

Картографирование пахотных земель России на основе сезонных серий **MODIS** высокого временного разрешения

Плотников Д.Е., Трошко К.А., Щербенко Е.В., Толпин В.А., Денисов П.В., Кобец Д.А.

Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 17 ноября 2021



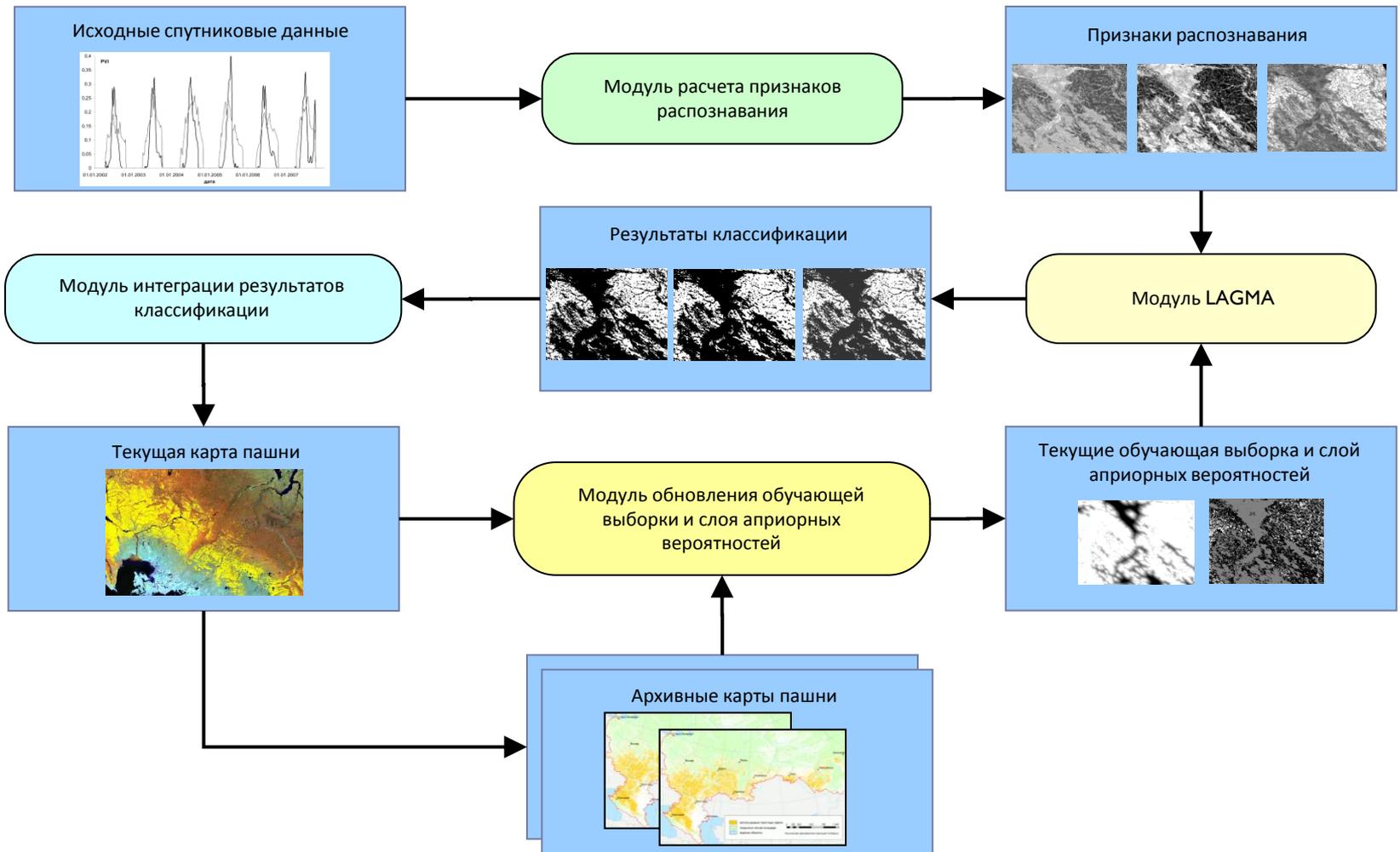
Актуальность

- ▶ В России находится около 8% общемировой площади пашни (четвертая после Индии, США и Китая), расположенной на территории протяженностью около 10000 км (9 часовых поясов);
 - ▶ Точные и актуальные карты пашни необходимы для распознавания культур, оценки их состояния, прогнозирования урожайности, контроля процессов распашки и забрасывания земель;
 - ▶ Почвы сельскохозяйственных земель играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны и борьбе с климатическими изменениями путём удержания и сохранения органического углерода (инициатива «4 промилле»)
-

Актуальность

- ▶ В отличие от ЕС с программой MARS, CwRS+LPIS (Control with remote sensing, Land parcel identification system), USDA с программой GAMS (Global agriculture monitoring system) + FEWS NET, Китая – с Charms и CropWatch, в России нет национальной системы спутникового сельскохозяйственного мониторинга (при этом она участвует в программе GEOGLAM)
 - ▶ Участие ИКИ РАН в информационном обеспечении СХМП-2021 на основе спутниковых данных
-

Технология распознавания используемых пахотных земель на основе многолетних серий



Параметрический классификатор требует использования многолетних временных серий

Цели

- ▶ **Построение технологии для ежегодного картографирования используемых пахотных земель России на основе однолетних рядов спутниковых наблюдений**
 - ▶ Оработка методов ежегодного картографирования пашни России на основе использования редко актуализируемых статистических данных о площадях используемой пашни и «стартовой» точной обучающей выборки, представленной в границах некоторых объектов представления статистических данных
-

Задачи

- ▶ Построение и оценка информативности сезонных спектрально-временных и других признаков для распознавания используемой пашни;
 - ▶ Автоматическое построение пространственно-представленной и актуализированной обучающей выборки для распознавания пашни;
 - ▶ Оценка точности результатов распознавания
-

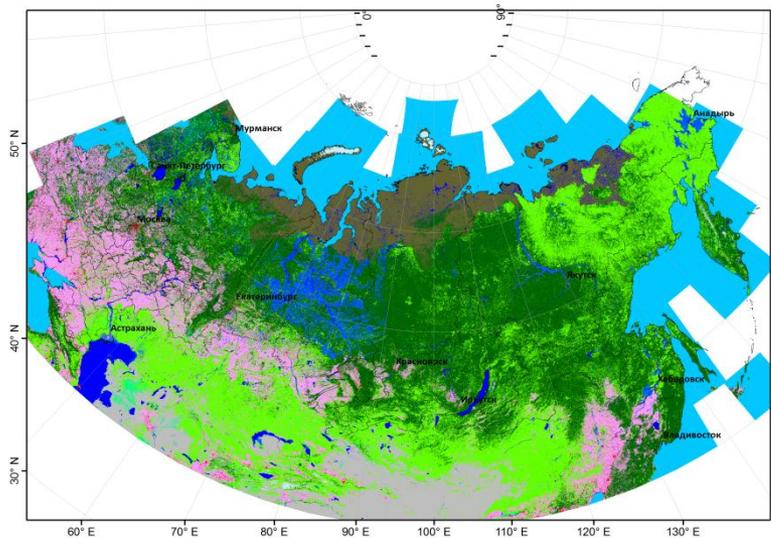
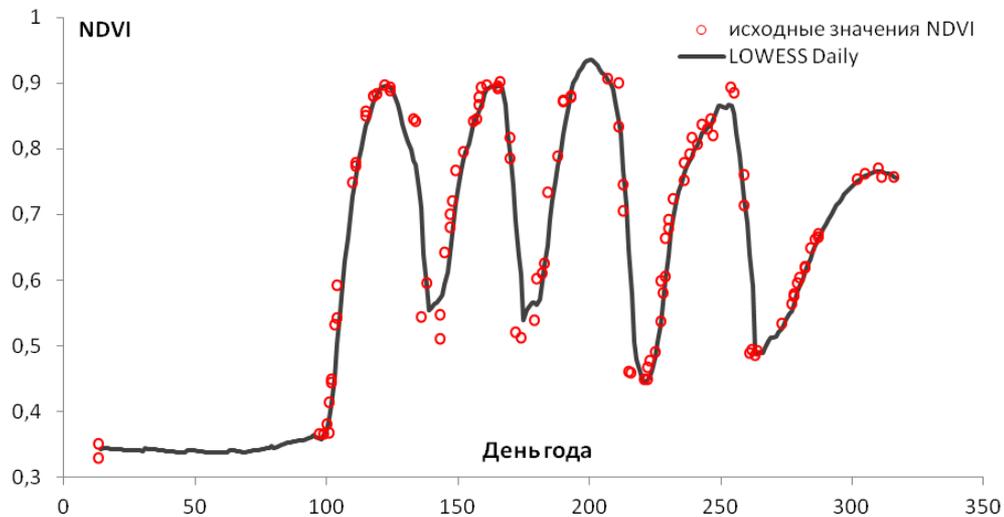
Определение

