

МЕТОД ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО СОВМЕЩЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ РЯДОВ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ВРЕМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Миклашевич Т.С., Барталев С.А., Егоров В.А.

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Классификация и оценка состояния растительного покрова является одной из основных задач ДЗЗ. Классификация растительного покрова основана на выявлении фенологических фаз развития растения и особенностей временной динамики спектральных характеристик исследуемых объектов.

Вариабельность фенологических характеристик растительного покрова:

- Межгодовые вариации метеорологических условий: температурный режим, объем атмосферных осадков, начало снеготаяния и выпадение снега и т.д.
- Географическое и климатическое расположение
- Наличие данных, свободных от влияния снежного и облачного покрова

Задача: совмещение межгодовых вариаций основных фенологических фаз развития растений при различной продолжительности вегетационного периода.

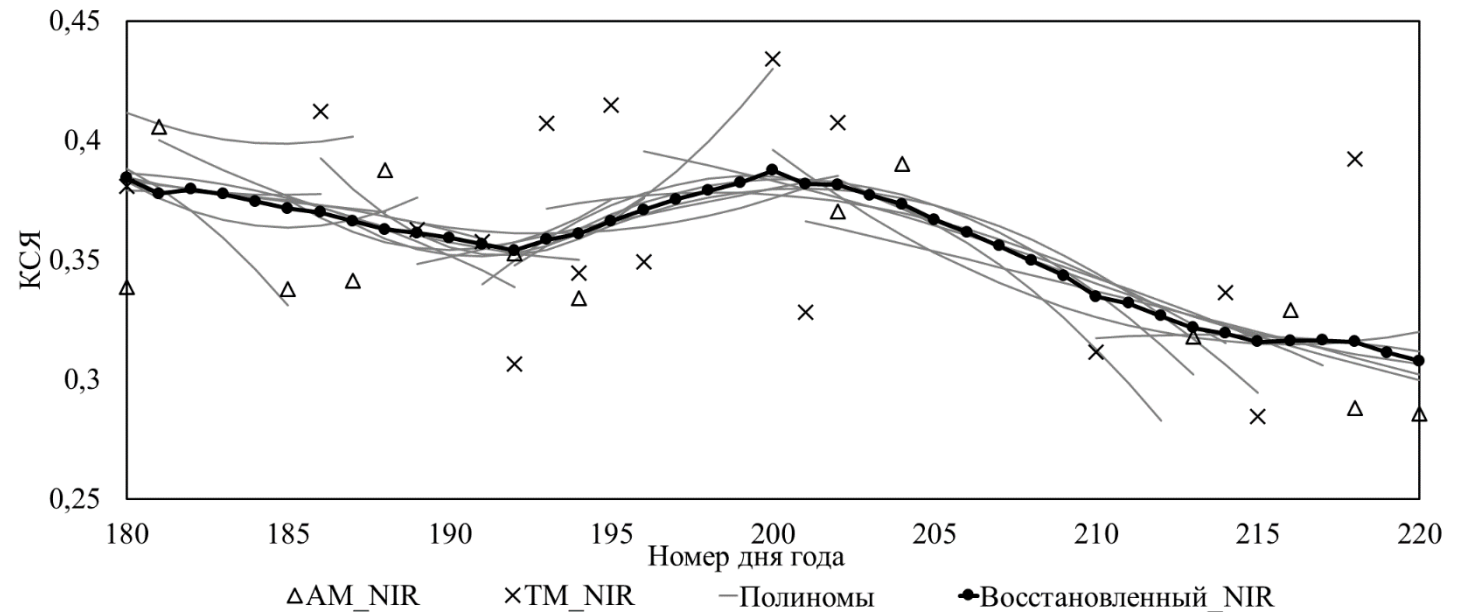
Исходные данные:

- Ежедневные данные AQUA/TERRA MODIS
- Пространственное разрешение 230м для красного и ближнего инфракрасного спектральных каналов
- Период наблюдения: 2002-2021гг
- Территория РФ

