

Спутниковое картографирование тридцатилетней динамики пахотных земель регионов России на основе временных серий данных Landsat

Плотников Д.Е., Ёлкина Е.С., Антошкин А.А., Денисов П.В.

Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 16 ноября 2022 года



Актуальность

- ▶ За последние 30 лет наиболее резкие и крупные изменения землепользования произошли в Северном полушарии (Kurganova, 2015), большая часть которых пришлось на территорию России;
 - ▶ На территорию почти всех регионов России в настоящее время нет серий исторических высокодетальных карт используемой пашни, необходимых для датировки моментов распашки и забрасывания земель;
 - ▶ Выведенные из оборота продуктивные земли могут сыграть ключевую роль в обеспечении национальной и мировой продовольственной безопасности в сценарии экстенсивного развития сельского хозяйства
-

Современное состояние исследований

- ▶ **Динамическое картографирование пашни России на основе карт растительного покрова и модельных подходов на базе статистических данных (как правило, с 1991 года) с разрешением 300 м – 1 км (карты Landcover по данным Terra\Aqua или NOAA)**
 - ▶ В определении статистических источников, низкая детализация и тематическая точность карт (65%) (например, Schierhorn et al, 2013, Global Biogeochemical Cycles)
 - ▶ **Интегральные карты заброшенных земель по данным Landsat**
 - ▶ В определении GFSAD30 за 2014-2016 (Aparna R.Phalke et al., 2020, ISPRS J. of Photogrammetry and Remote Sensing)
 - ▶ Карта Greenpeace, точного определения используемости нет (скорее всего все земли с\х назначения), классы карты включают используемые, неиспользуемые 3-6 лет и неиспользуемые более 20 лет земли, 2019 год
 - ▶ **Динамическое картографирование по данным Landsat для тестовых участков на территории России**
 - ▶ Определение распространяется на поля, распаханые или с укосами, ежегодное динамическое картографирование с 1986 по 2018, Волгоград и Оренбург (He Yin et al., 2020, RSE)
-

Цель

- ▶ Разработка методов и технологии для ежегодного картографирования используемых пахотных земель регионов России на основе спутниковых данных Landsat с середины 1980х годов по настоящее время, построение серии карт пашни и анализ её динамики
-

Задачи

- ▶ Восстановление сезонных временных серий безоблачных значений NDVI по данным спутниковых систем серии Landsat-4,5,7,8;
 - ▶ Формирование признаков распознавания используемой пашни;
 - ▶ Распознавание пахотных земель регионов России на основе обученного классификатора и нормализованных признаков;
 - ▶ Оценка динамики площади пашни, датировка изменений землепользования, сравнение с данными ГосКомСтат и Росстат
-

Определение

- ▶ Пашня – участок земной поверхности, имеющий в течение трёх лет наблюдений признаки распашки, выращивания озимых и яровых сельскохозяйственных культур
 - ▶ Минимальный линейный размер участка выявляемой в рамках настоящего подхода пашни составляет не менее 30 метров
 - ▶ Ряд других очевидных ограничений, связанных с дистанционными наблюдениями, например, невозможность оценить пашню под теплицами
-

Данные

- ▶ Данные Росстат и ГосКомСтат СССР о площадях используемой пашни и посевных площадях с 1980х по 2015 годы, а также данные с\х переписи 2006 и 2016 года;
 - ▶ Результаты экспертной фотоинтерпретации спутниковых снимков Sentinel-2 (разрешение 10 метров) за 2019-2021 годы (разметка «пашня-остальное»);
 - ▶ Временные серии снимков Landsat-4,5,7,8 уровня L2A (прошедших атмосферную коррекцию)
-

Методы

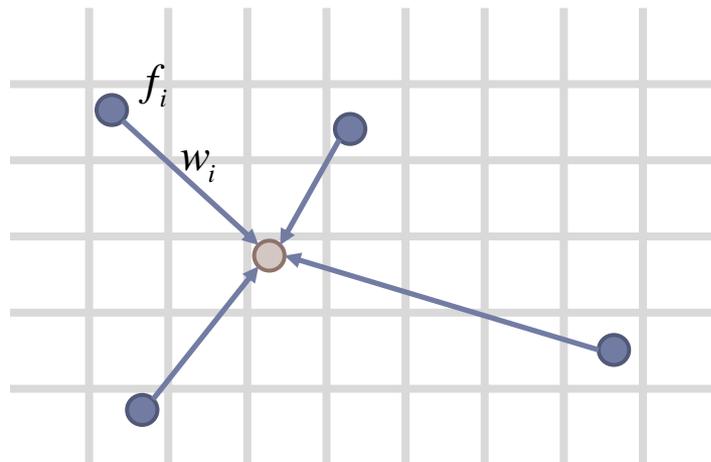
- ▶ Использование Random Forest для классификации;
 - ▶ Метод нормализации функций распределения значений признаков между эпохами и спутниковыми системами;
 - ▶ Кластерный анализ при интеграции экспертной коррекции ошибок;
 - ▶ Пространственно-временное восстановление пропусков данных Landsat;
 - ▶ Взвешенная гармоническая регрессия на основе LOESS для формирования непрерывных безоблачных временных серий спутниковых наблюдений
-