- ▶ Пашня – участок земной поверхности, имеющий в анализируемом году и вплоть до осени года, предшествующего предыдущему, признаки распашки, выращивания озимых и яровых сельскохозяйственных культур, укосов многолетних трав, посеянных в предыдущие годы (Росстат)
 - ▶ Применение настоящего определения к спутниковым данным уточняет определение соответствующего тематического класса: пиксель относится к классу «пашня» если более 50% его площади является пашней
-

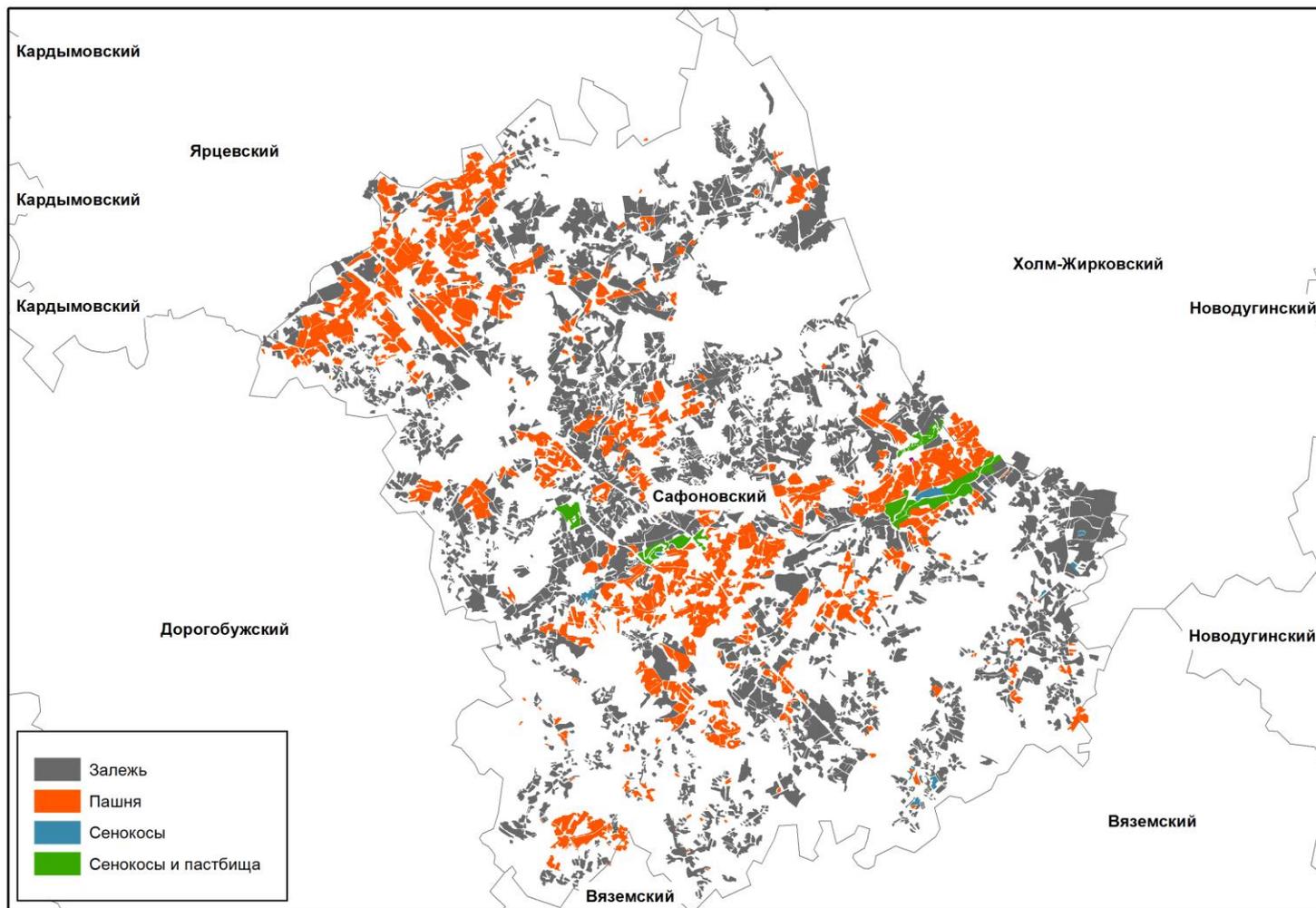
Данные

- ▶ Данные о площадях используемой пашни: данные СХ переписи за 2016 год на уровне районов РФ для распознавания и СХМП-2021 для оценки результатов;
 - ▶ Результаты экспертной фотоинтерпретации на основе данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения:
 - ▶ Результаты интерпретации всей территории 105 (из примерно 2200, ~5%) районов РФ;
 - ▶ Результаты интерпретации объектов класса «пашня» (всего 5990 полей) в 1024 различных районах агропояса РФ;
 - ▶ Данные глобальной агростратификации GAEZ;
 - ▶ Карта растительного покрова GlobeLand30 за 2020 год;
 - ▶ Сезонные временные серии MODIS восстановленных ежедневных измерений КСЯ земной поверхности РФ
-