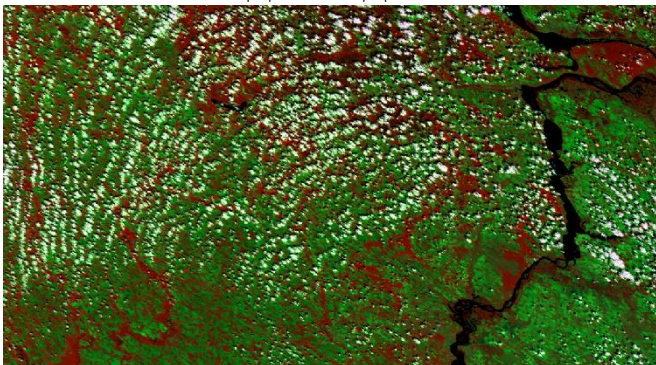


Подготовка данных:

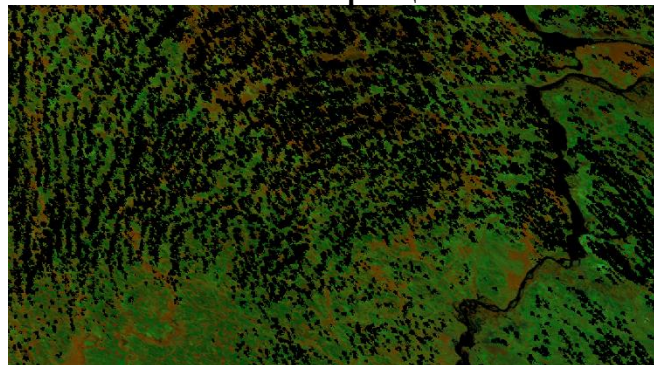
- Формирование маскирующих изображений облачного и снежного покрова
- Фильтрация наблюдений, полученных при некорректных условиях съемки, искаженных под влиянием облачного и снежного покрова, атмосферной дымки, теней от облаков и т.д.
- Заполнение пропусков, полученных в результате фильтрации
- Сглаживание временных рядов