Концепция метода синтеза данных *ARES*

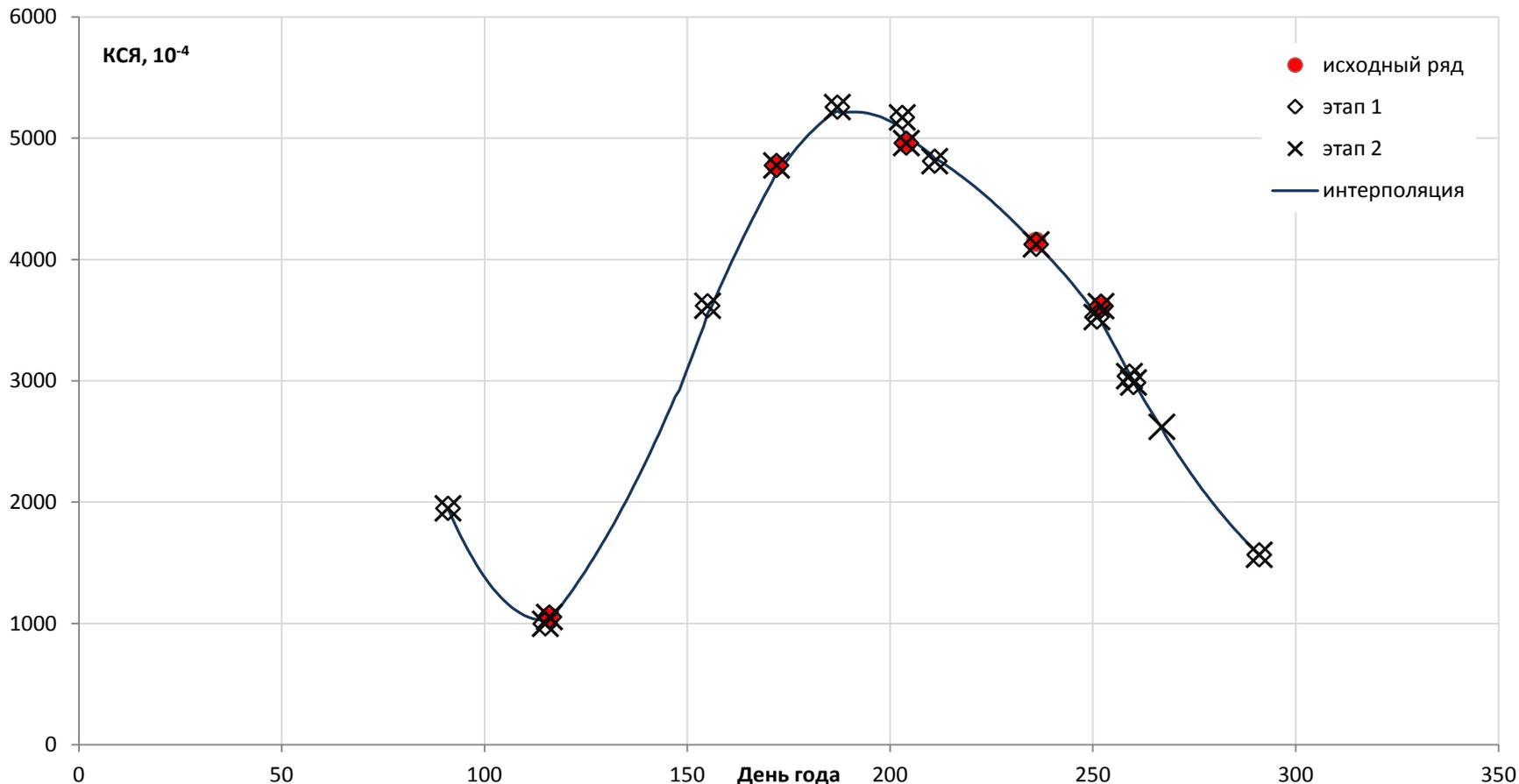
ARES использует объекты, близкие к восстанавливаемому по своим спектрально-временным характеристикам (эталонны)

1. Эталонных должно быть достаточно много
2. Эталонны должны быть пространственно распределены
3. Эталонны не должны содержать зашумленные значения
4. Прогнозируемые ими значения восстанавливаемого объекта должны быть согласованы

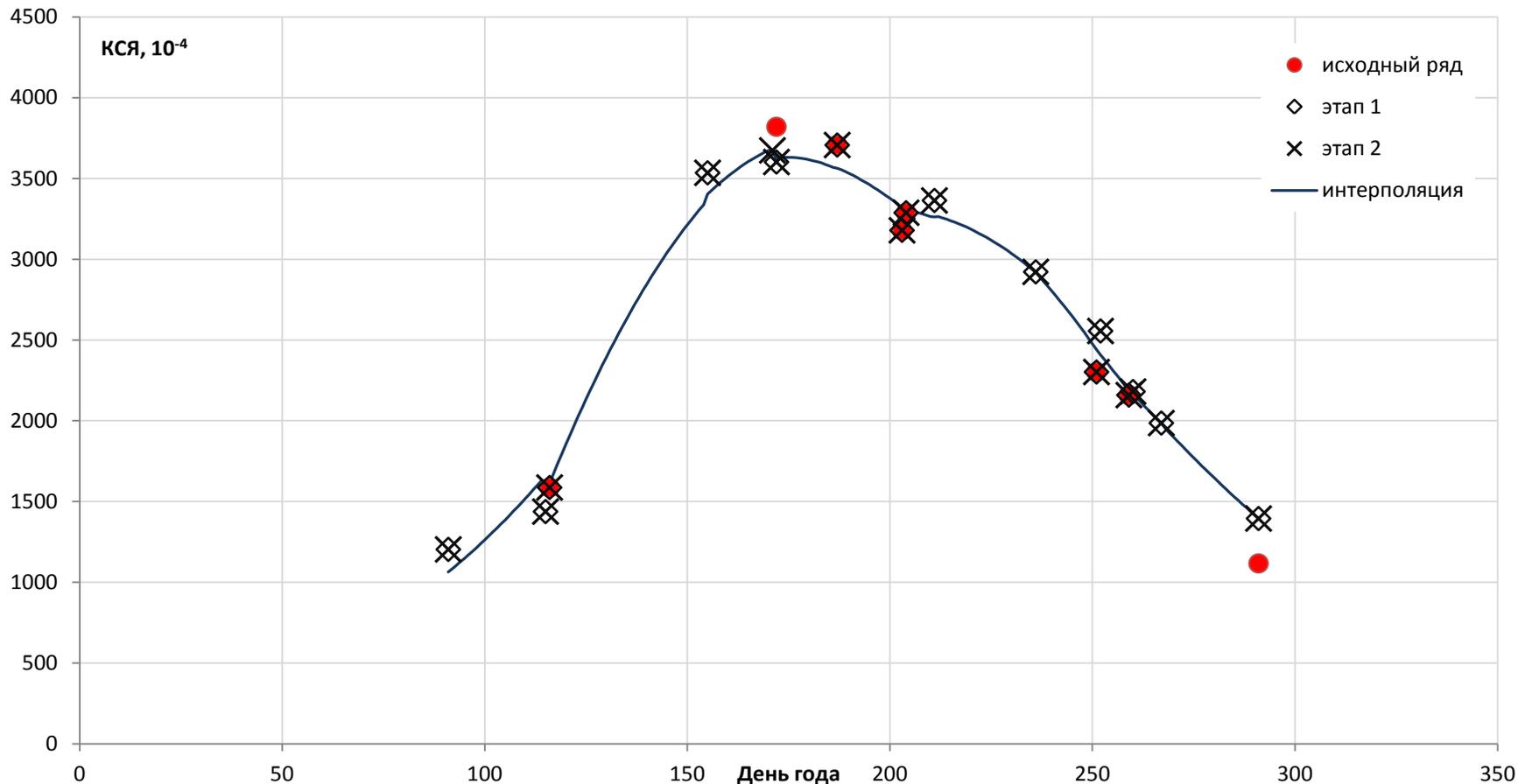
$$L = \frac{\sum_{i=1}^n w_i f_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$