Данные

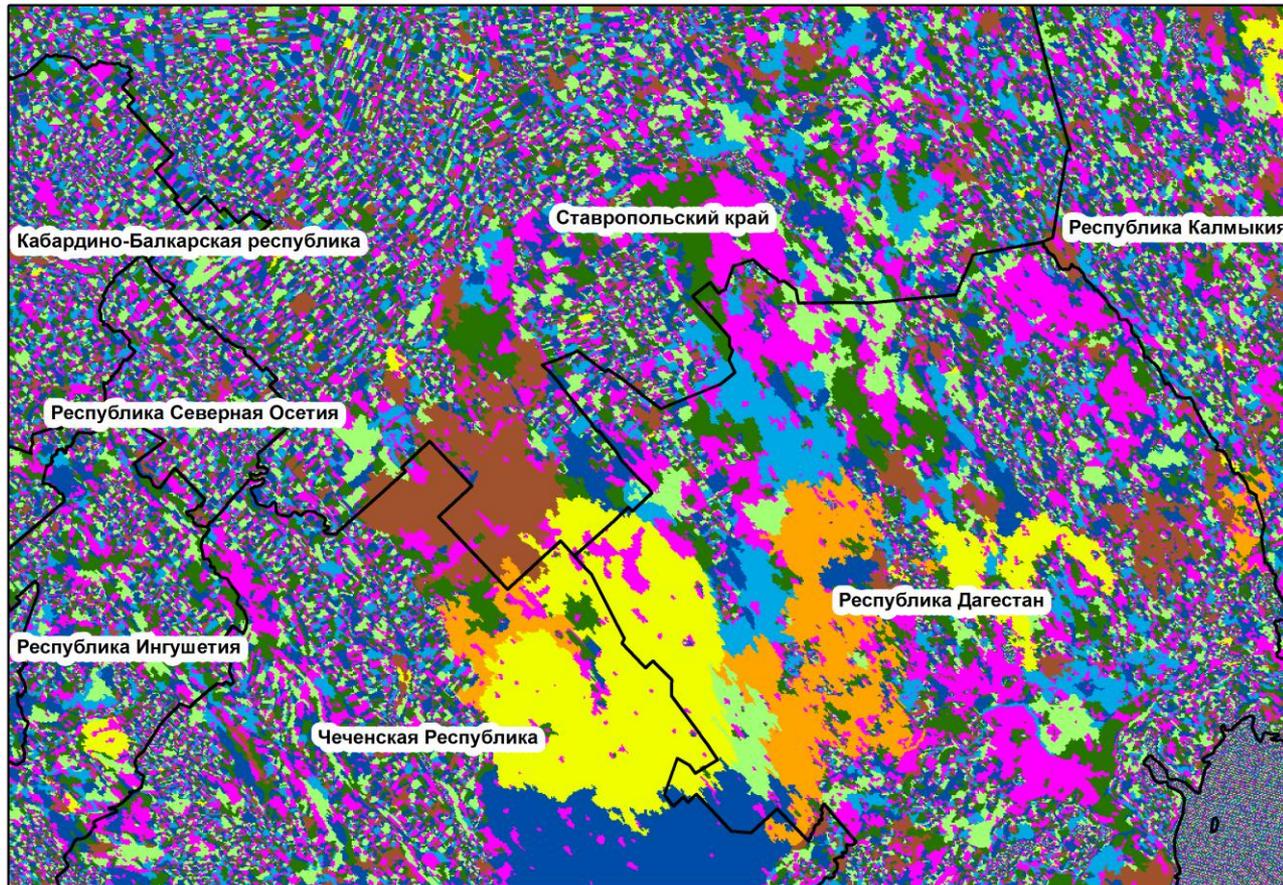


Данные. Экспертная интерпретация



Экспертная фотоинтерпретация района на примере Смоленской области

Данные. Сегментация на основе сезонных серий спутниковых данных

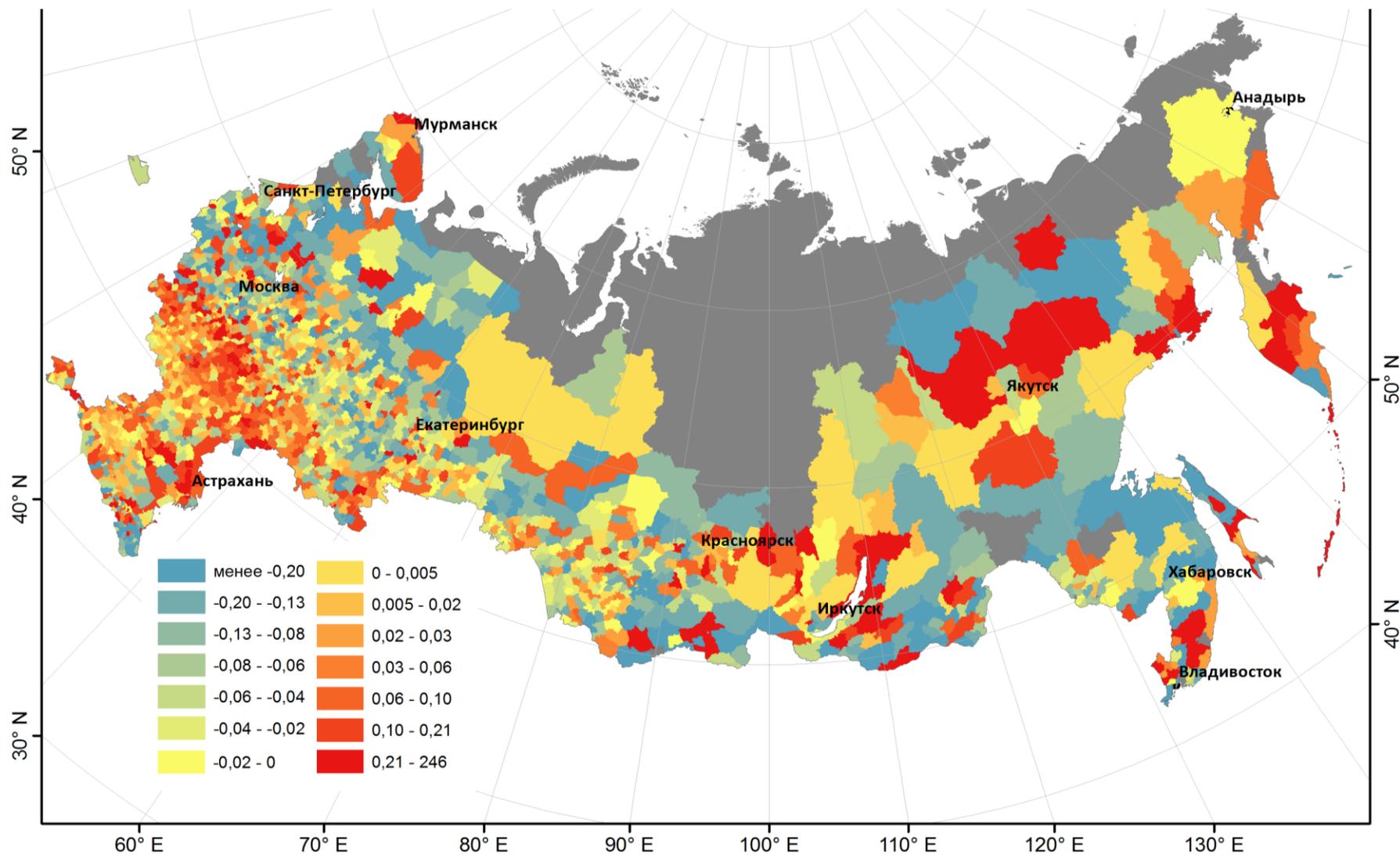


Сегментация выделяет сезонно-однородные участки земной поверхности на основе восстановленных сезонных серий ежедневных измерений MODIS (Red, NIR)

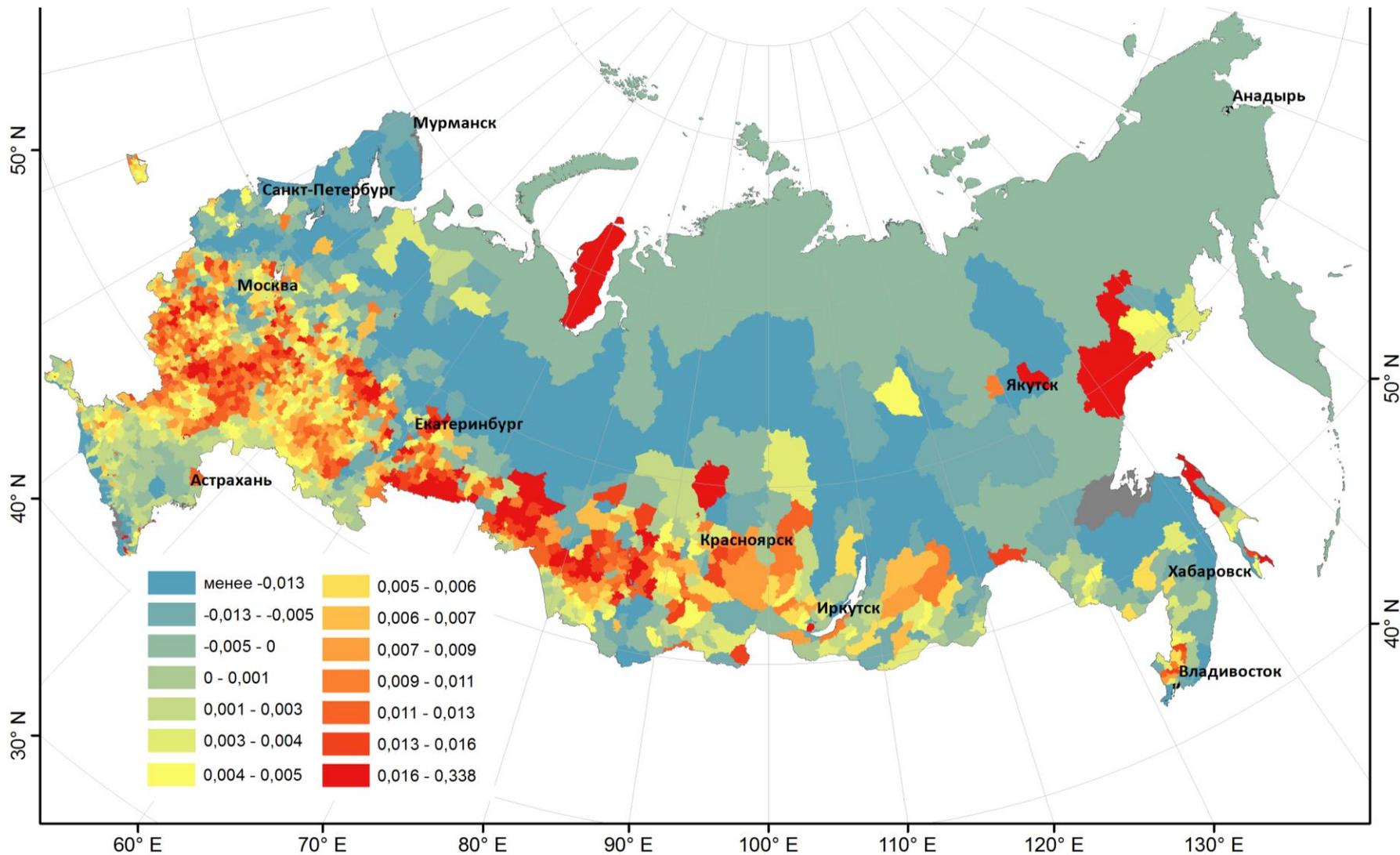
Методы

- ▶ Использование Random Forest для оценки информативности признаков (метрика MDA) и для непосредственно классификации;
 - ▶ Метод пространственной экспансии (распространения) и взвешивания обучающей выборки в зависимости от уровня неопределенности/ошибки оценки
 - ▶ Использование универсального метода wLOESS для весовой интерполяции ежедневных сеансных измерений Red, NIR, NDVI, PVI с получением сезонных серий высокого временного разрешения и сезонных спектрально-временных признаков;
-

Относительная ошибка, связанная с изменением площади пашни во времени



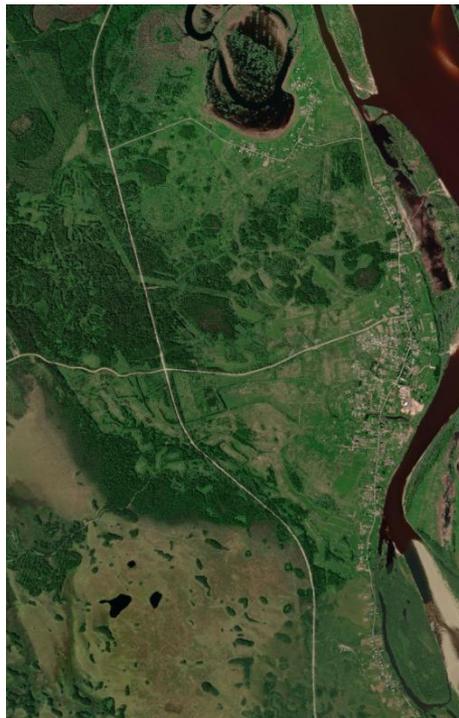
Относительная ошибка оценка площади пашни, связанная с размером пикселя MODIS



