

Создание временной серии карт растительности на основе динамической актуализации обучающей выборки

Сайгин И.А.^{1,2}, Барталев С. А.^{1,2}, Стыценко Ф. В.^{1,2}

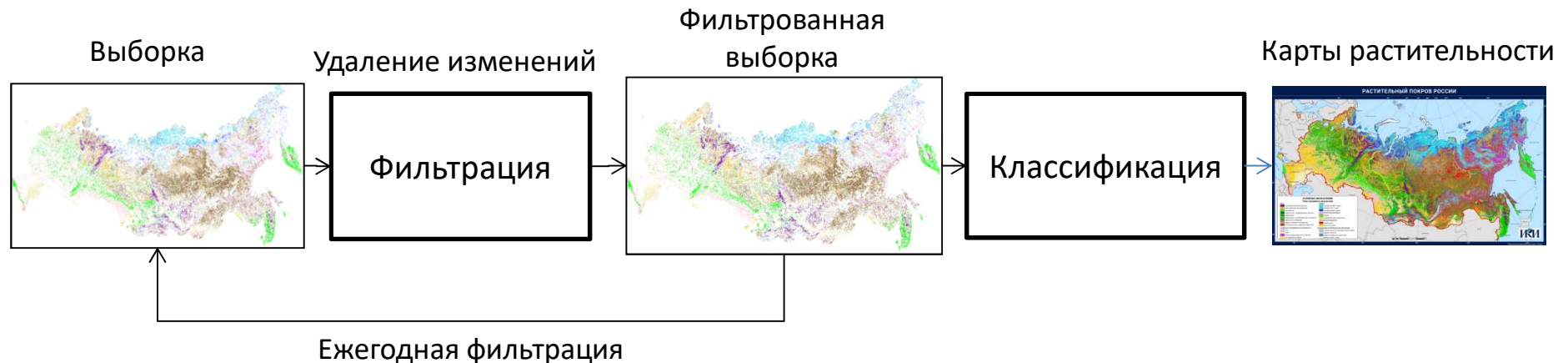
¹ Институт космических исследований РАН

² Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

**Девятнадцатая Всероссийская открытая конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»
15 – 19 ноября 2021 г.**

Исходная схема ежегодного картографирования растительного покрова

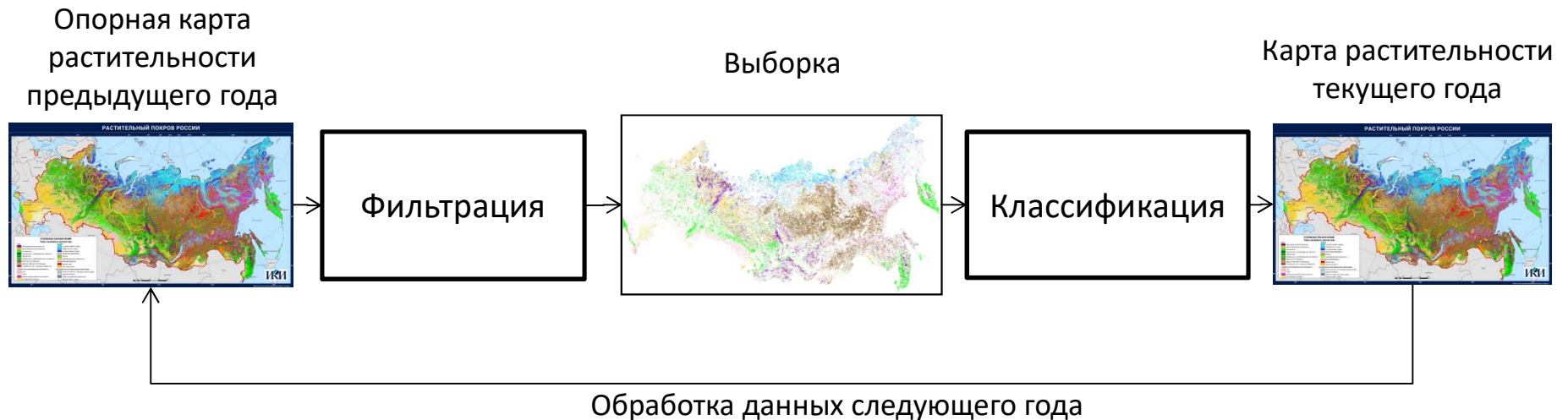
Ключевым этапом картографирования растительного покрова является формирование и актуализация опорной выборки, представляющей собой репрезентативное множество пикселей с известными классами. Исходная версия технологического этапа актуализации обучающей выборки включала статистическую фильтрацию, которая исключала часть пикселей, имеющих сильное отклонения яркостей, а также фильтровались пройденные огнем территории, детектированных по спутниковым данным. Такой подход приводил к постепенному уменьшению объема обучающей выборки, что могло приводить к постепенному уменьшению репрезентативности выборки.