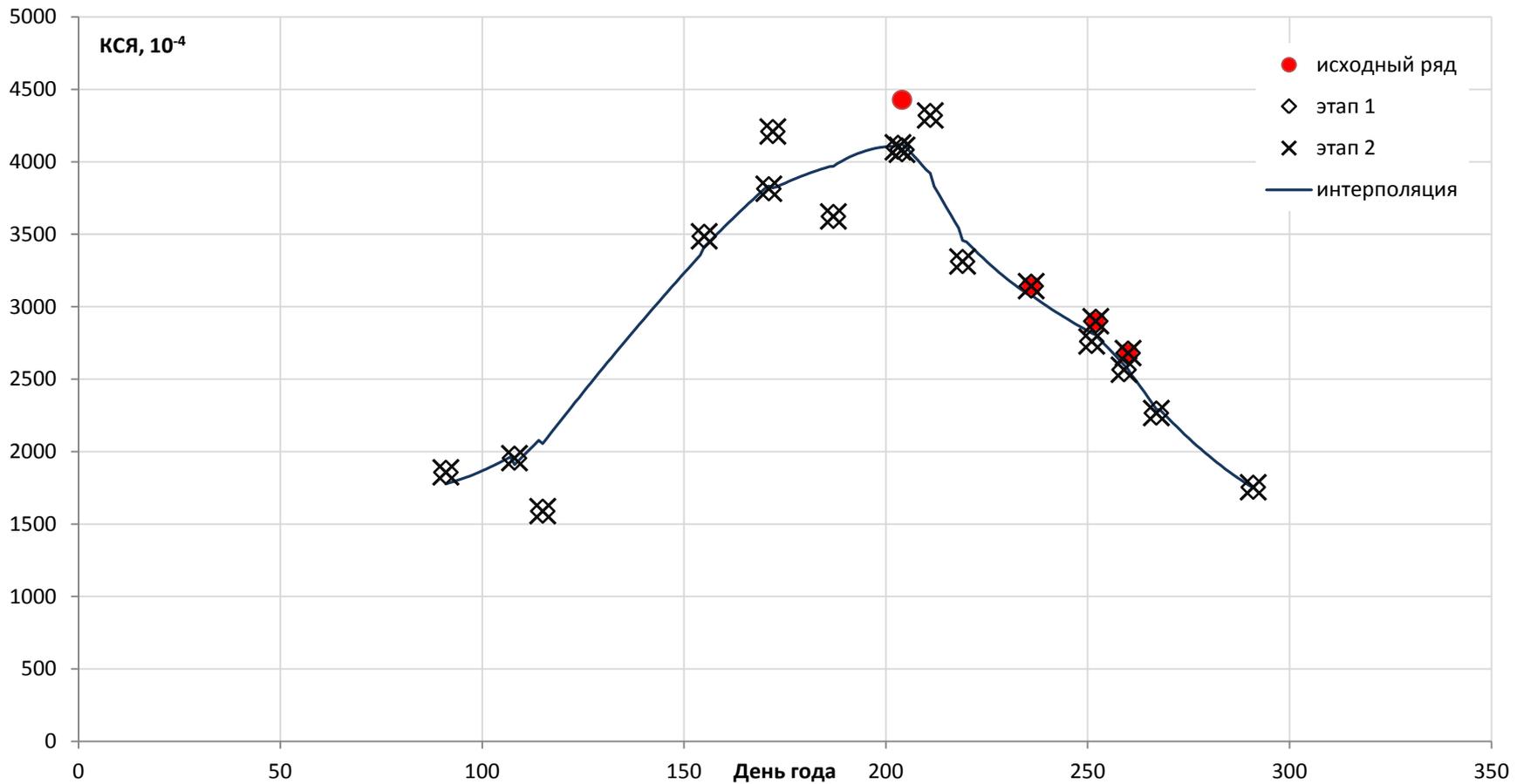
Восстановление временных серий: с\х поле