Использование карты GlobeLand30



Фрагмент GL30



Спутниковый
снимок



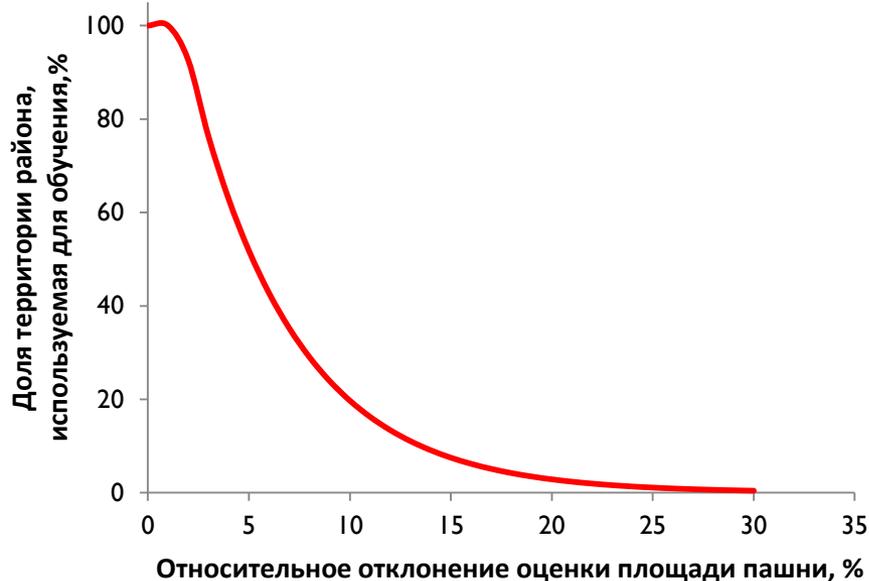
Маска по классу
пашня (30 м)



Доля класса в
пикселе MODIS

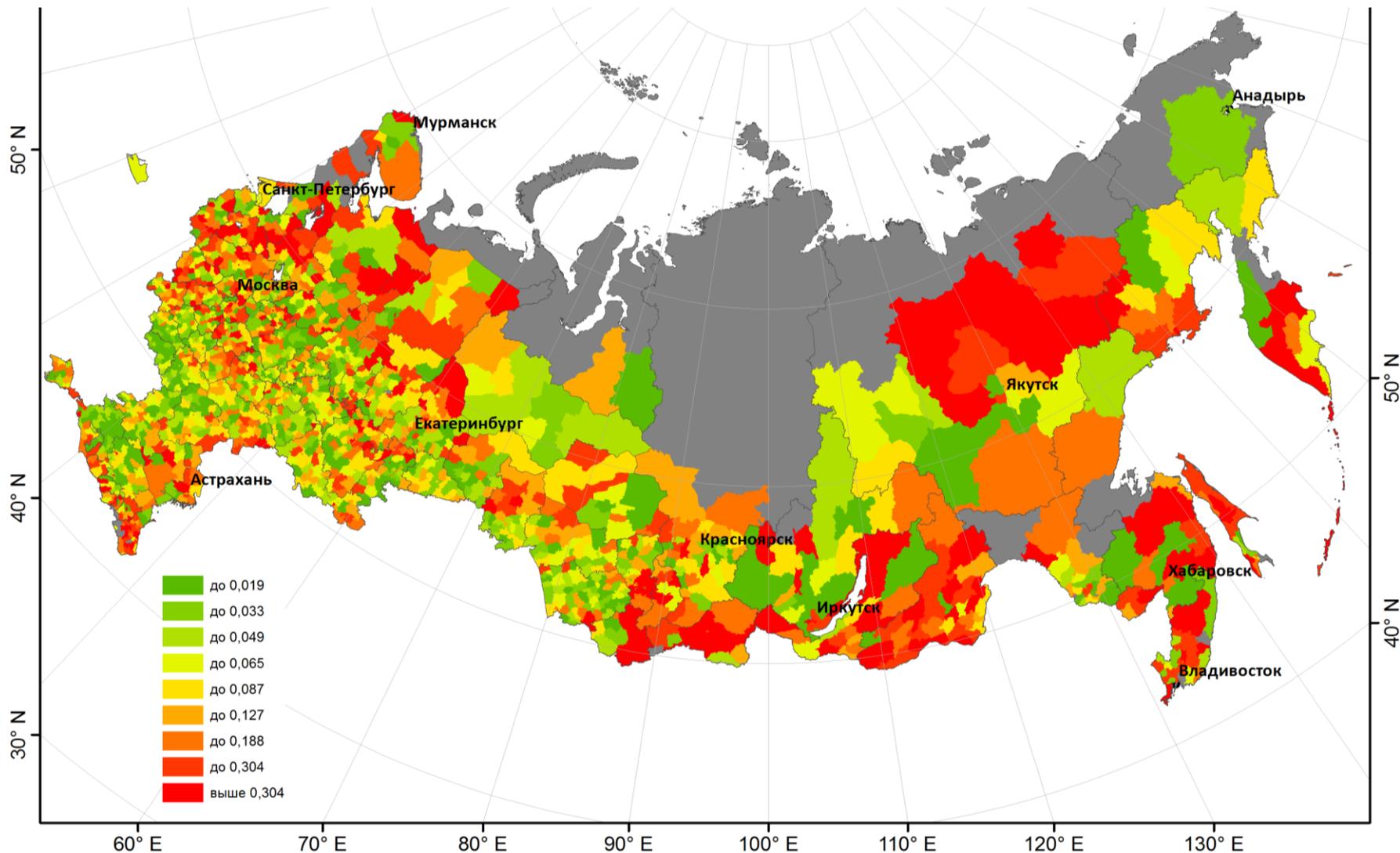
Весовая функция

- ▶ Ошибка, связанная с изменениями площади пашни, произошедшие со времени последней переписи Δt
- ▶ Ошибка, связанная с пространственным разрешением прибора Δr