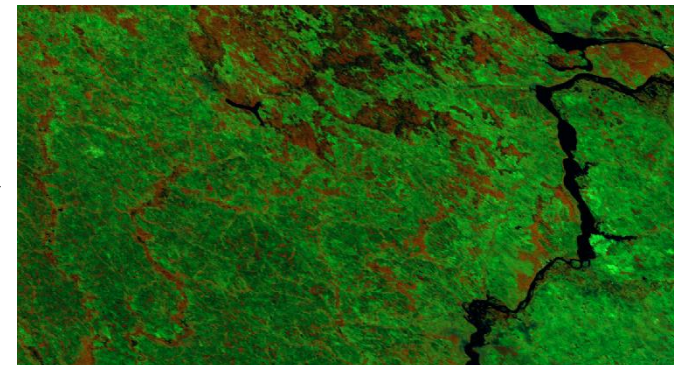
Исходные данные



Фильтрация

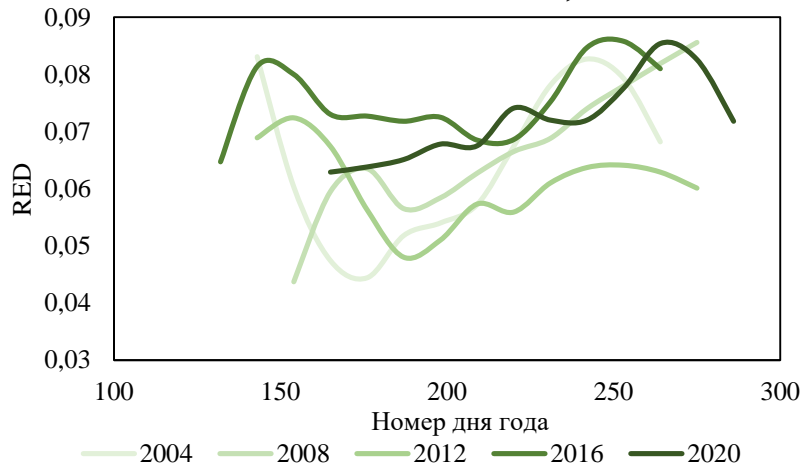


Восстановление

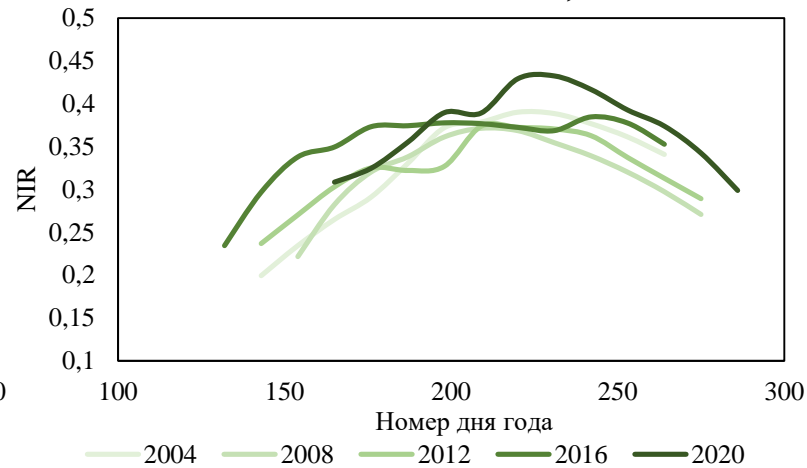


Нормализация временных рядов

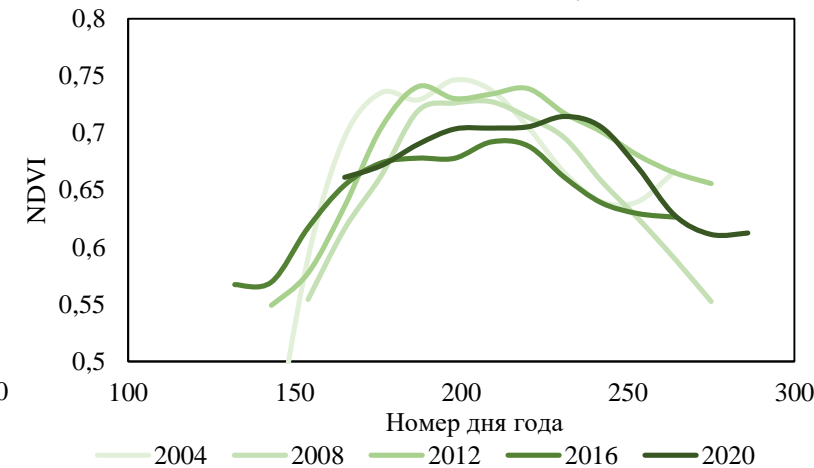