Старый подход

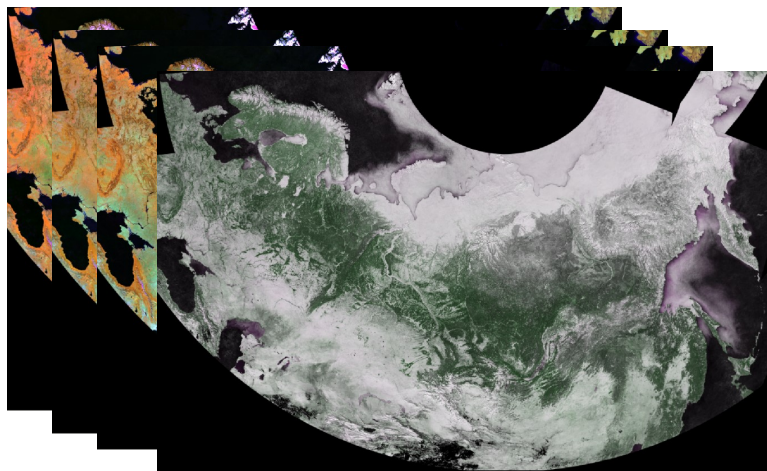
Картографирование растительного покрова с применением динамической актуализации обучающей выборки

В рамках работы предложен новый подход динамической актуализации обучающей выборки, свободный от эффекта ее нарастающей деградации. В качестве опорных данных используется карта, полученная по спутниковым данным предыдущего года. В основе подхода лежит статистическая фильтрация опорных данных с использованием информации об отражательной способности текущего года и привлечении дополнительных тематических продуктов об изменении лесного покрова. При таком подходе, опорная выборка может обновляться ежегодно без тенденции к постепенному уменьшению.



Новый подход

Используемые данные



Композиты MODIS*

Использованы композиты за следующие временные отрезки:

- 1 марта – 31 мая (весеннее композитное изображение), спектральные каналы Red, NIR и SWIR;
- 1 июня – 31 августа (летнее композитное изображение) спектральные каналы Red, NIR и SWIR;
- 1 сентября – 31 ноября (осеннее композитное изображение) спектральные каналы Red, NIR SWIR;
- 1 января – 31 апреля (зимнее композитное изображение) спектральные каналы Red и NIR.

*Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России // М.: ИКИ РАН, 2016. 208 с.



Опорная карта растительности



Формирование выборки

Процедура формирования обучающей выборки включает в себя:

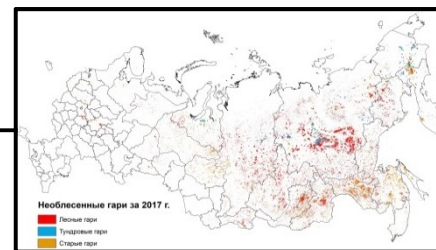
- формирование предварительной обучающей выборки на основе использования опорной карты земного покрова, по состоянию на предыдущий год;
- итеративная сравнительная фильтрация обучающей выборки, основанная на классификации разновременных данных.

