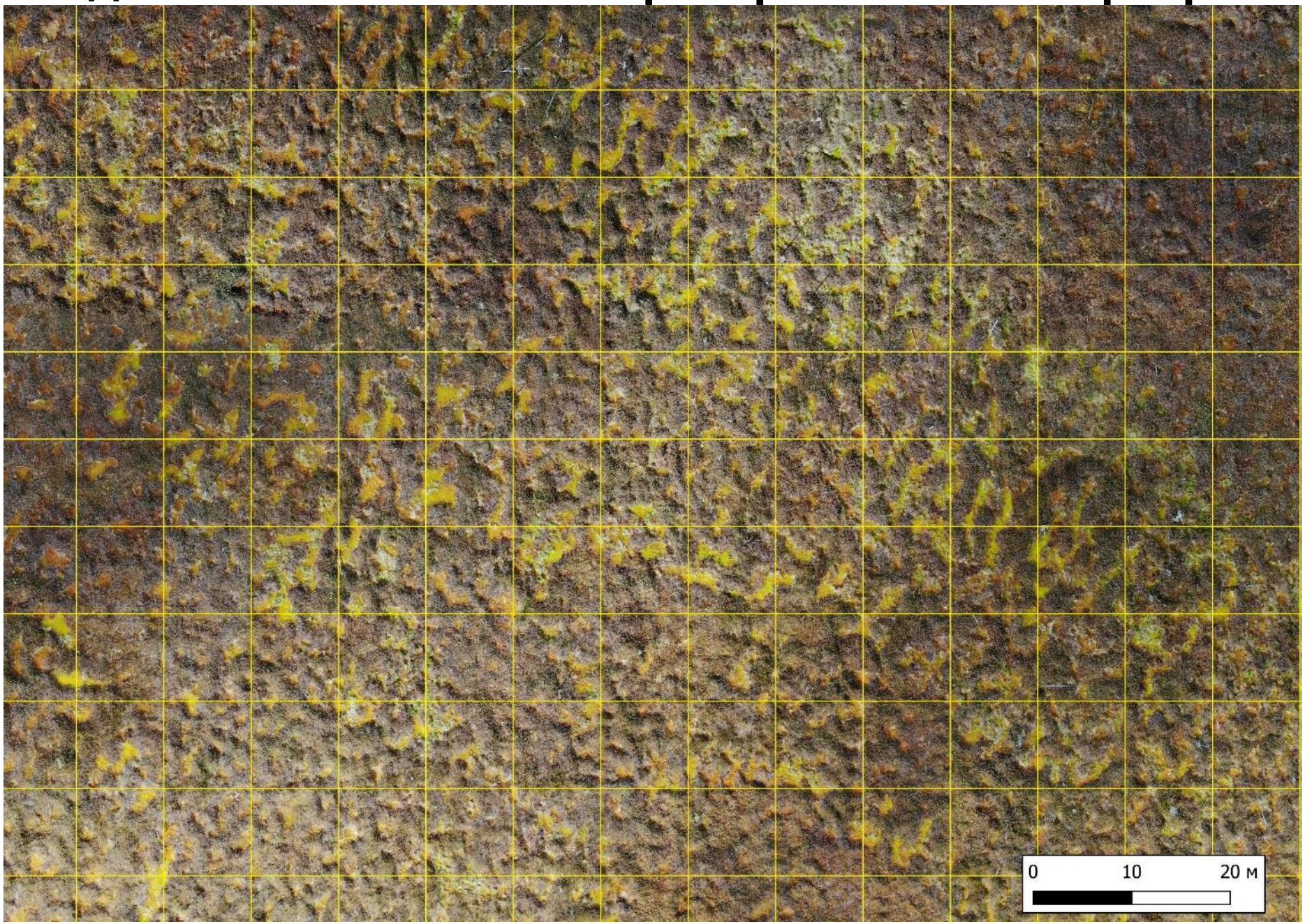
Необходимость повышения пространственного разрешения



Необходимость повышения пространственного разрешения



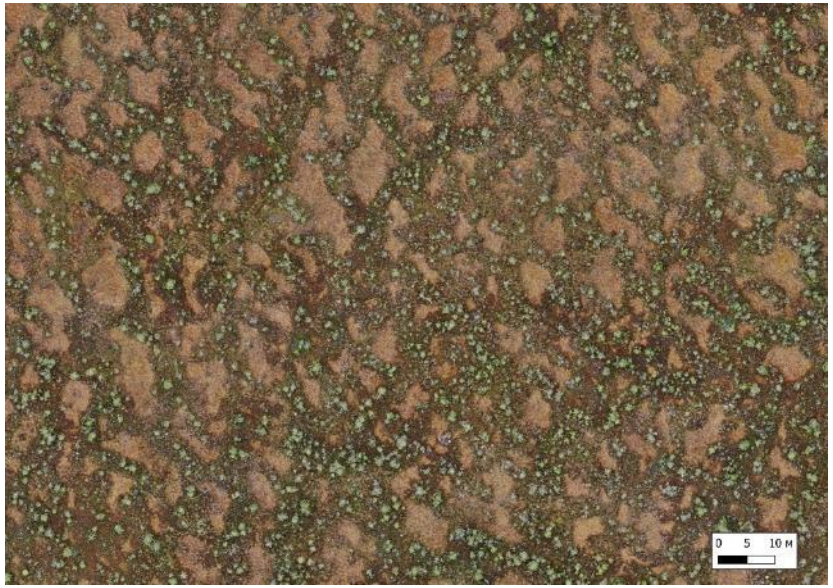
Необходимость повышения пространственного разрешения