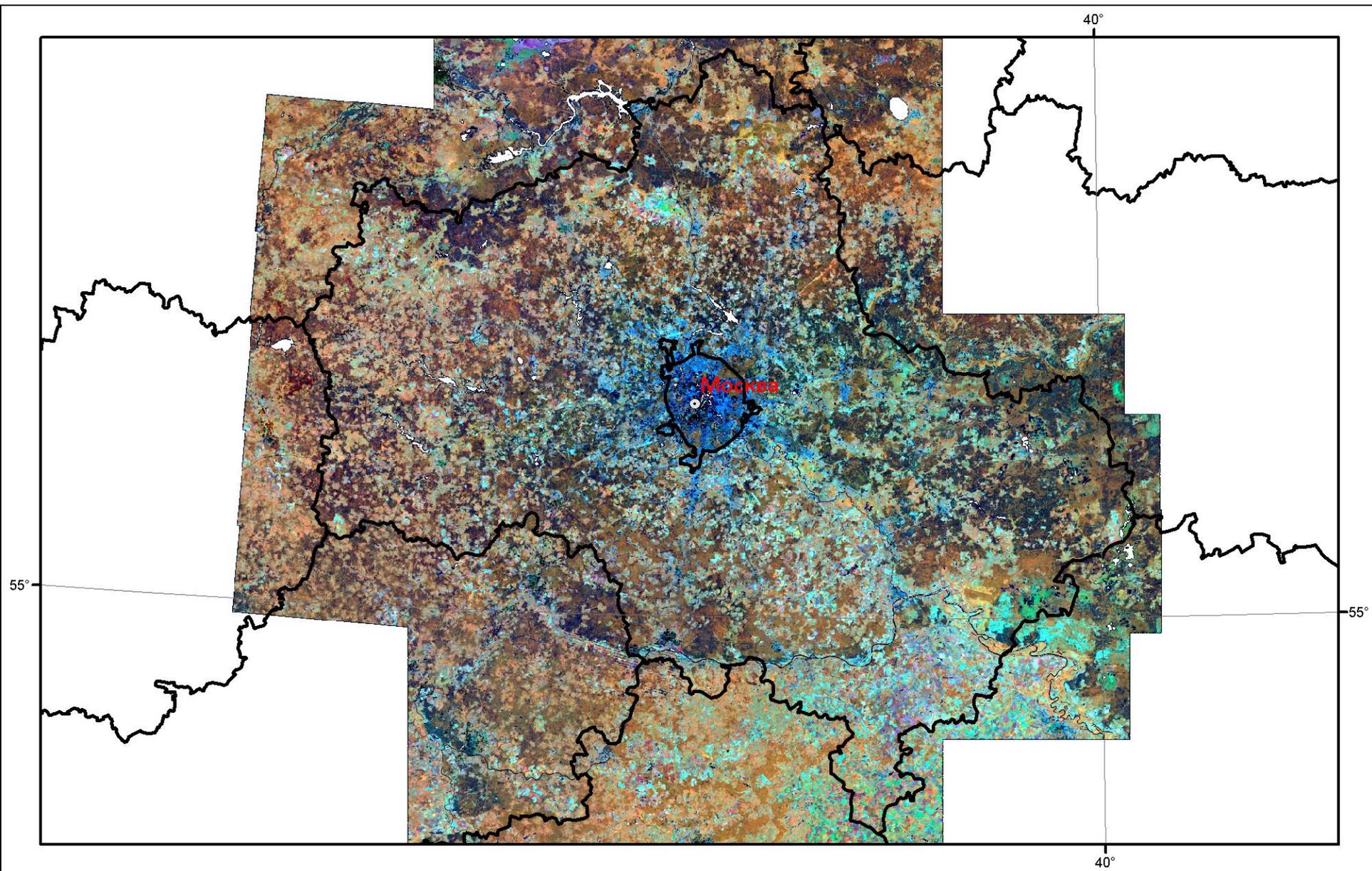
Восстановление временных серий: лес



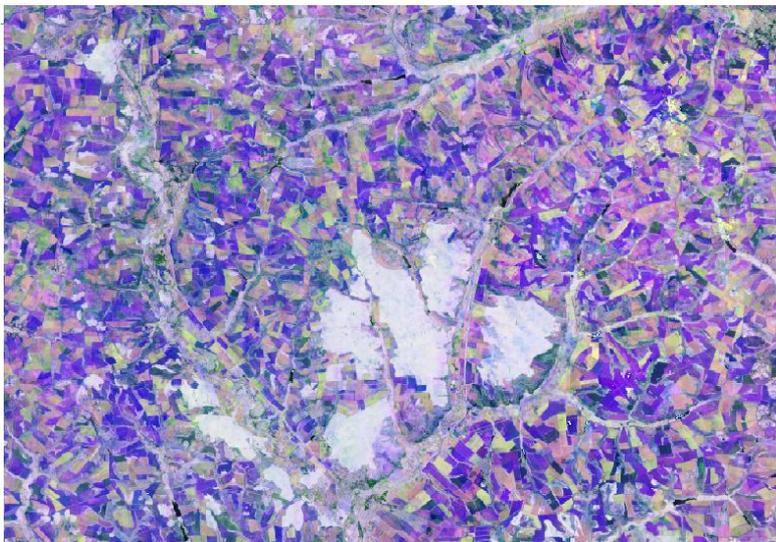
Восстановление временных серий: луг



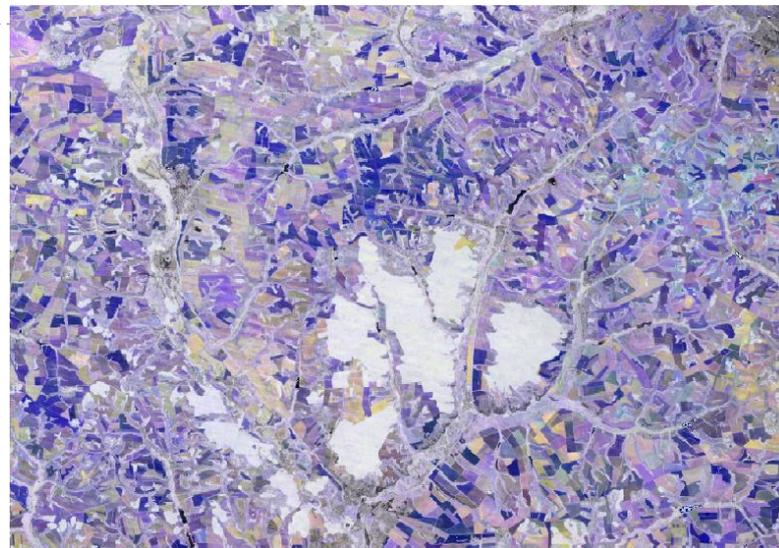
Восстановление на примере одной даты



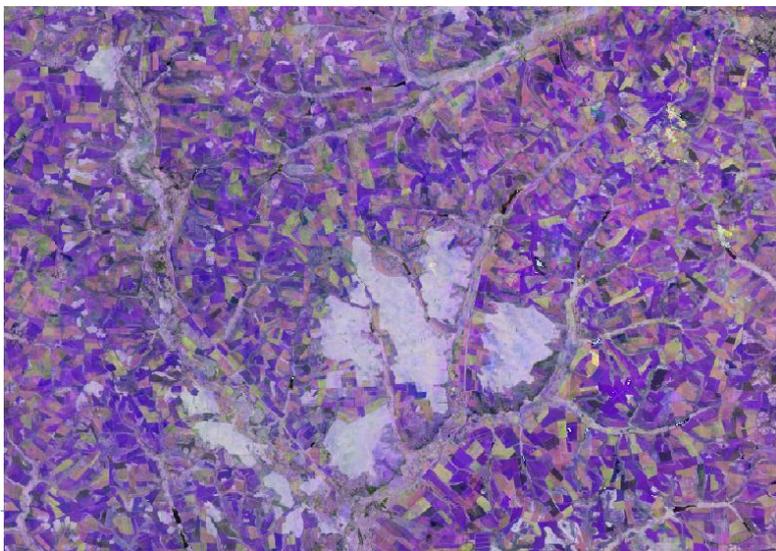
Данные: признаки и разметка (Белгород)



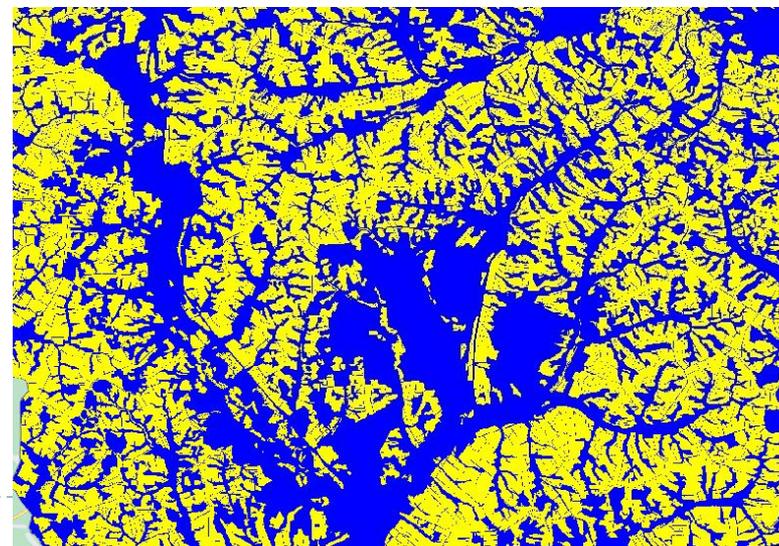
Разновременной «нормализованный» синтез NDVI, 1986



