

Методика динамической актуализации опорной выборки для классификации растительности на основе спутниковых данных

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

¹ *Институт космических исследований РАН*

² *Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*

Восемнадцатая Всероссийская открытая конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»
16 – 20 ноября 2020 г.

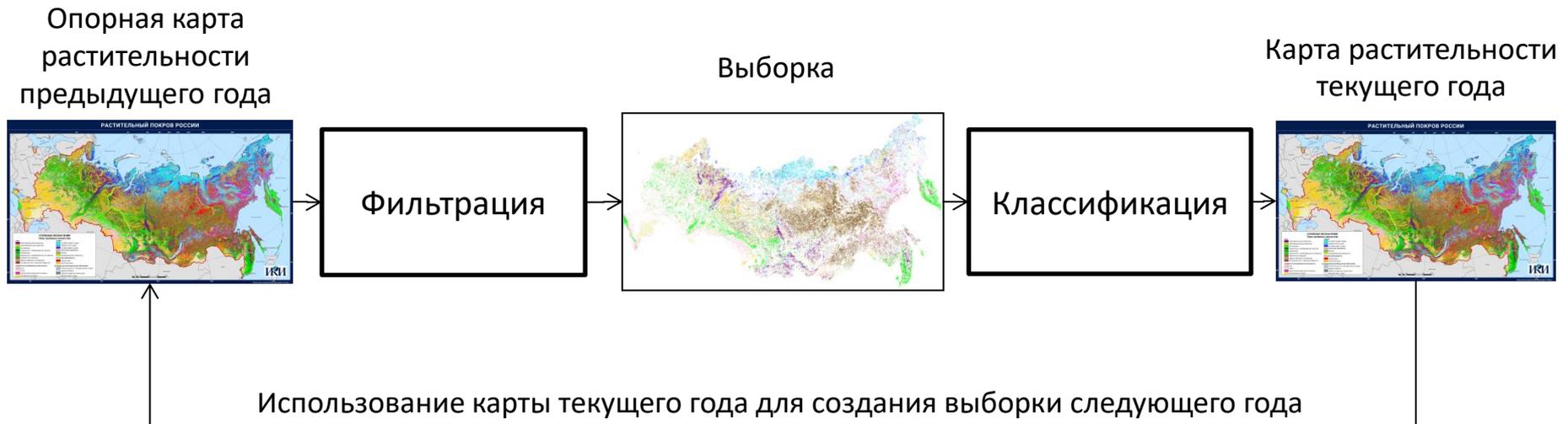
Актуальность работы

К настоящему времени создана технология получения ежегодно обновляемых карт растительности, основанная на классификации композитных изображений (Барталев и др., 2016). Поскольку классификация, используемая при создании данных карт, требует в качестве одного из входных параметров опорную выборку, важным аспектом является методика её ежегодной актуализации. Существует ряд значительных изменений при переносе тематических данных, полученных по результатам наблюдений одного года, на данные спутниковых наблюдений другого года.

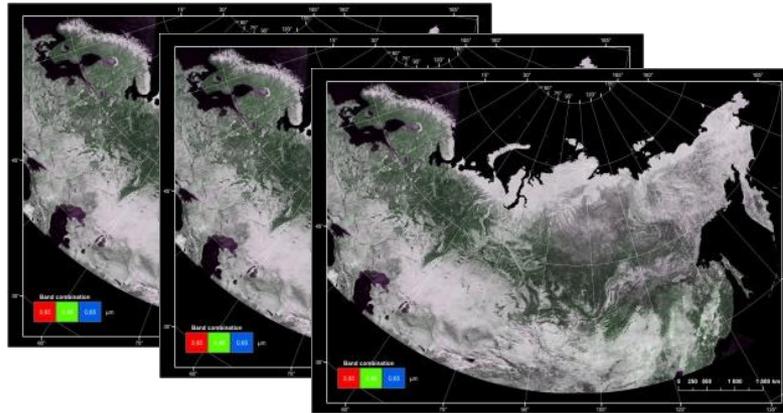
До настоящего времени перенос опорной выборки производился с применением статистической фильтрации, которая исключала часть пикселей, имеющих сильное отклонения яркостей, а также фильтровались пройденные огнем территории, детектированных по спутниковым данным. Такой подход приводил к постепенному уменьшению объема обучающей выборки, что могло приводить к постепенному уменьшению репрезентативности выборки.