1 этап: Формирование предварительной обучающей выборки

Опорная карта растительности
предыдущего года



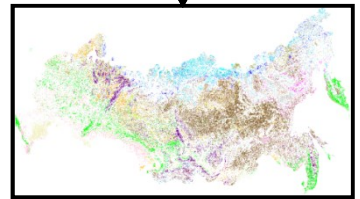
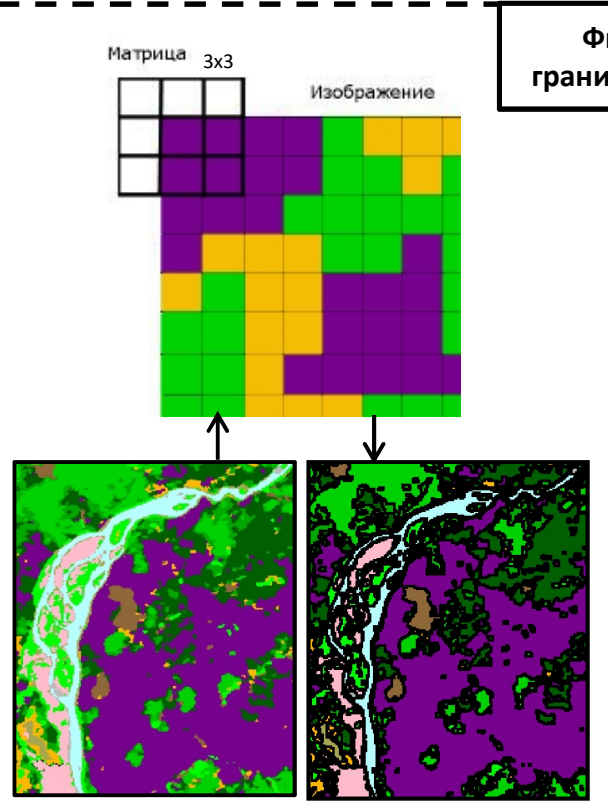
Внешние продукты (гари, с/х,
урбанизированная территория, вечные снега)



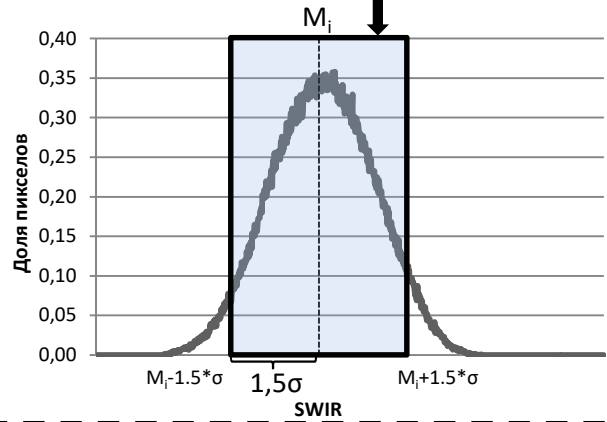
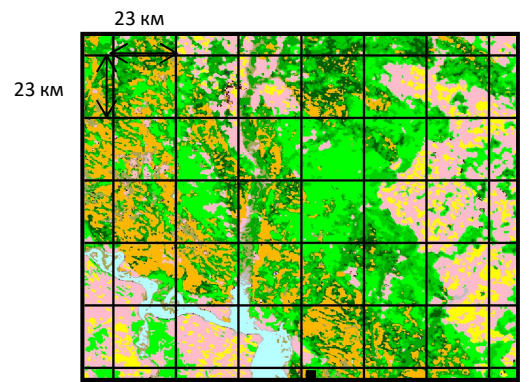
Фильтрация на основе
внешних продуктов