Разновременной синтез NDVI, 2019



Разновременной синтез NDVI, 1986



Разметка «пашня-остальное», 2019

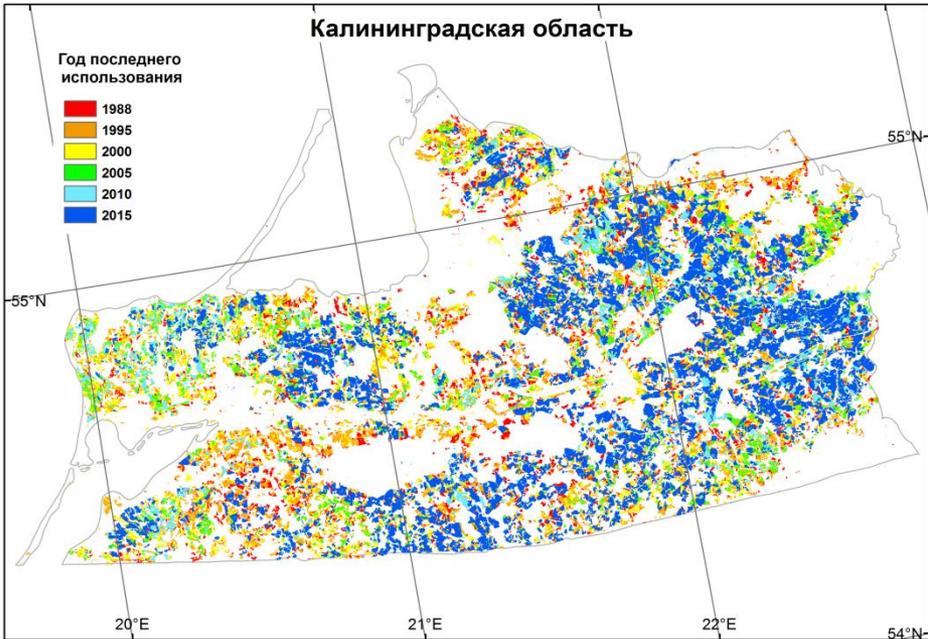
Общая схема распознавания пашни



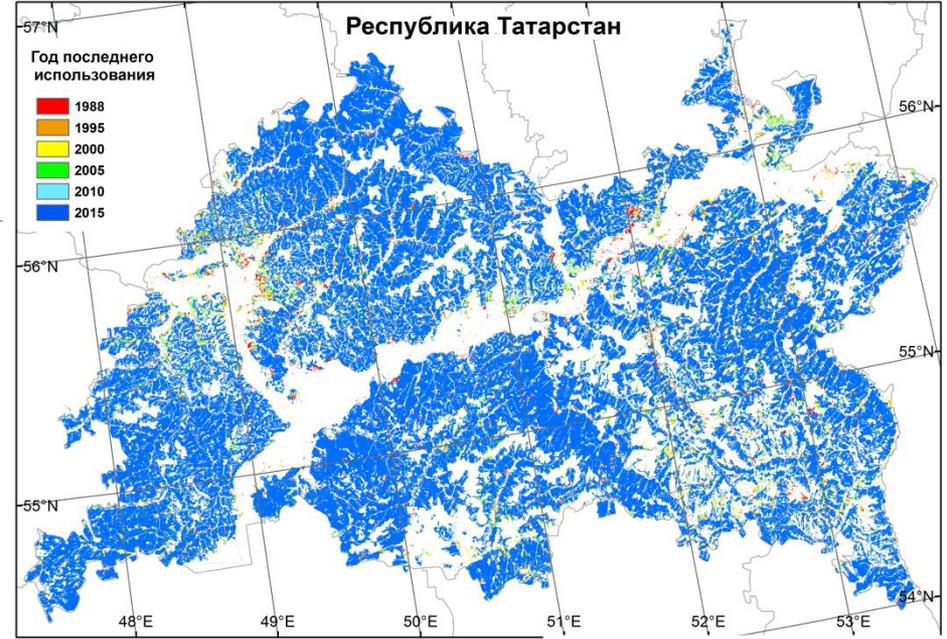
Результаты

- ▶ Сформированы 6 карт используемых пахотных земель на каждый Субъект Федерации: Калининградская, Белгородская, Московская области, Республики Татарстан и Удмуртия;
 - ▶ Каждая карта была построена на основе 3-летнего интервала спутниковых наблюдений и соответствовала определенной пятилетней страте в интервале 1986-2016 годы;
 - ▶ На основе временной серии карт используемой пашни был идентифицирован год последнего использования для вышедших из оборота полей, а динамика площадей пашни была сопоставлена с многолетними стат.данными ГосКомСтат и Росстат и данными с\х переписи 2006 и 2016 годов
-

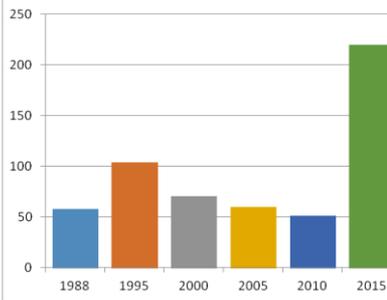
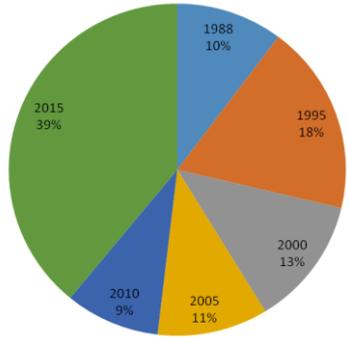
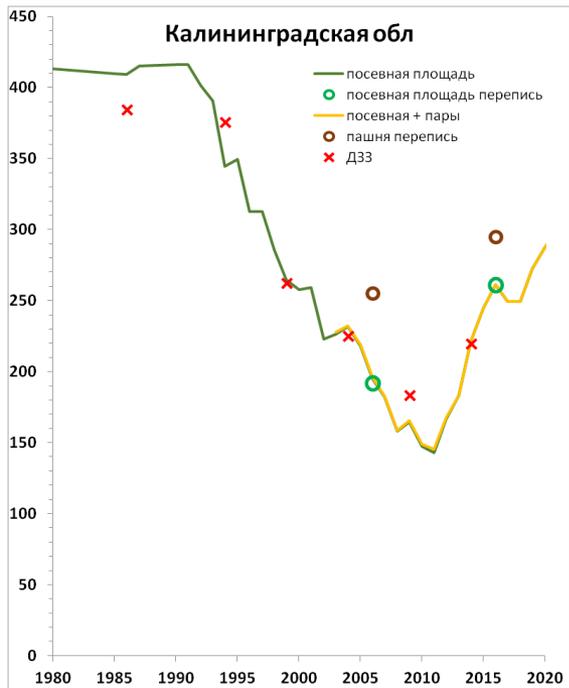
Калининградская область