Цель работы

В рамках работы предложен новый метод ежегодного создания опорной выборки, при котором в качестве опорных данных использовалась карта, полученная по спутниковым данным предыдущего года. В основе метода 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.



Используемые данные



Композиты MODIS

Для распознавания классов используются данные MODIS (пространственное разрешение 230 м), полученные в красной (Red, длина волны около 0.65 мкм), ближней (NIR, длина волны около 0.85 мкм) и средней (SWIR, длина волны около 1.6 мкм) и инфракрасной областях спектра. При этом формируются очищенные от влияния мешающих факторов композитные изображения земной поверхности, сформированные по данным наблюдений за следующие временные отрезки:

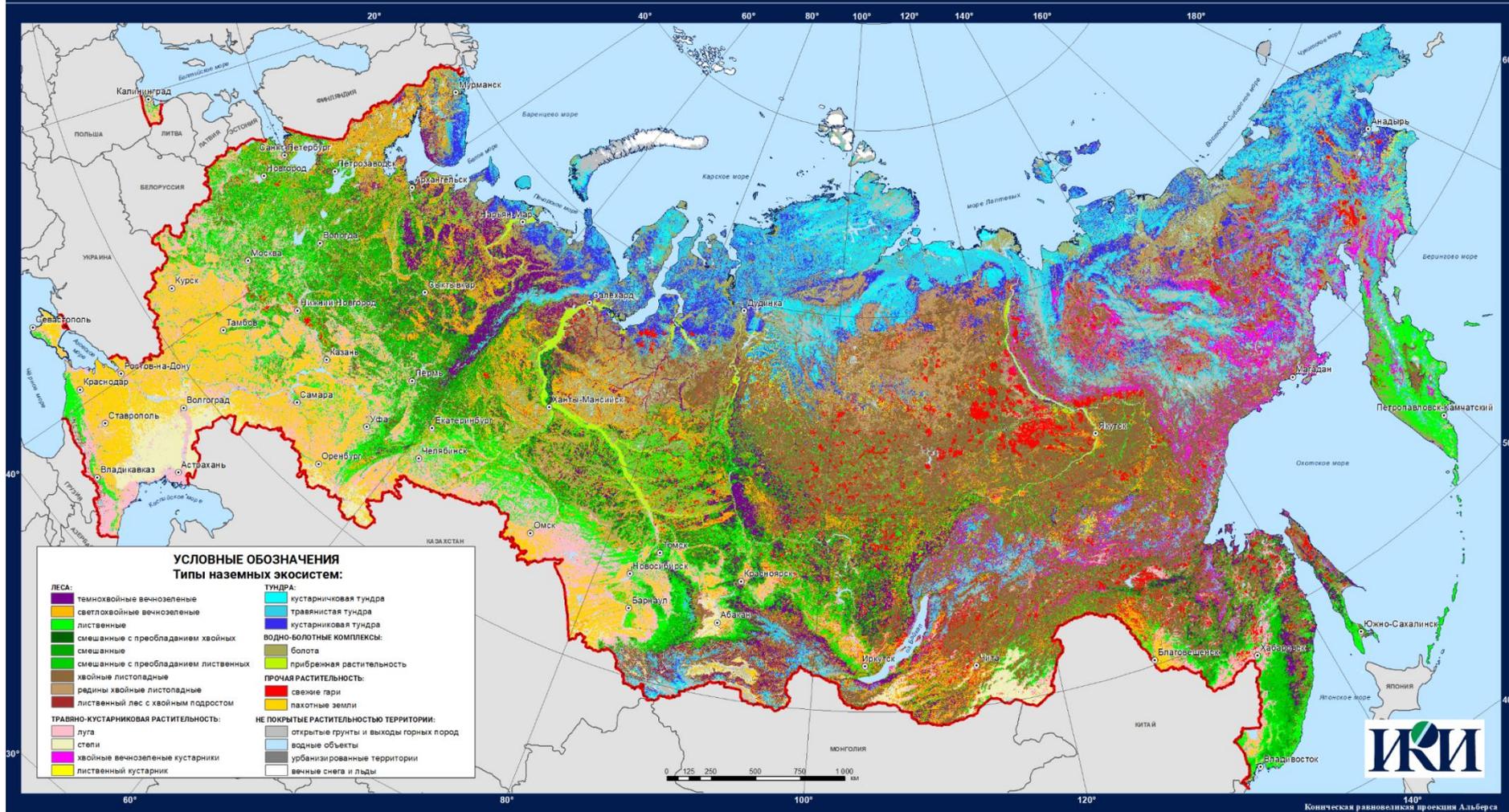
- 1 марта – 31 мая (весеннее композитное изображение), спектральные каналы Red, NIR и SWIR;
- 1 июня – 31 августа (летнее композитное изображение) спектральные каналы Red, NIR и SWIR;
- 1 сентября – 31 ноября (осеннее композитное изображение) спектральные каналы Red, NIR и SWIR;
- 1 января – 31 апреля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