Исходные данные, RED



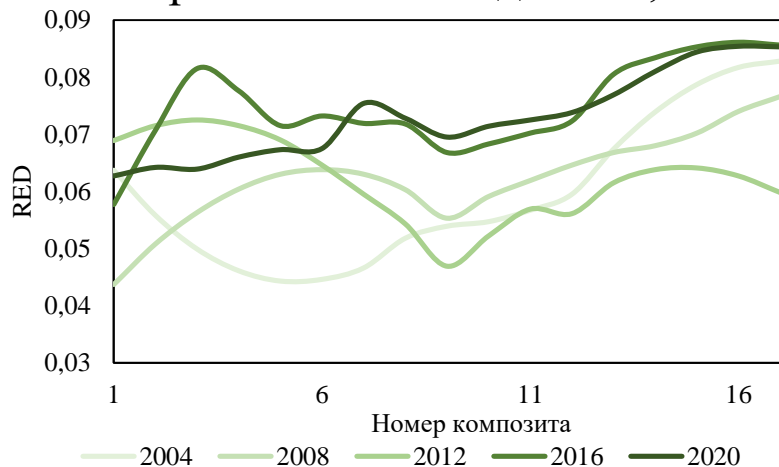
Исходные данные, NIR



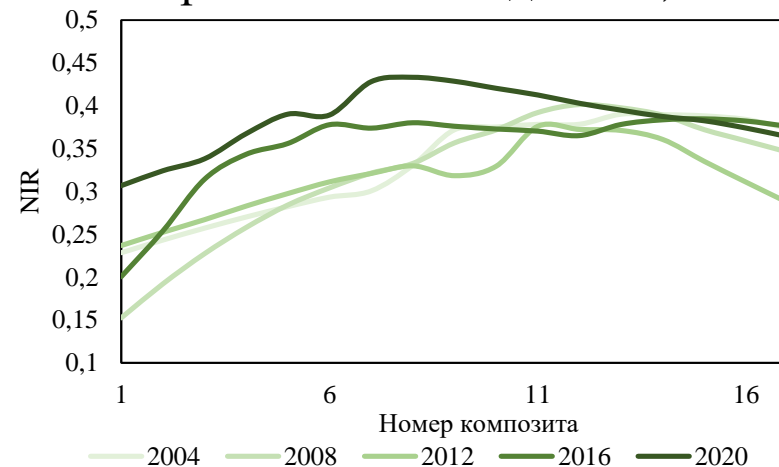
Исходные данные, NDVI



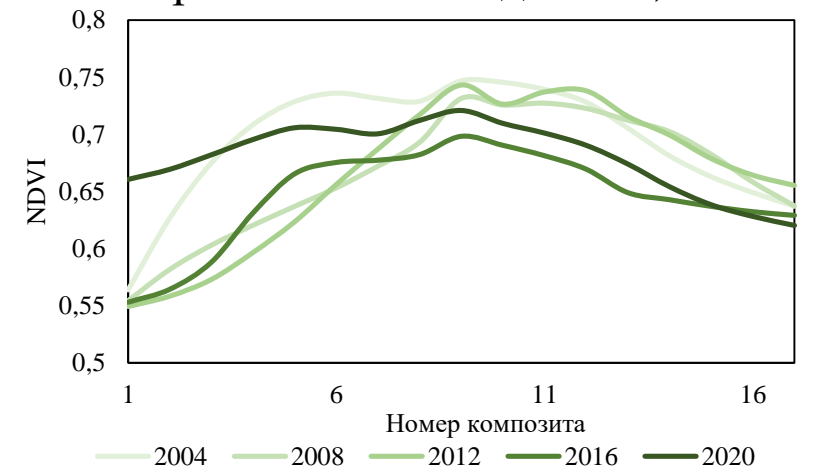
Нормализованные данные, RED