Фильтрация
граничных условий

Статистическая
фильтрация



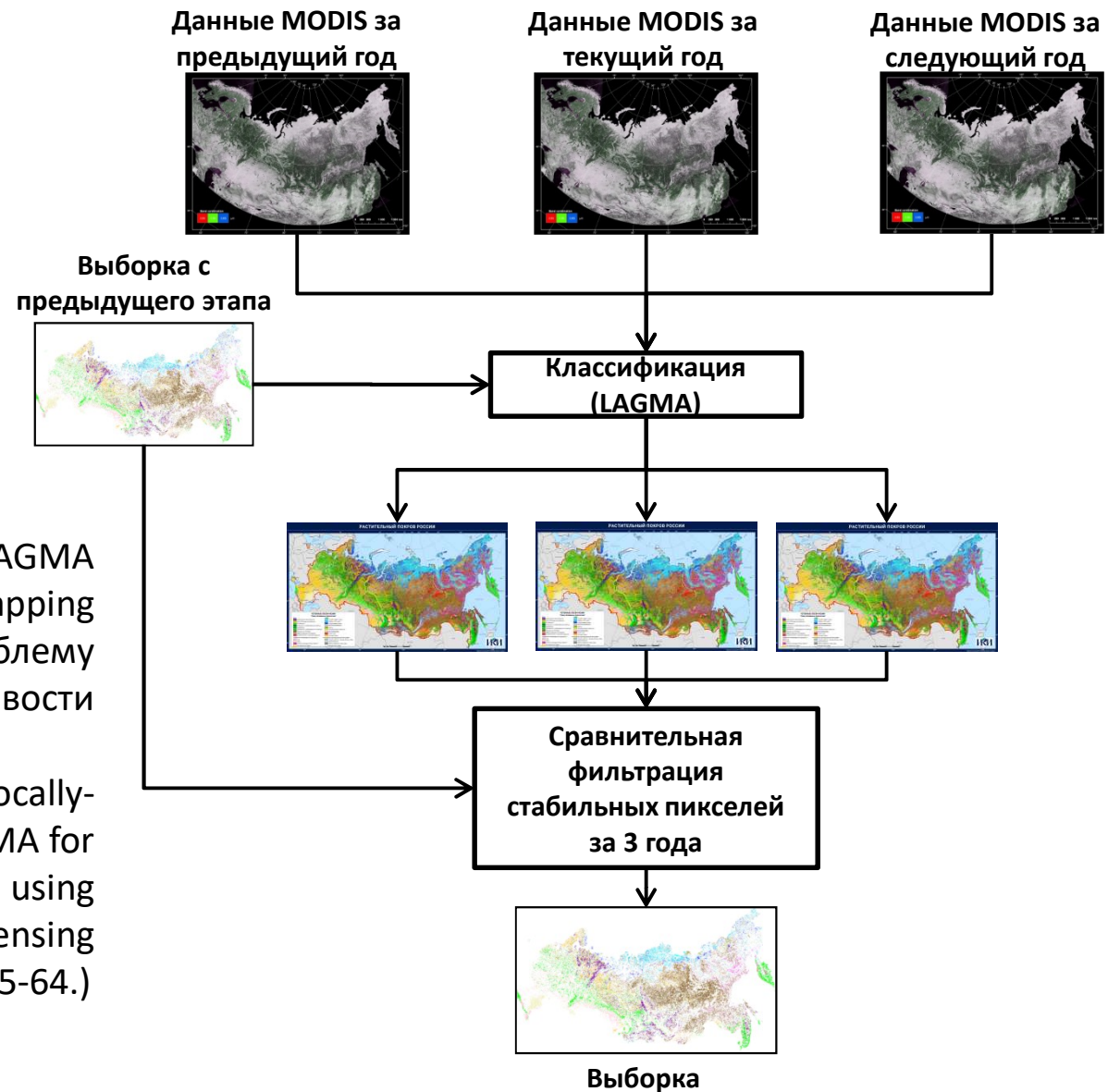
Выборка



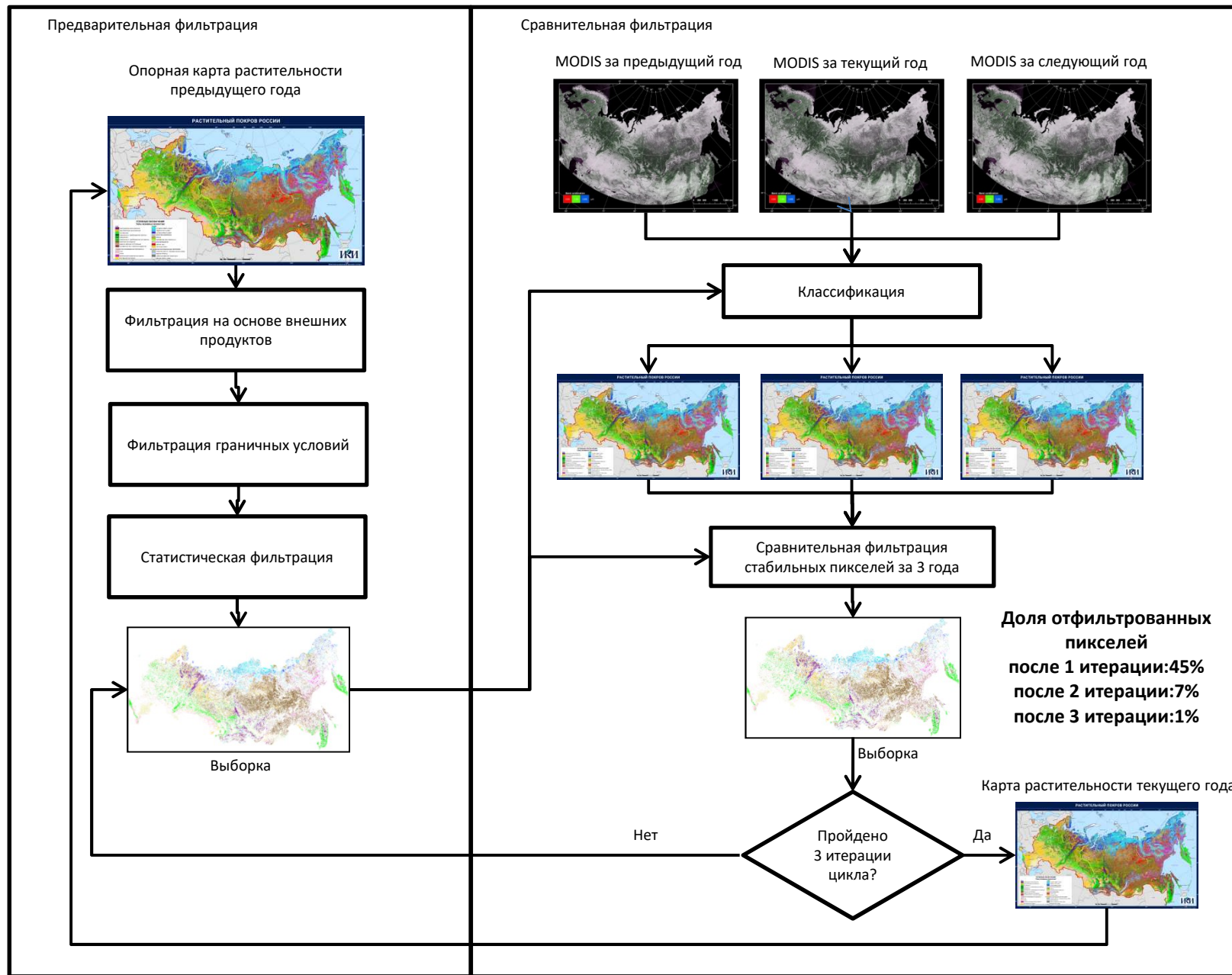
2 этап: Сравнительная фильтрация обучающей выборки для классов покрытых лесом земель

Для повышения уровня устойчивости классификации применяется методика сравнительной фильтрации.