Построенные композитные изображения используются в дальнейшем для формирования опорной выборки и распознавания классов земного покрова.

Формирование предварительной обучающей выборки за 2001 год проводится на основе опорной карты растительности за 2000 г.

Используемые данные

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ РОССИИ



Формирование предварительной обучающей выборки за 2001 год проводится на основе опорной карты растительности за 2000 г, полученной на основе существующей временной серии карт.

Описание метода

Динамическая актуализация обучающей выборки предполагает ее рекурсивное формирование для рассматриваемого года на основе результатов картографирования земного покрова в предшествующем году с фильтрацией на основе данных ДЗЗ претерпевших изменения пикселей и имеющейся вспомогательной информации о воздействии на леса различных деструктивных факторов. В качестве начальной обучающей выборки используется карта земного покрова, полученная по данным ДЗЗ предыдущего года.

Процедура формирования обучающей выборки включает в себя следующие этапы:

- формирование предварительной обучающей выборки на основе использования опорной карты земного покрова, по состоянию на предыдущий год;
- сравнительная фильтрация обучающей выборки для классов покрытых лесом земель;

1 этап: Формирование предварительной обучающей выборки

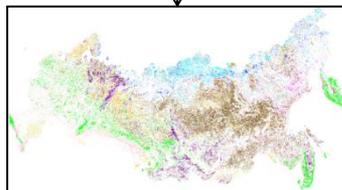
Опорная карта растительности
предыдущего года