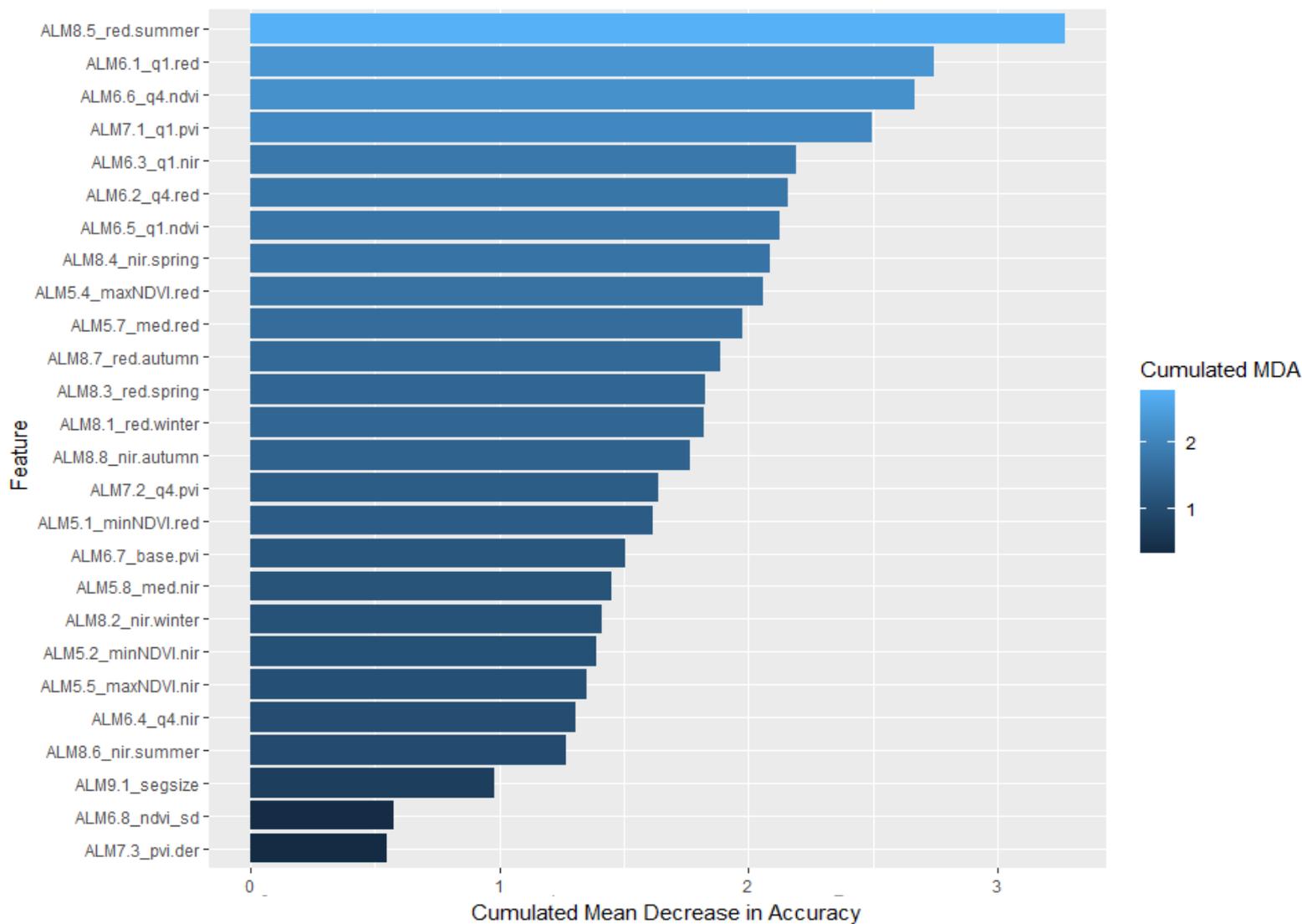


Общая относительная ошибка $\Delta e = \sqrt{\Delta t^2 + \Delta r^2}$

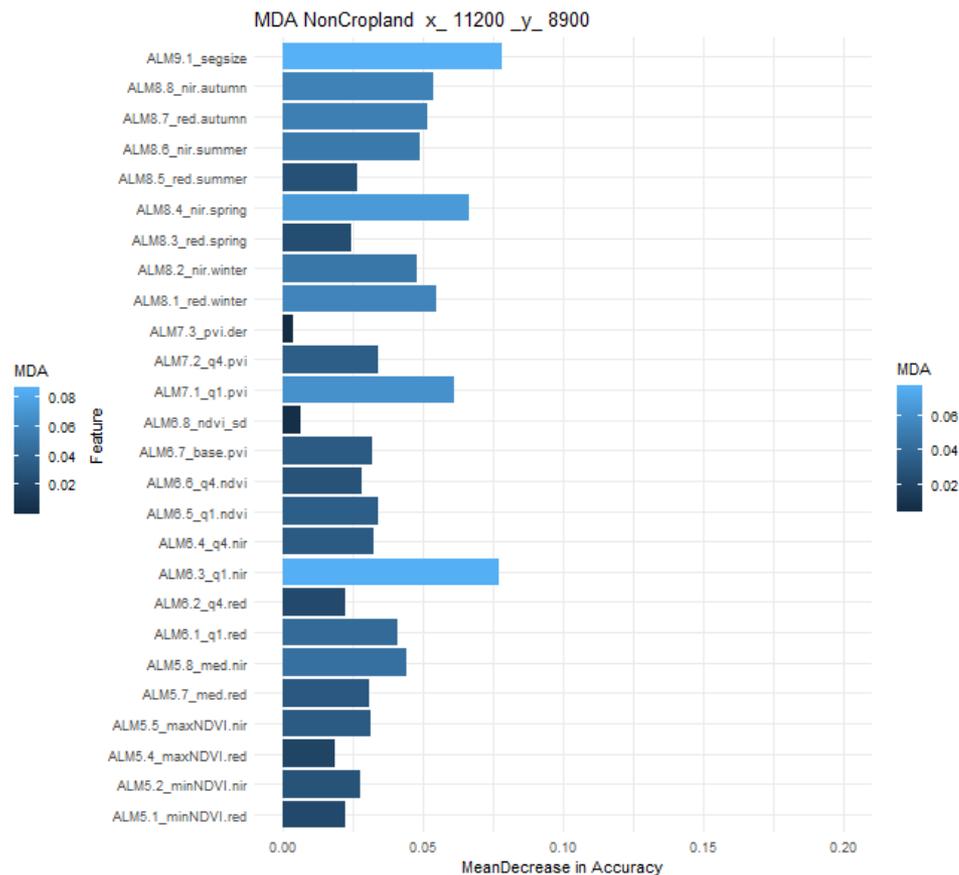
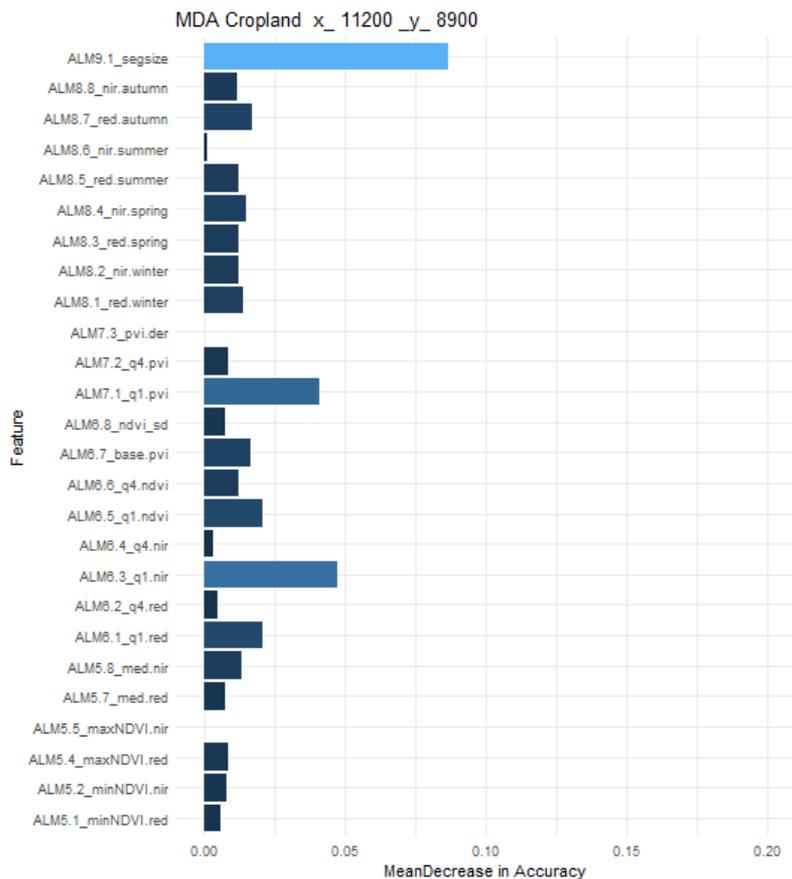
Общая относительная неопределенность оценки площади пашни



Спектрально-временные признаки, значимость

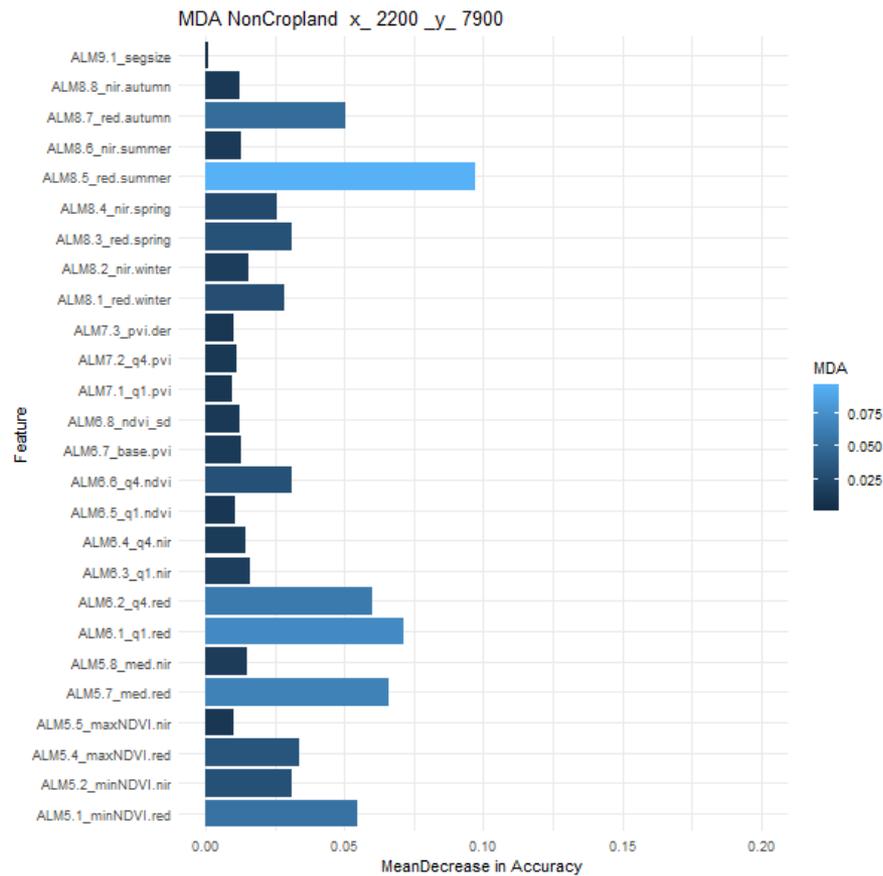
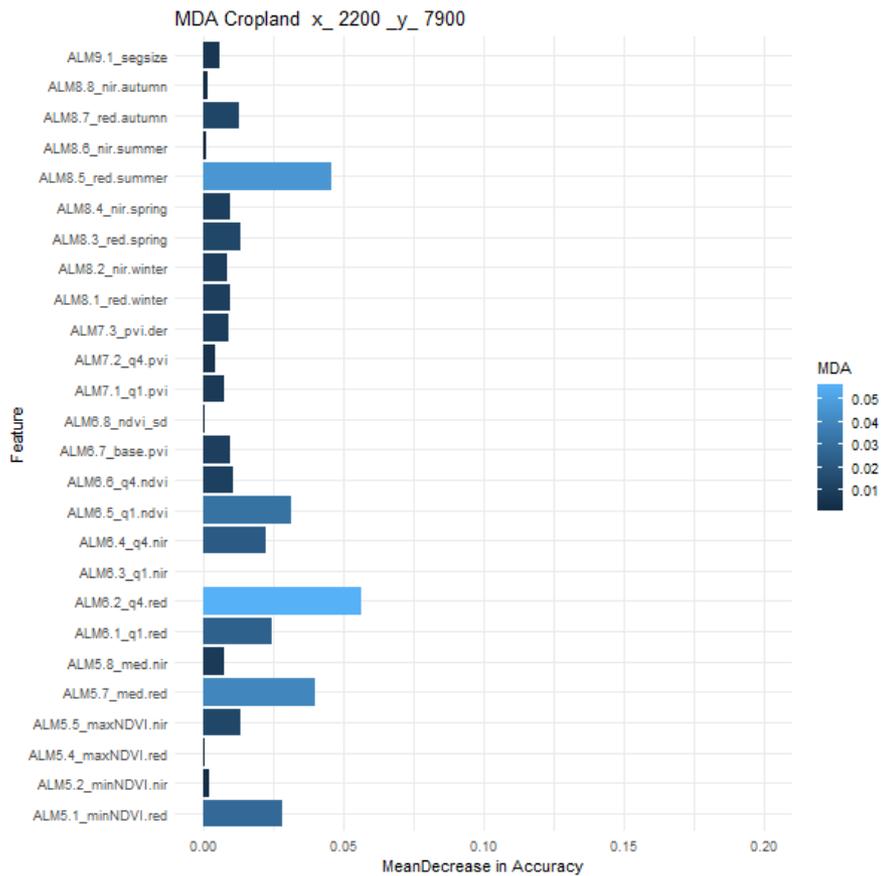