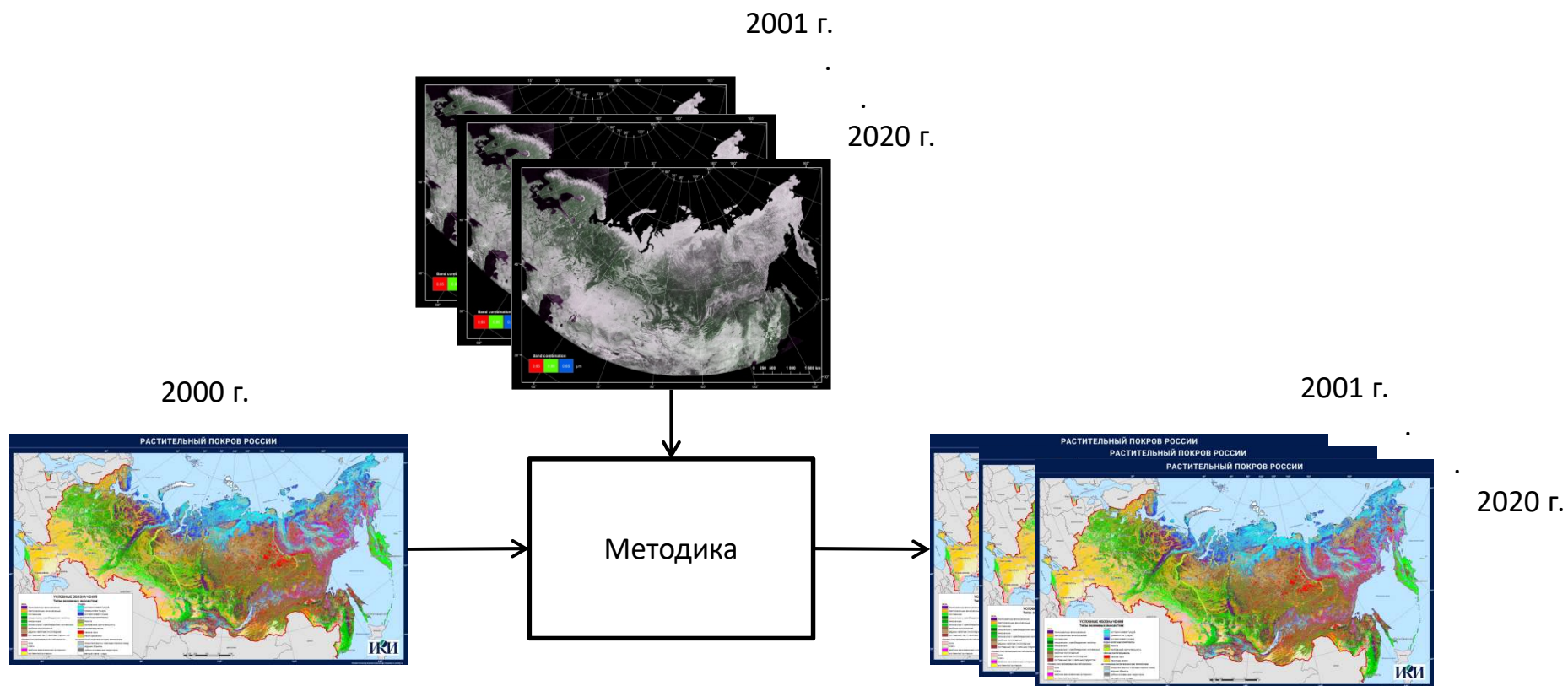
Локально-адаптивный подход LAGMA (Locally Adaptive Global Mapping Algorithm) позволяет решить проблему пространственной изменчивости классов растительности; (Bartalev S. A. et al. A new locally-adaptive classification method LAGMA for large-scale land cover mapping using remote-sensing data //Remote Sensing Letters. – 2014. – Т. 5. – №. 1. – С. 55-64.)