Фильтрация внешних продуктов

Фильтрация внешних продуктов

Фильтрация внешних продуктов



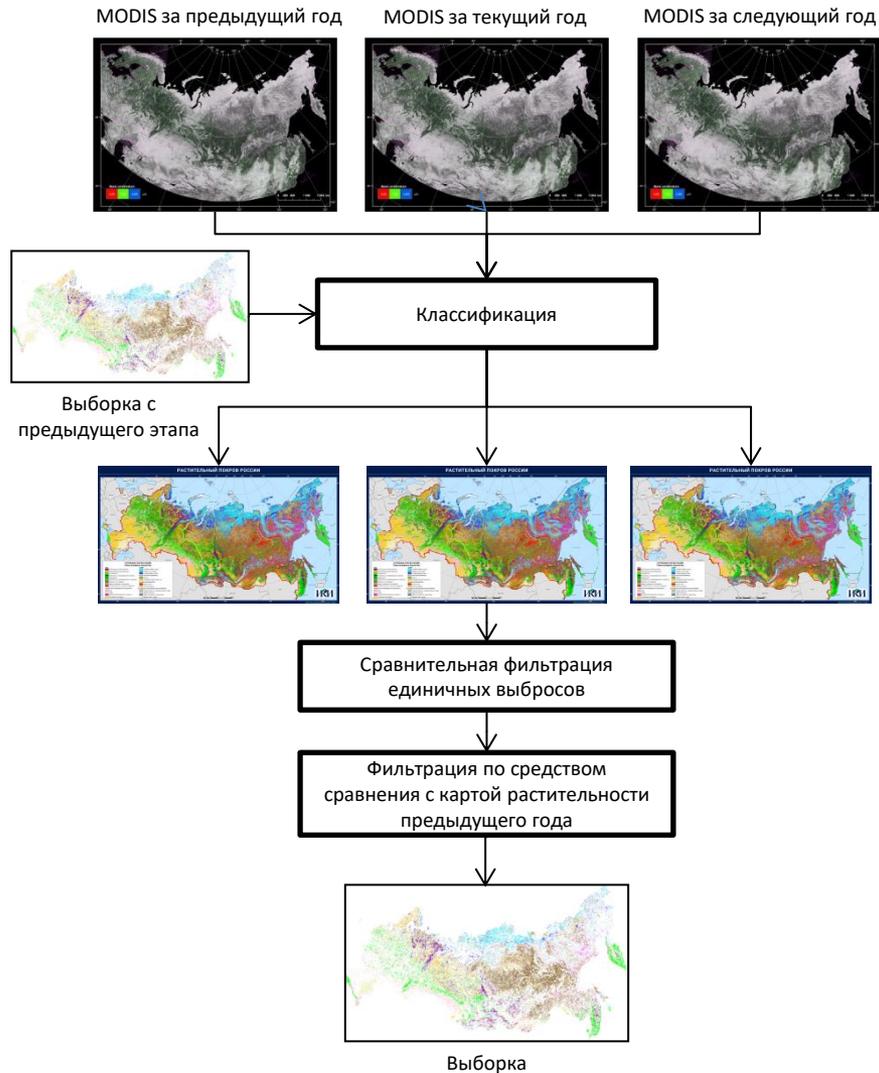
Выборка

На первом этом в предварительную выборку включаются пиксели только 23 классов, не включая гари; пахотные земли; урбанизированные территории и вечные снега (данные классы растительности получены из внешних источников).

Далее из полученной выборки дополнительно удалятся граничные пиксели классов растительности с помощью морфологической операции эрозии скользящим окном 3x3 пиксела.

Для статистической фильтрации обучающей выборки двумерное пространство композитных изображений разбивается на ячейки регулярной сети 100 x 100 пикселей с последующей оценкой в них для каждого класса земного покрова и спектрального диапазона среднего (M_i) и среднеквадратического отклонения (σ) значений коэффициента спектральной яркости (КСЯ). Если в заданном окне отсутствует необходимое для сбора статистики количество пикселей, то оно последовательно расширяется до достижения установленного порога репрезентативности выборки. Радиусы расширения, полученные для первого года обучения применяются для всего временного ряда карт растительности. Далее значение каждого пиксела, принадлежащего определенному классу земного покрова, проверяется на принадлежность к интервалам значений ($M_i - 1.5 \cdot \sigma$, $M_i + 1.5 \cdot \sigma$) с использованием каждого из разносезонных многоспектральных изображений. Пиксель исключается из опорной выборки, если его значение выходит за границы заданных интервалов.

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



Для повышения уровня устойчивости классификации покрытых лесами земель применяется методика сравнительной фильтрации лесных классов, описанная далее.

Полученная ранее выборка используется для параллельной классификации сразу за предыдущий настоящий и будущий года. Полученные карты растительности сравниваются. И для дальнейшей классификации используются только те пиксели у которых классы растительности совпадают за все три года.

Далее сравниваются полученная карта с опорной картой растительности и пиксели у которых не совпадают значение классов растительности отсеиваются.

После этого описанная выше методика получения опорной выборки применяется для карты растительности, полученной по новой выборке. Всего применяется 3 итерации. После 3 итерации отсеивается только 1 процент пикселей. Поэтому не используется более 3 итераций фильтрации карт растительности.

Полученная выборка позволяет получать карты растительности для всей территории РФ, которая в дальнейшем используется как опорная карта растительности для формирования выборки следующего года.

Общая схема методики

Предварительная фильтрация

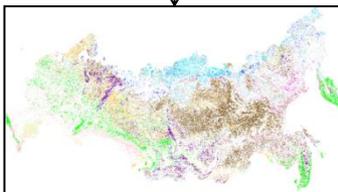
Опорная карта растительности
предыдущего года