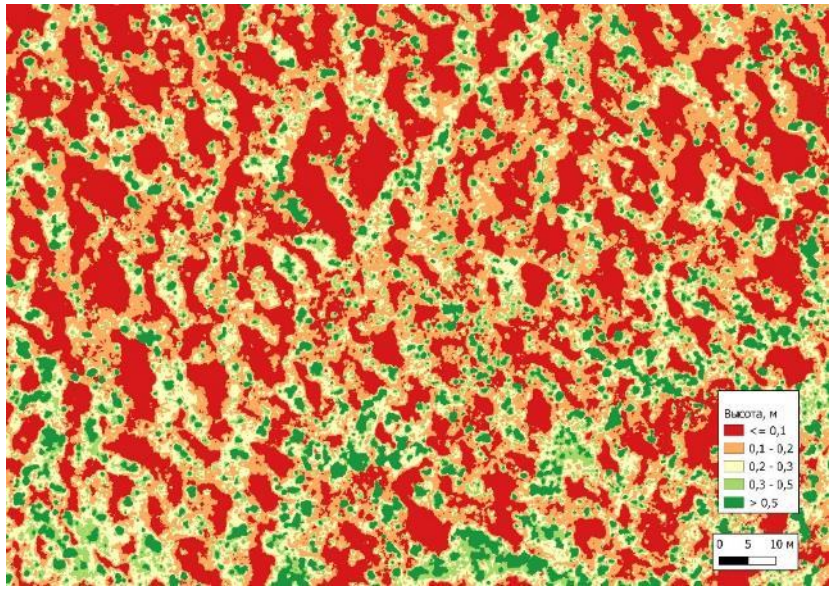


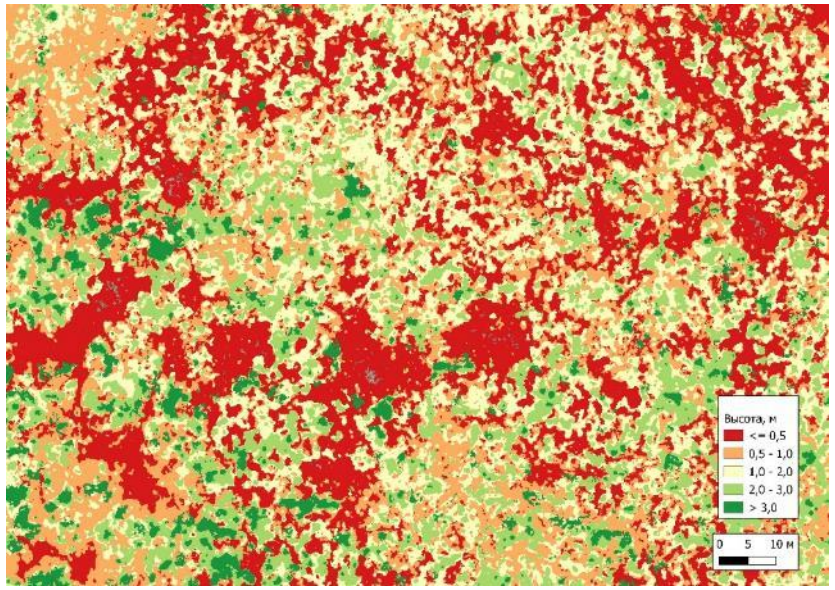
Данные аэросъемки при картографировании болот

Ортофотоплан

Разница
ЦММ и ЦМР







Для изучения цикла углерода болотных комплексов важно знать соотношение элементов микроландшафтов

Выводы

- Временные ряды спутниковых данных, зимние композитные изображения и ЦМР позволяют получают достаточно точные карты болотных комплексов.
- Добавление в опорные данные классов за пределами болот существенно повышает точность картографирования.
- Необходима разработка типологии болот для всей территории России, которая должна быть достаточно генерализованной, но в то же время отражать необходимые особенности болотных комплексов.
- Возможно картографирование соотношений элементов микроландшафтов болот при интеграции с данными аэросъемки.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Шинкаренко Станислав
с.н.с. Отдела технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН
shinkarenko@d902.iki.rssi.ru

Исследование выполнено в рамках проекта Министерства науки и высшего образования РФ № 075-15-2022-1229 (13.2251.21.0179) «Применение технологий высокопроизводительных вычислений и больших данных для совместной разработки экономически эффективных автоматизированных методов широкомасштабного биомониторинга водно-болотных угодий. HPC and BigData applied to co-designing cost-efficient automation for large scale wetland biomonitoring»