Общая схема методики



Формирование временного ряда карт растительности



Постобработка временных серий карт



Карта за предыдущий год



Карта за текущий год



Карта за следующий год

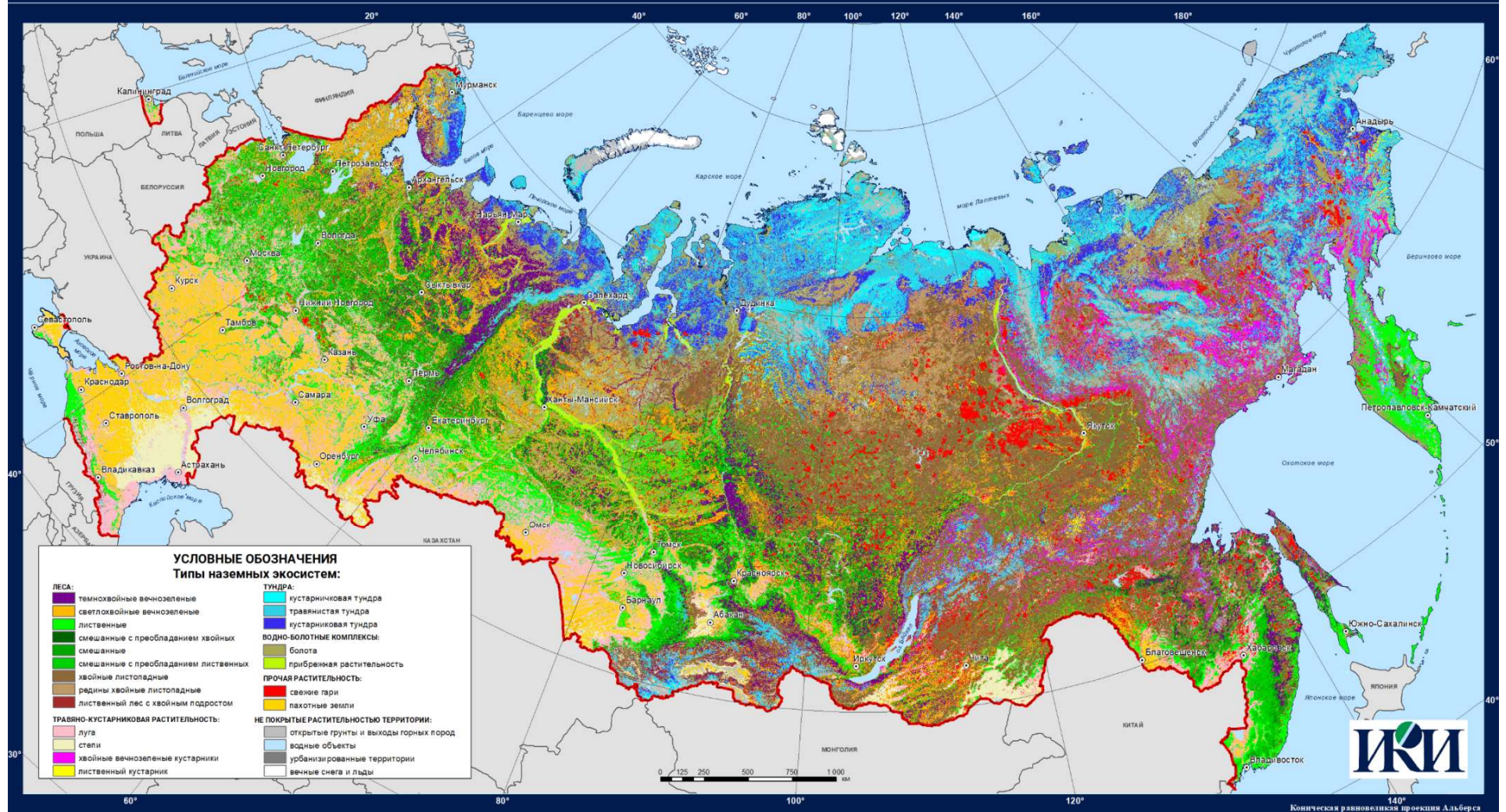
Если класс растительности за предыдущий год = класс растительности за следующий год, то присваиваем данный класс карте текущего года