Нормализованные данные, NIR

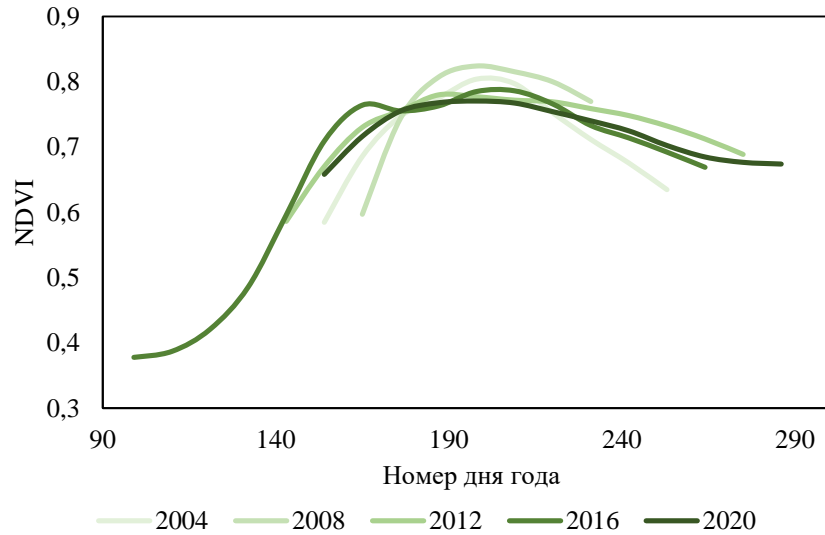


Нормализованные данные, NDVI

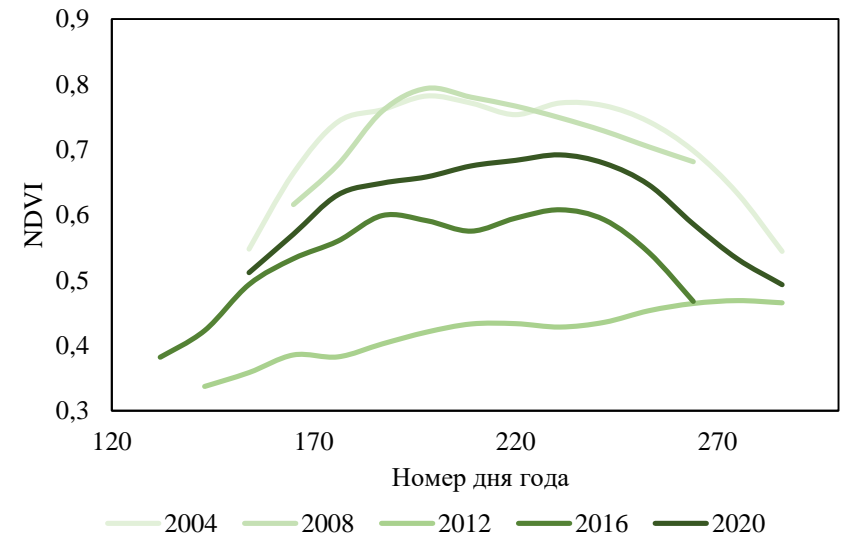


Вариации фенологических характеристик

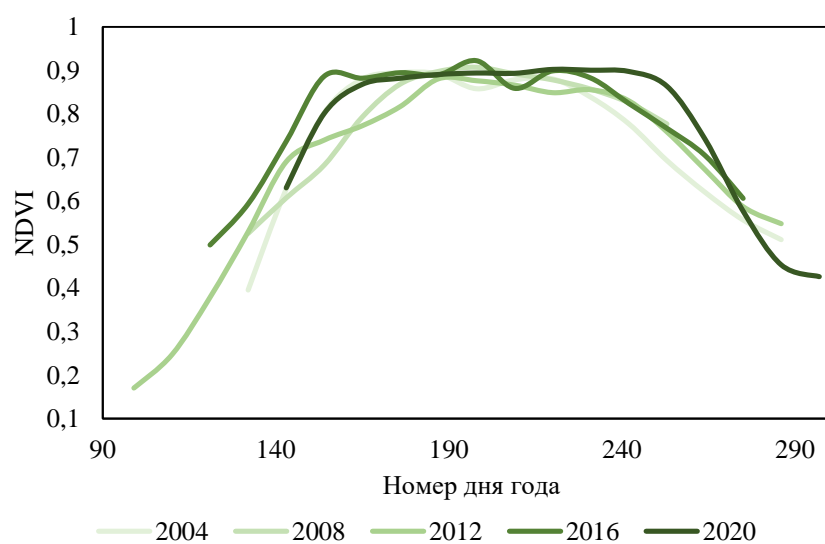
Период наблюдения