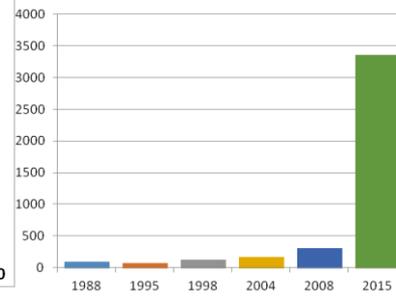
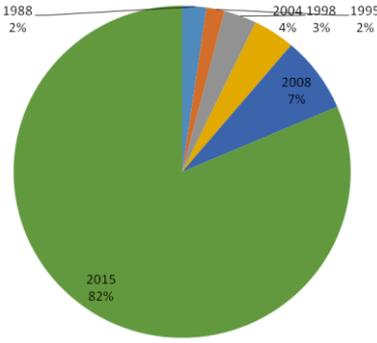
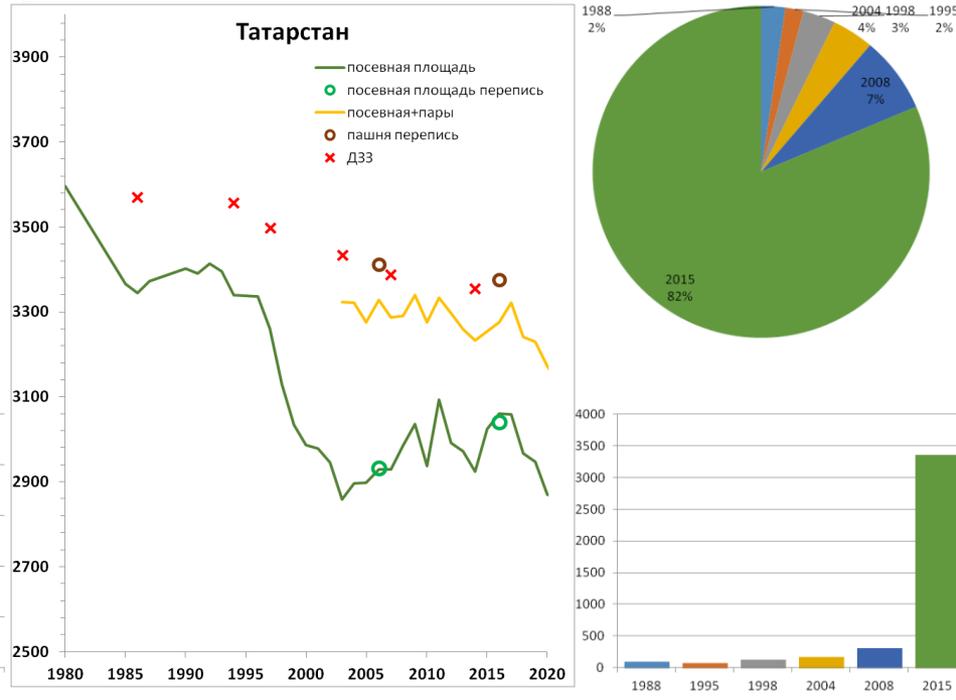
Республика Татарстан