Вариабельность значимости признаков на больших территориях



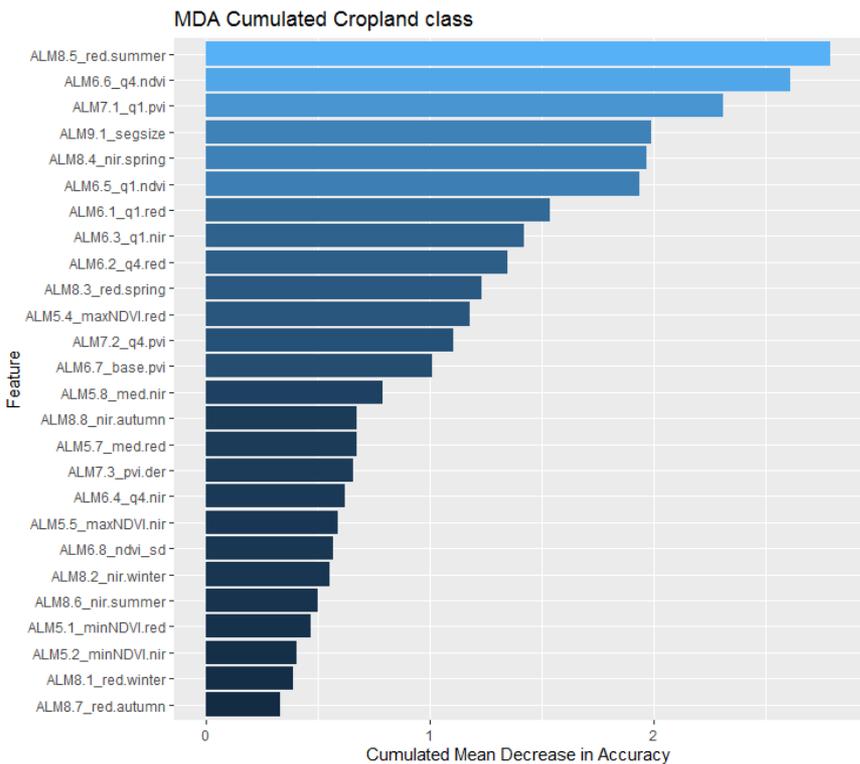
Республика Башкортостан

Вариабельность значимости признаков на больших территориях

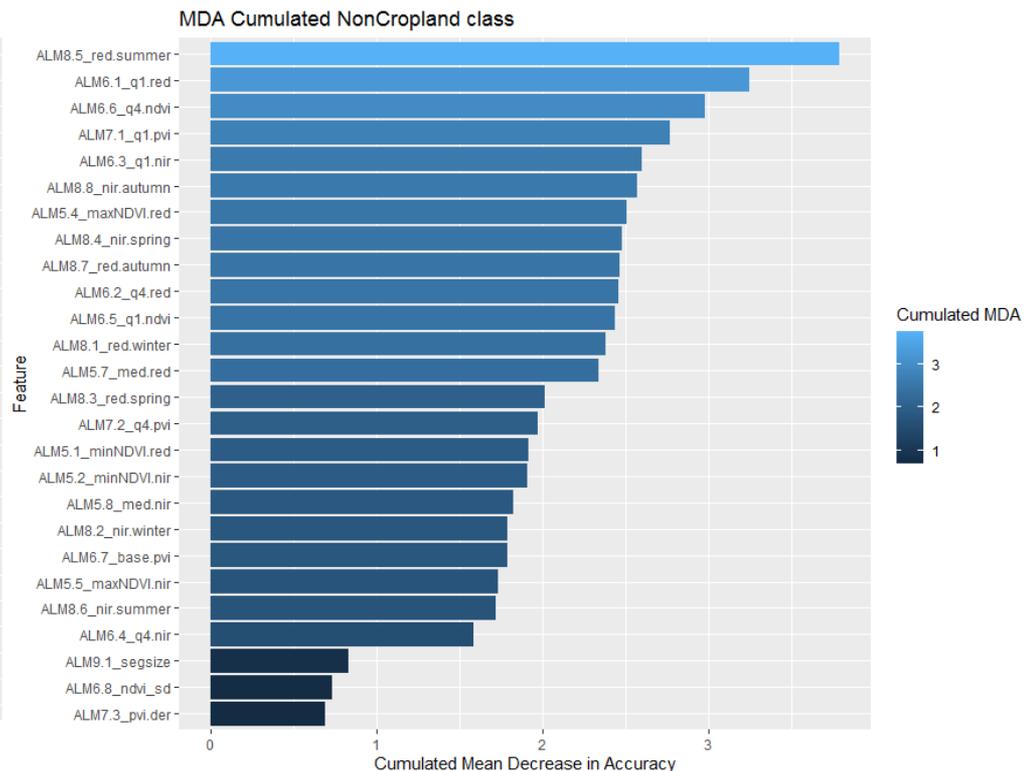


Ленинградская область

Спектрально-временные признаки, значимость по классам



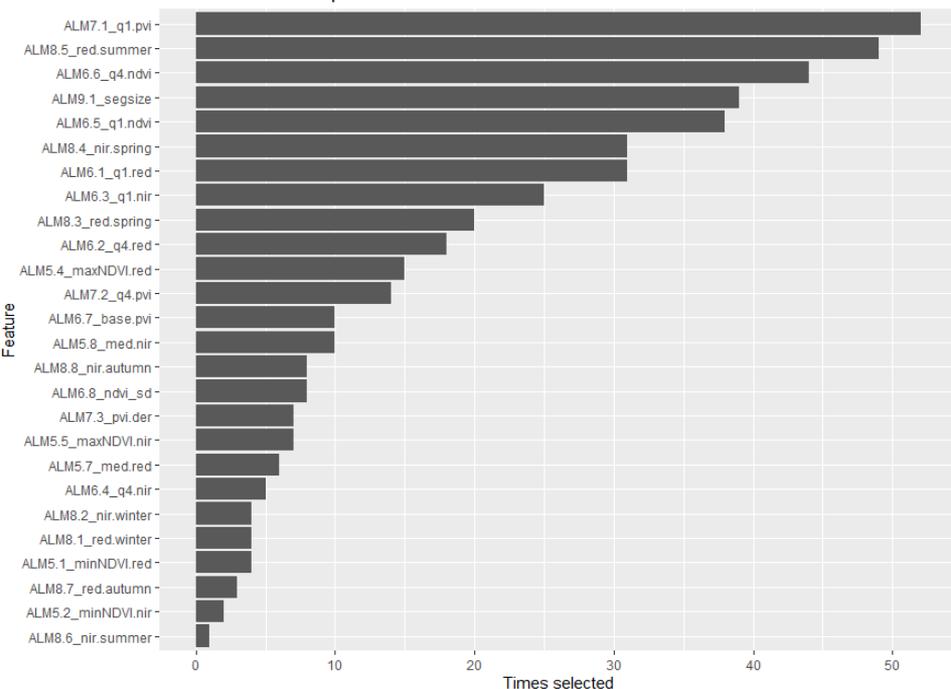
Кумулятивный MDA для класса «пашня»



Кумулятивный MDA для класса «остальное»