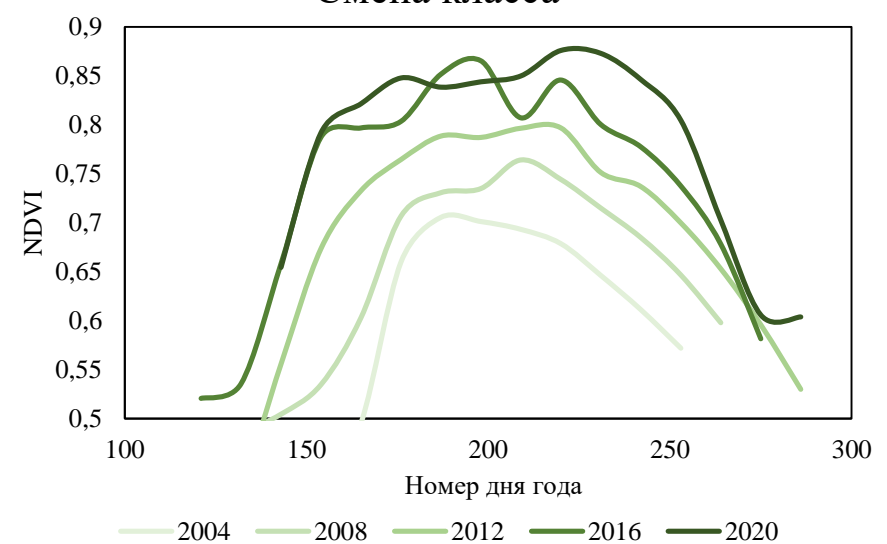
Смена класса



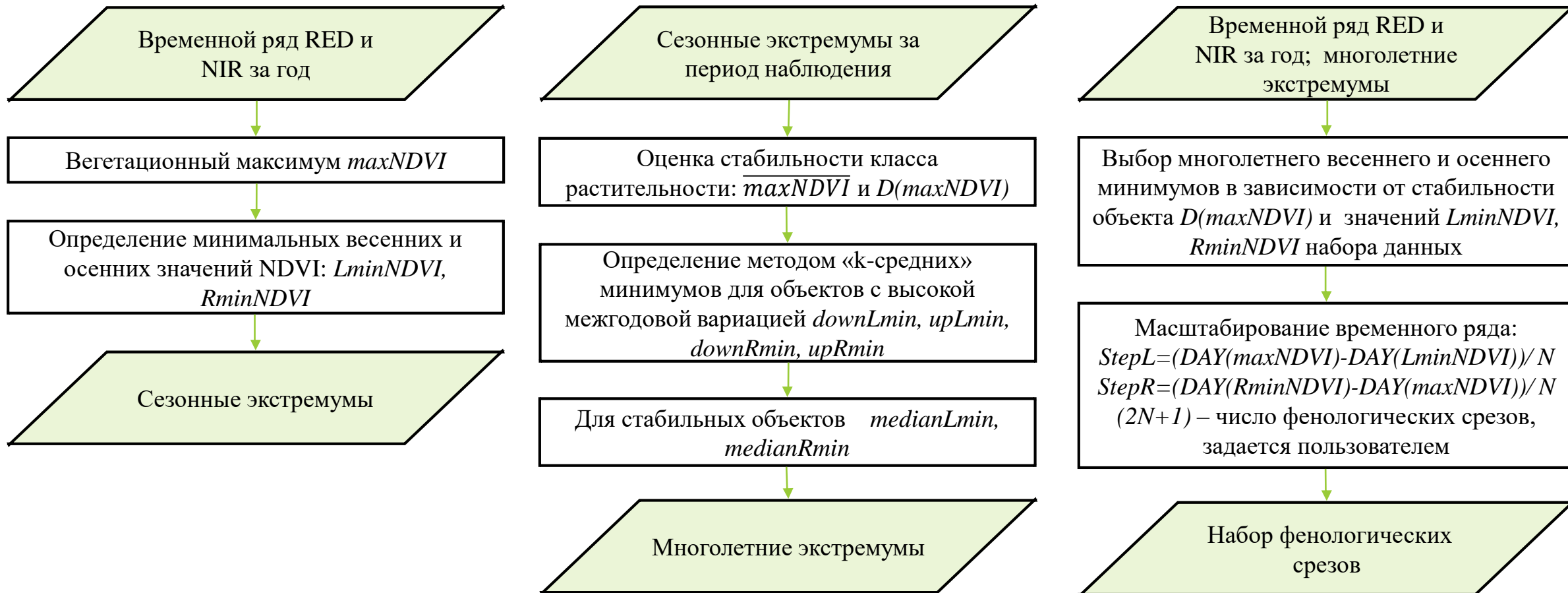
Период наблюдения



Смена класса

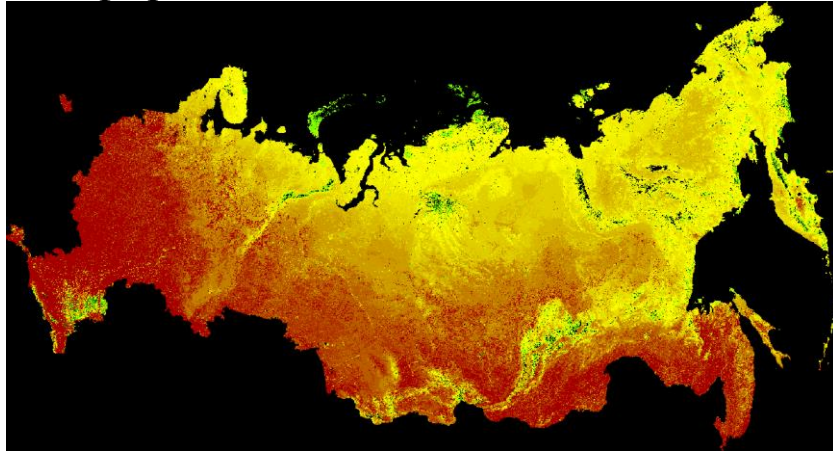


Формирование разновременных фенологических срезов