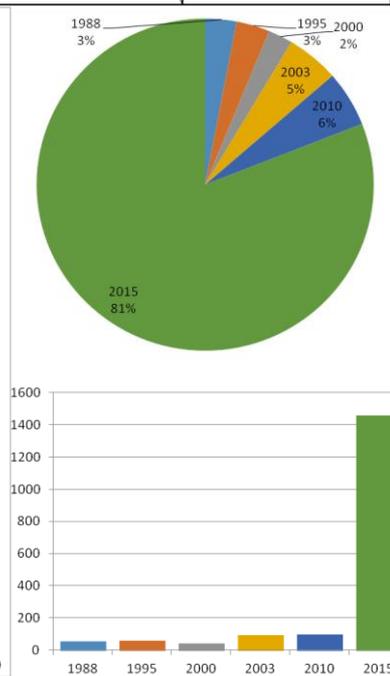
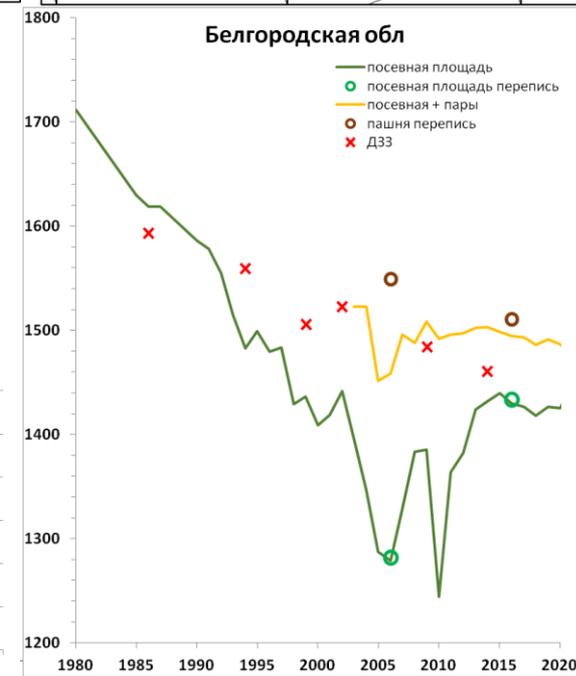
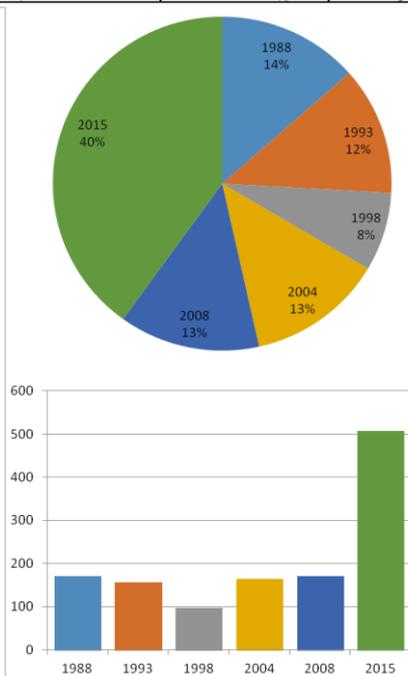
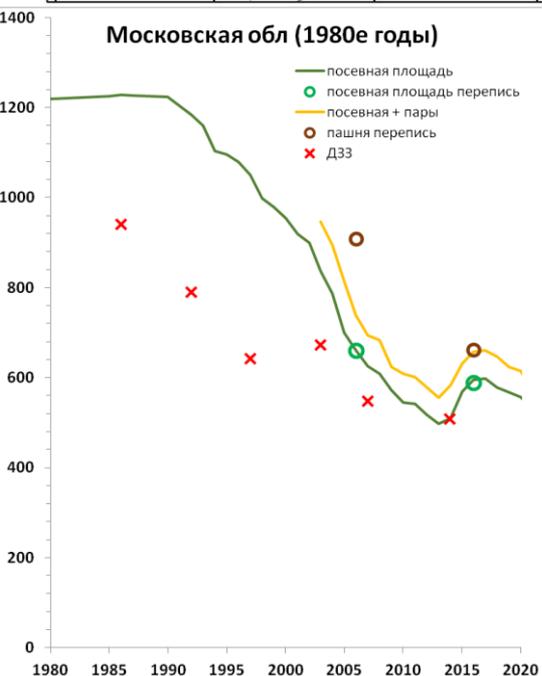
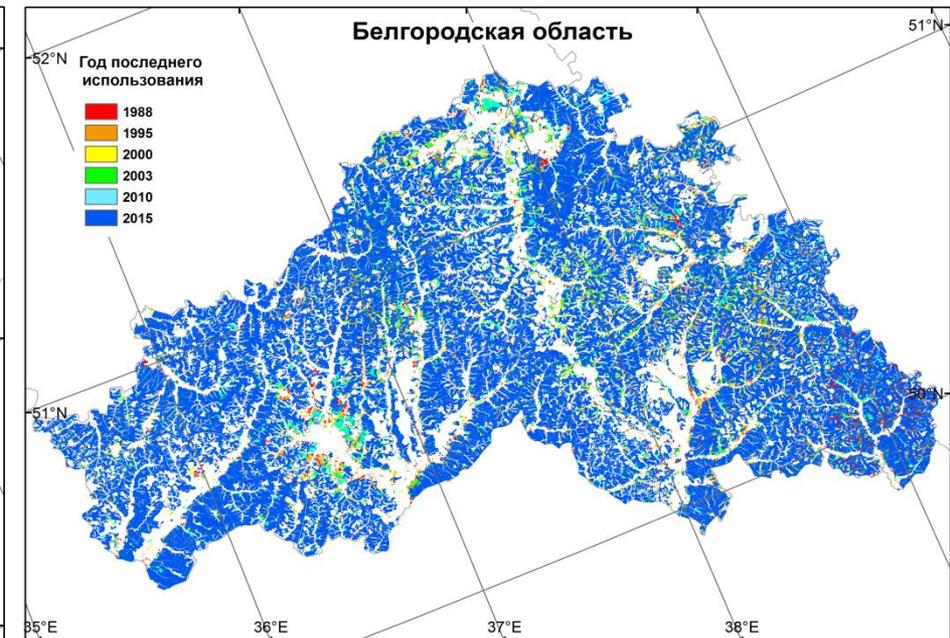
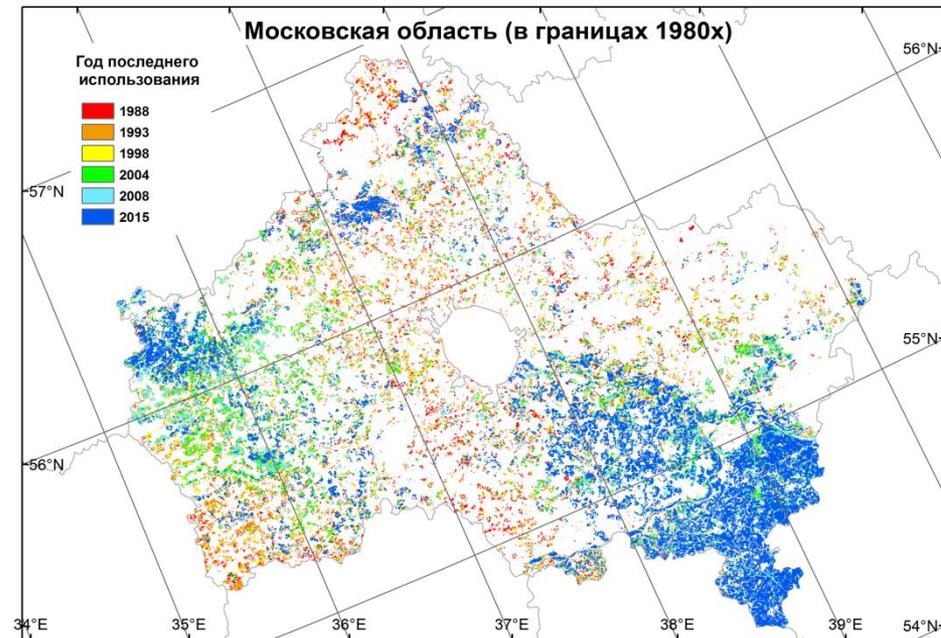