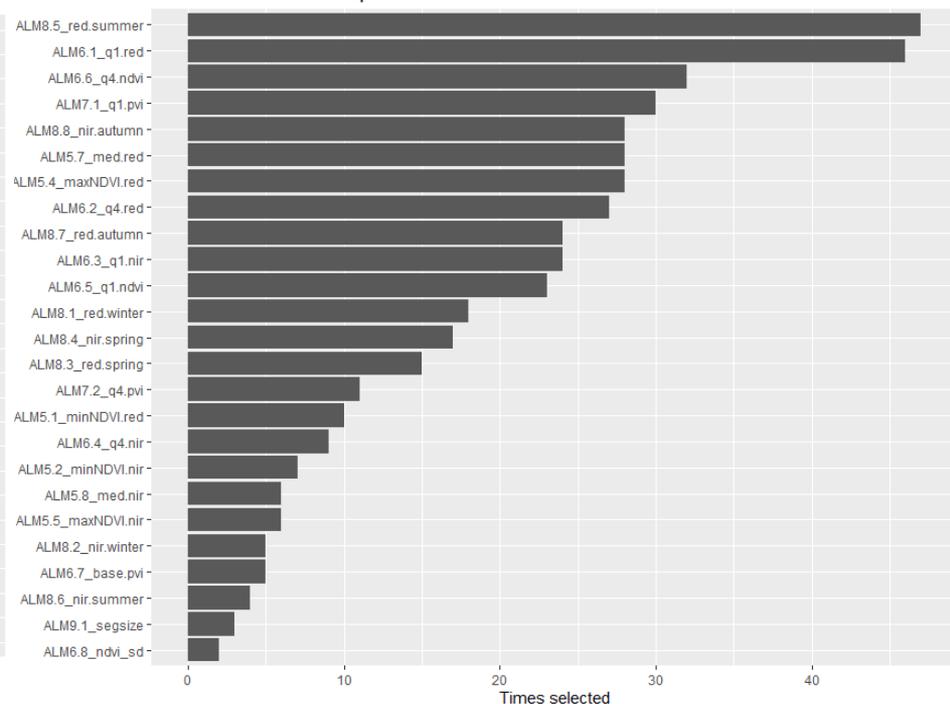
Спектрально-временные признаки, отбор по классам

Times selected Cropland class



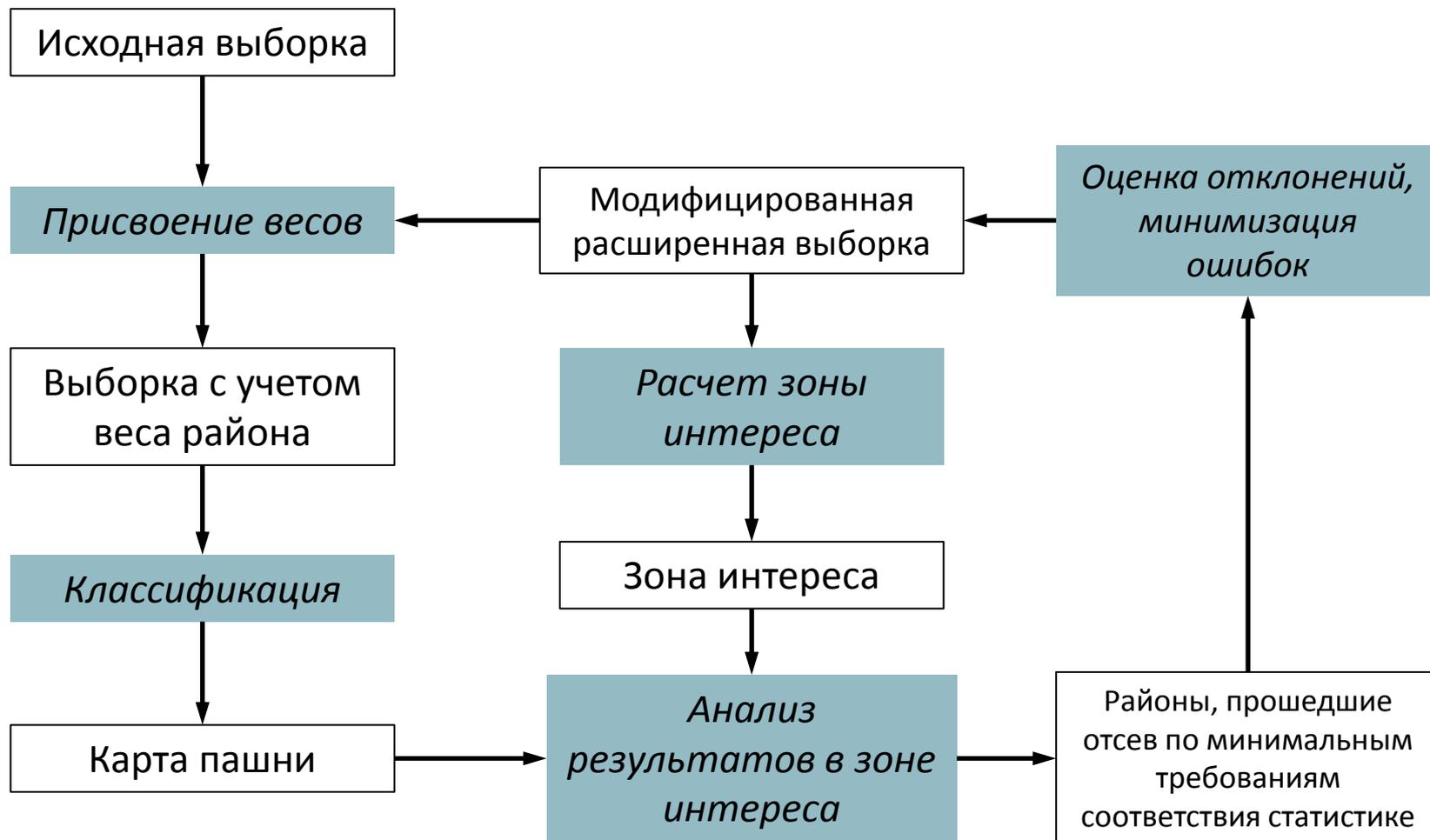
Число раз, когда признак попал в пятерку лучших для класса «пашня»

Times selected NonCropland class

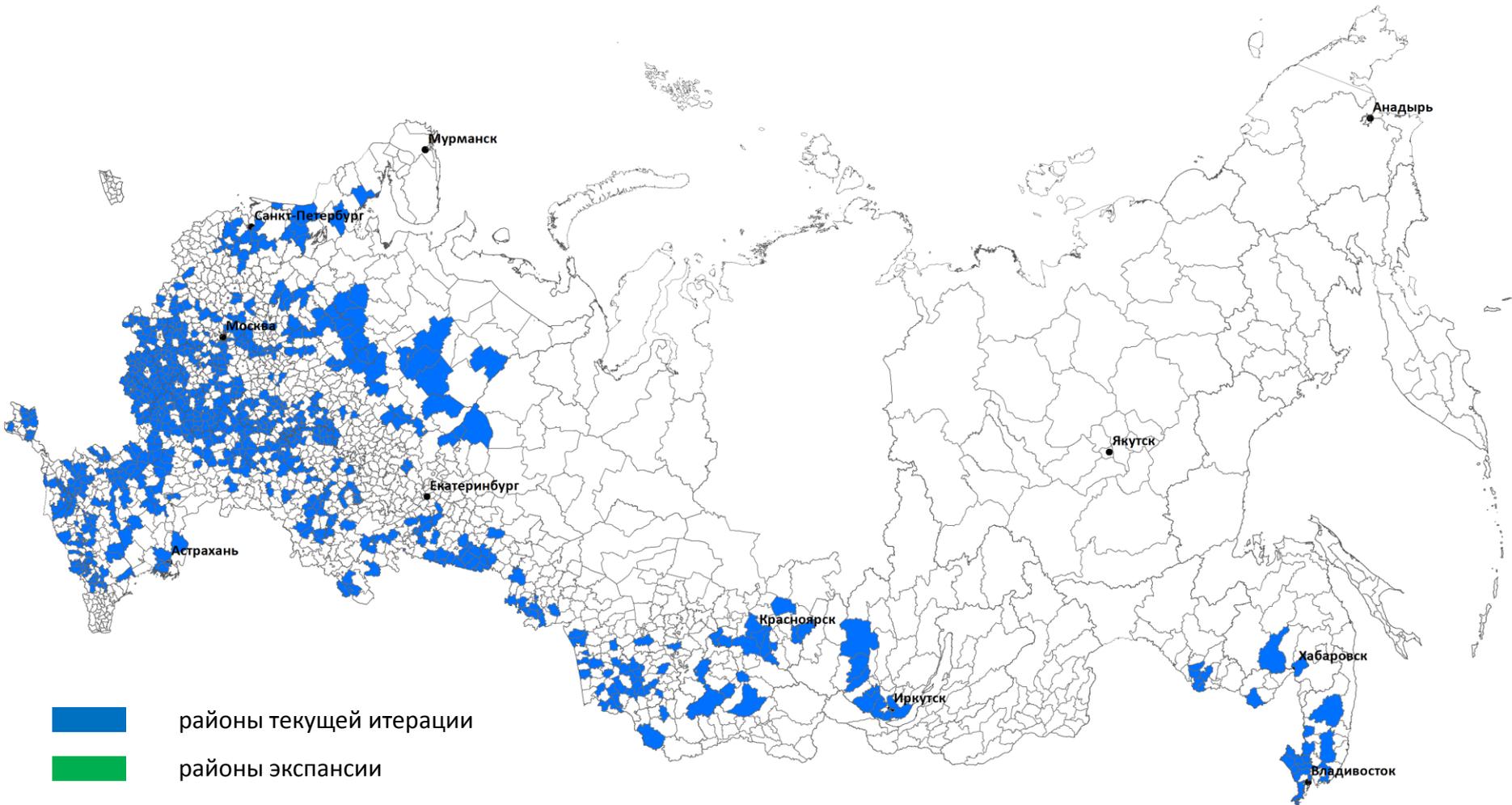


Число раз, когда признак попал в пятерку лучших для класса «остальное»