Фильтрация внешних продуктов

Фильтрация внешних продуктов

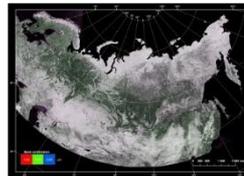
Фильтрация внешних продуктов



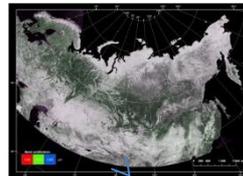
Выборка

Сравнительная фильтрация

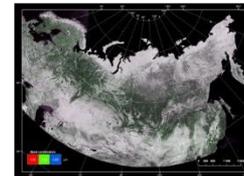
MODIS за предыдущий год



MODIS за текущий год



MODIS за следующий год

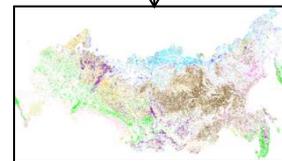


Классификация



Сравнительная фильтрация
единичных выбросов

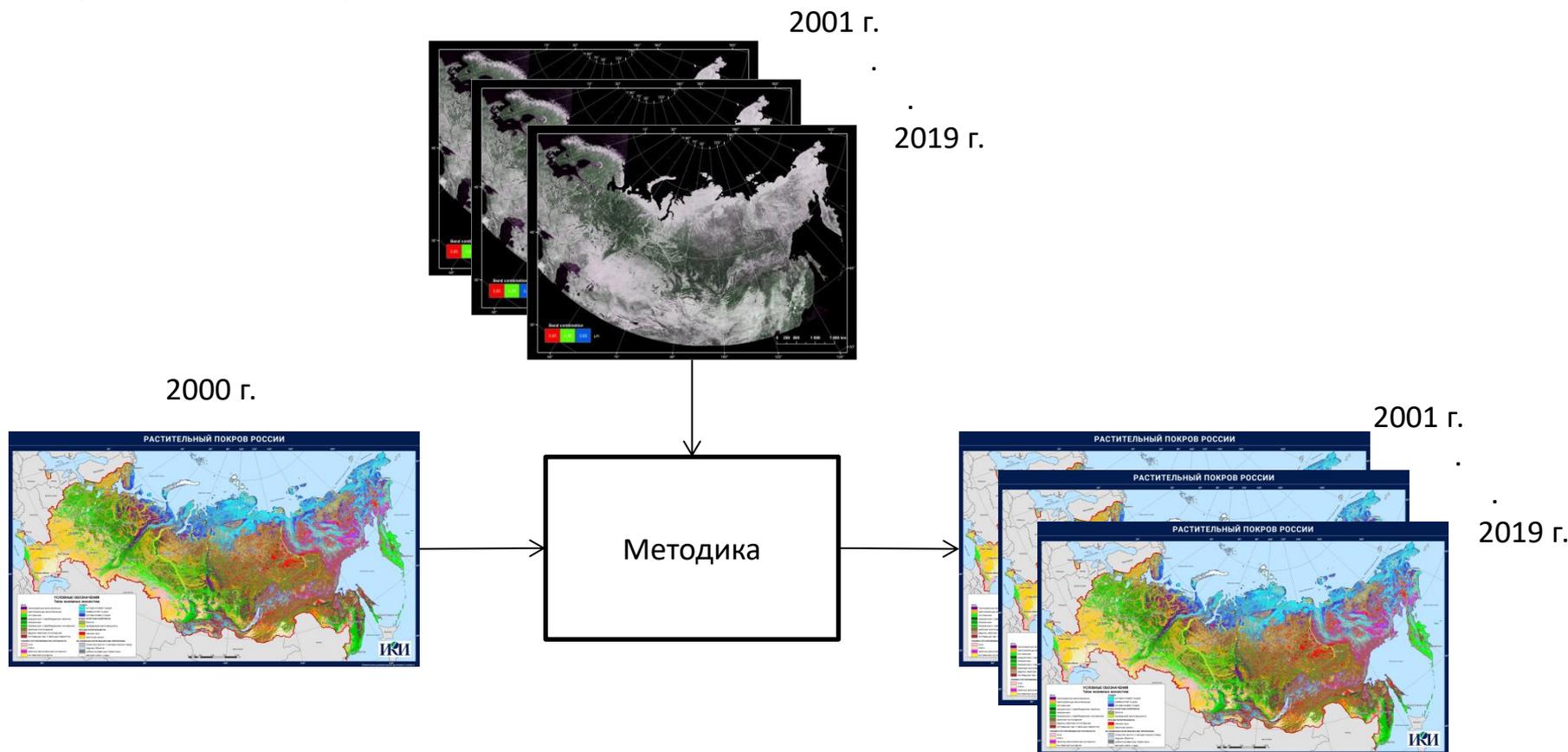
Фильтрация по средством
сравнения с картой растительности
предыдущего года



Выборка

Выводы

Полученная методика позволяет создавать временную серию карт растительности без постепенного уменьшения объема и репрезентативности обучающей выборки.



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