Калининградская обл



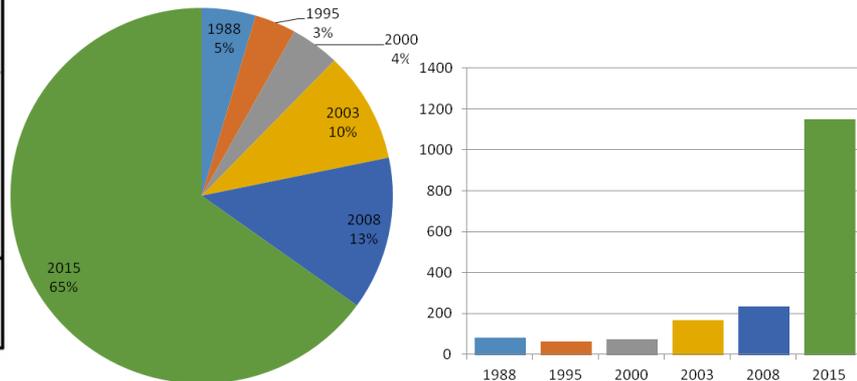
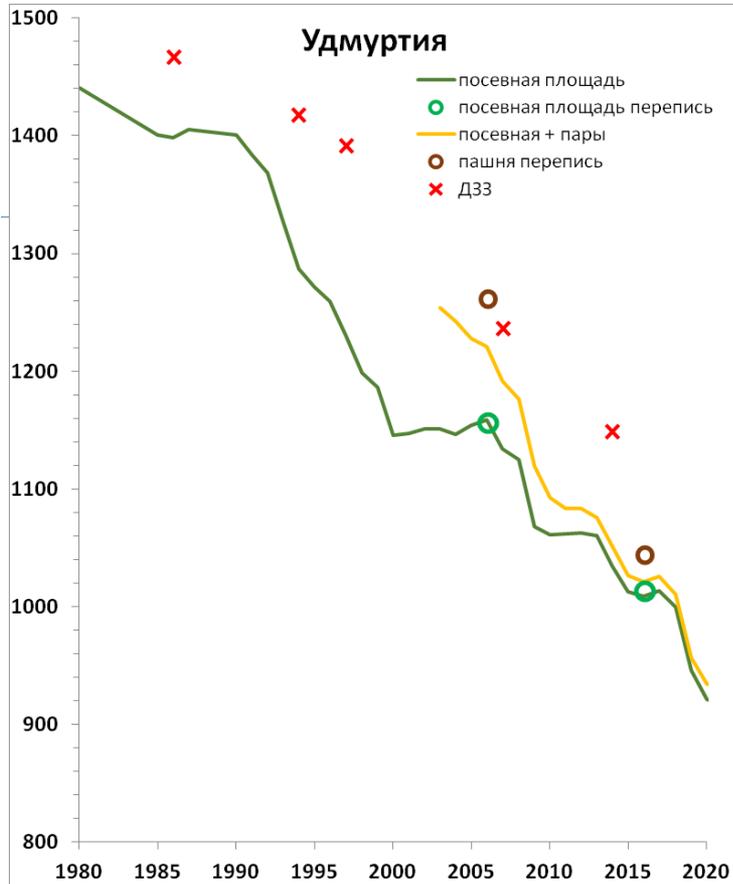
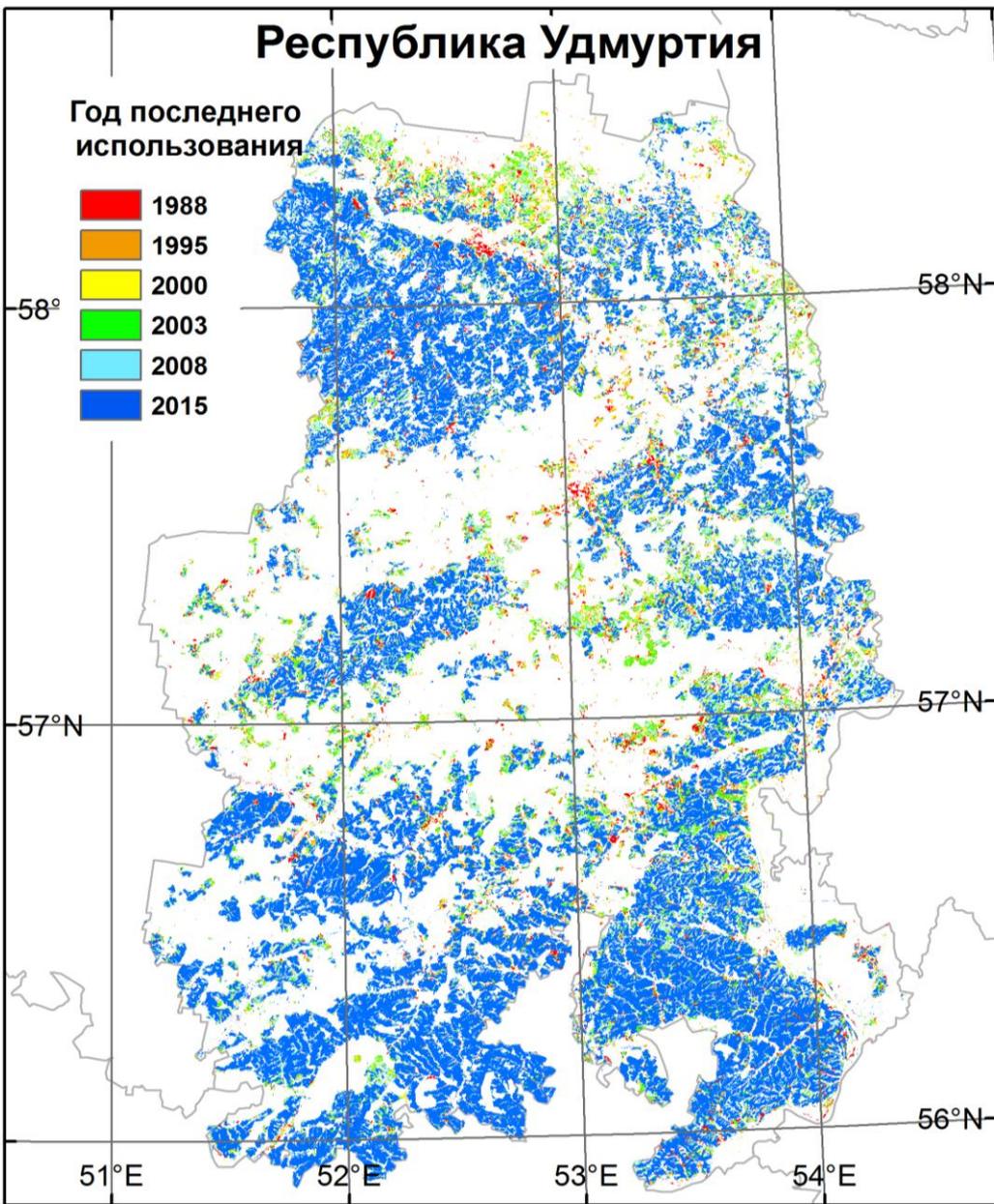
Татарстан





Республика Удмуртия

Год последнего использования



Выводы

- ▶ Разработанные методы позволяют в автоматизированном режиме формировать признаки распознавания используемой пашни по спутниковым данным Landsat, обучать и обеспечивать перенос обученного классификатора на любую временную страту, обеспечивать картографирование;
 - ▶ Пространственные паттерны изменений и динамика площадей используемой пашни, определяемой по ДЗЗ, в целом соответствуют известным фактам и данным региональной статистики, однако в ряде случаев требуется дополнительный анализ; возможно, потребуются уточнить определение используемой пашни по данным ДЗЗ
-

Перспективы

- ▶ Добавление новых информативных признаков для улучшения результатов распознавания;
 - ▶ Создание валидационной базы данных для создания и верификации карт используемой пашни на исторические эпохи;
 - ▶ Масштабирование технологии для обеспечения возможности получения результатов для других регионов РФ
-