Карта растительности текущего года после постобработки

Формирование временного ряда карт растительности

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ РОССИИ



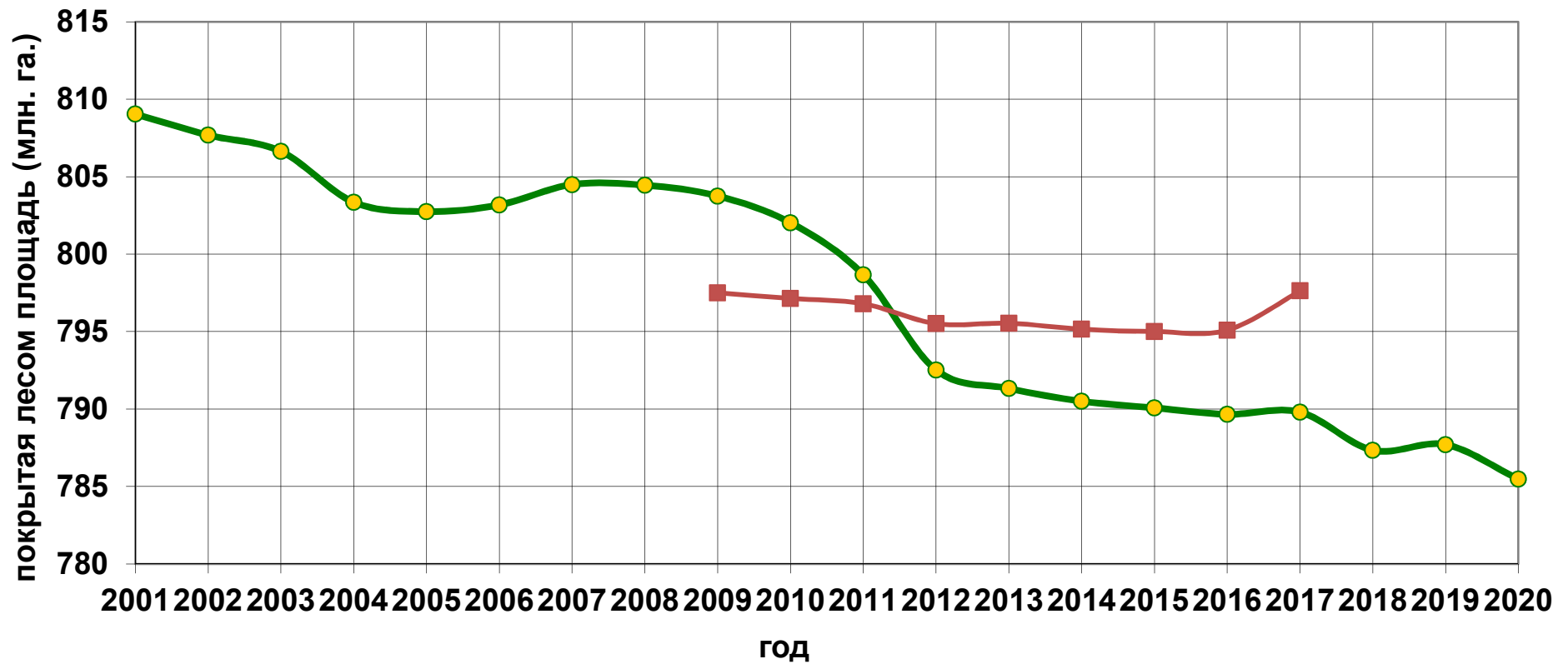
Карта растительного покрова за 2020 г.

Анализ временного ряда карт растительности

	Процент стабильных за весь период наблюдений пикселей, %	
	Изначальная версия метода*	Модифицированный метод
Темнохвойный лес	61,5	67,5
Светлохвойный лес	53,4	65,1
Лиственный Лес	65,7	72,3
Хвойный листопадный лес	69,0	71,3
Хвойный кустарник	44,6	55,3
Болота	65,7	70,7
Болота	53,2	70,4
Луга	59,6	78,7
Лиственные кустарники	51,2	66,8
Смешанный с преобладанием хвойных	52,9	42,8
Смешанный Лес	55,4	41,0
Смешанный с преобладанием лиственных	57,2	48,9
Открытые грунты и выходы горных пород	69,1	82,2
Степь	67,3	79,3
Прибрежная растительность	71,6	79,9
Кустарничковая тундра	52,6	64,7
Осоковые Тундры	53,8	68,1
Кустарниковая Тундра	42,6	53,1
Открытые грунты и выходы горных пород	54,0	76,8
Водоемы	92,3	92,3
Болота	44,8	45,3
Болота	68,1	78,6
Редины хвойные листопадные	46,6	58,8

*Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России // М.: ИКИ РАН, 2016. 208 с.

Анализ временного ряда карт растительности



● Площадь лесов России по данным ДЗЗ

■ Площадь лесов России по данным федеральной статистики

Анализ временного ряда карт растительности

Разница площади леса в границах субъектов РФ по данным ДЗЗ и по данным федеральной статистики в 2017 г., %



790,5 млн. га

Площадь лесов России по данным ДЗЗ, 2017 г.

797,6 млн. га

Площадь лесов России по данным федеральной статистики, 2017 г.

Заключение

1. На основе предложенного метода был получен временной ряд карт растительности за период 2001-2020гг;
2. Представленные данные позволяют также сделать вывод о более стабильных результатах, как по сравнению с исходной версией метода, так и с предыдущей реализацией;
3. Полученный временной ряд карт дает возможности оценки многолетних изменений лесов под воздействием природных и антропогенных факторов, процессов возобновления и сукцессионной динамики растительного покрова, необходимых для оценки и мониторинга бюджета углерода;
4. На данный момент проводятся исследования по использованию непараметрических методов классификации растительного покрова.

Исследования проведены за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-77-30015) с использованием инфраструктуры ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2015)