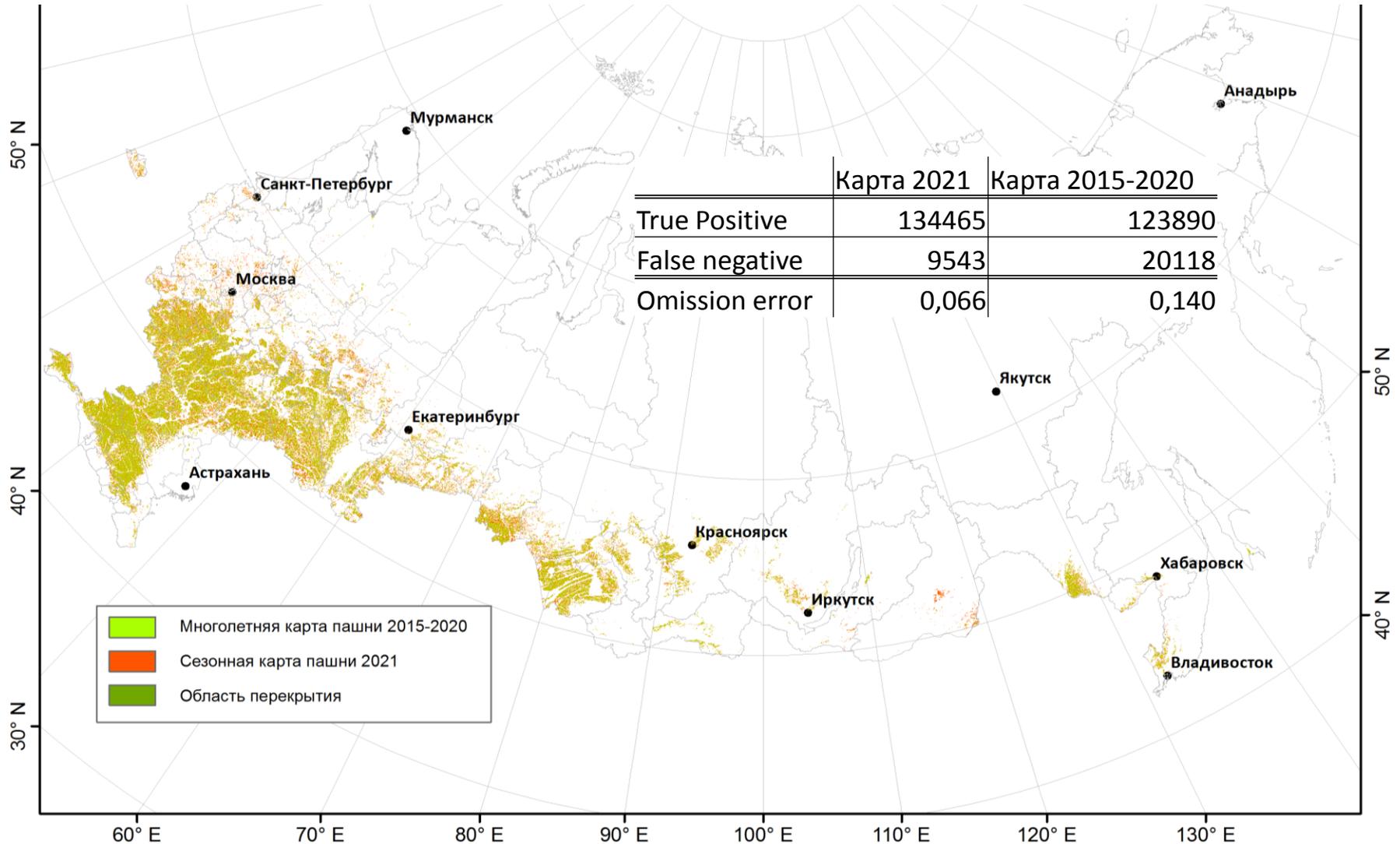
Общая схема метода экспансии и взвешивания обучающей выборки



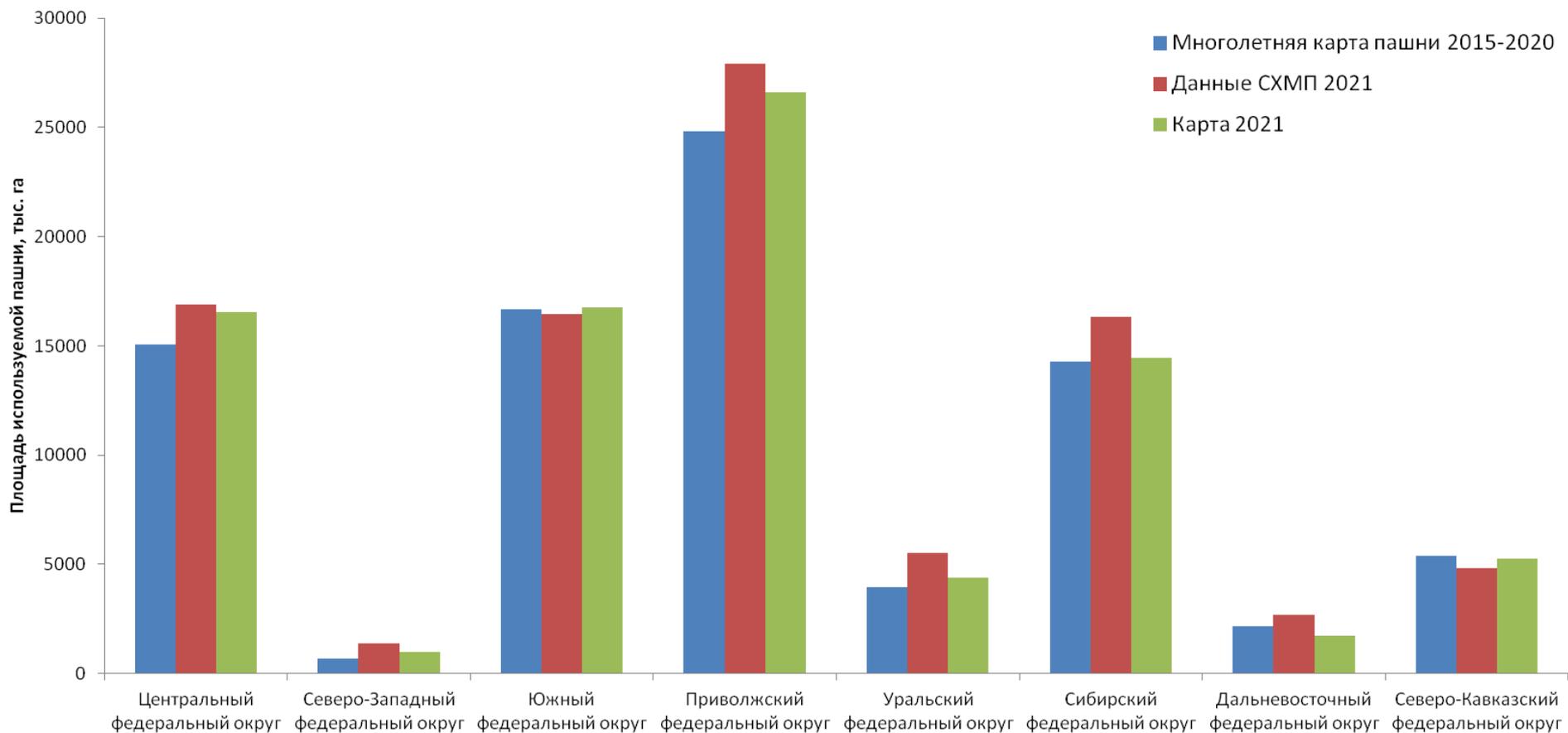
Процесс экспансии обучающей выборки



Сравнение карт и оценка точности



Сравнение с данными СХМП 2021 года



Результаты

- ▶ Новая карта используемых пахотных земель, построенная на основе нового определения и по данным одного сезона наблюдений, показывает более высокий уровень точности (почти вдвое лучше для omission);
 - ▶ Метод экспансии обучающей выборки на основе использования статистической информации, редких (но точных) результатов интерпретации и взвешивания обучающей выборки работоспособен, демонстрирует высокую устойчивость и, видимо, перспективен;
 - ▶ Обнаружена высокая изменчивость информативности сезонных спектрально-временных признаков распознавания пашни на территории России
-