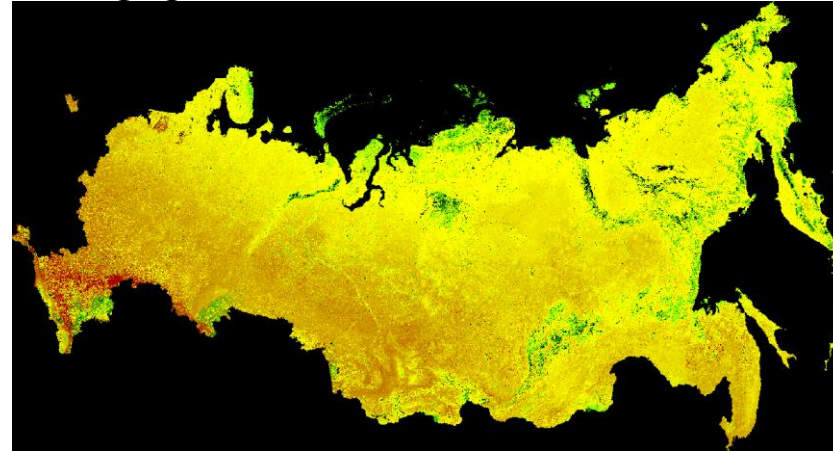


Распределение дат наступления фенологических фаз для 2021 года на территории России

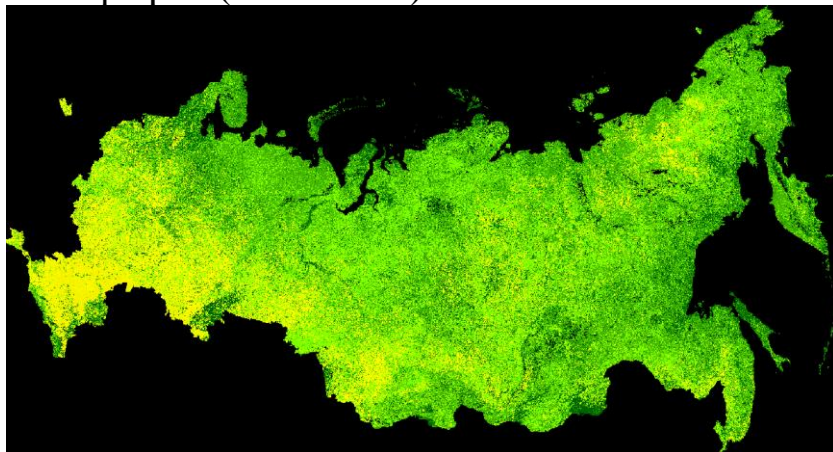
1/9 ф.срез (SOS – start of season)



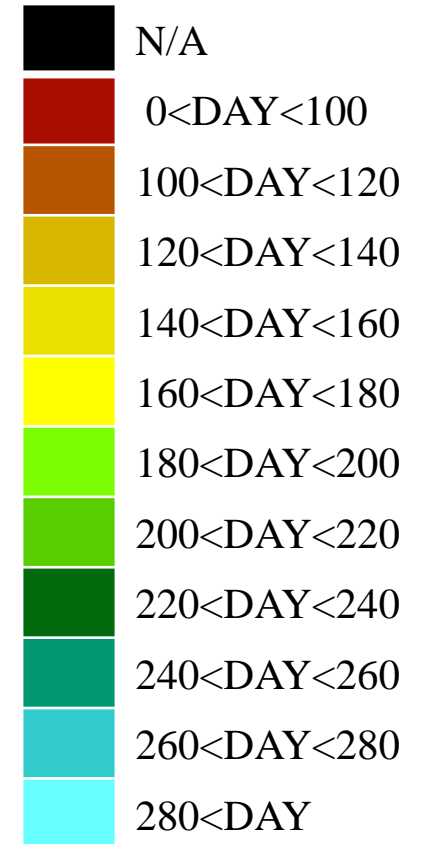
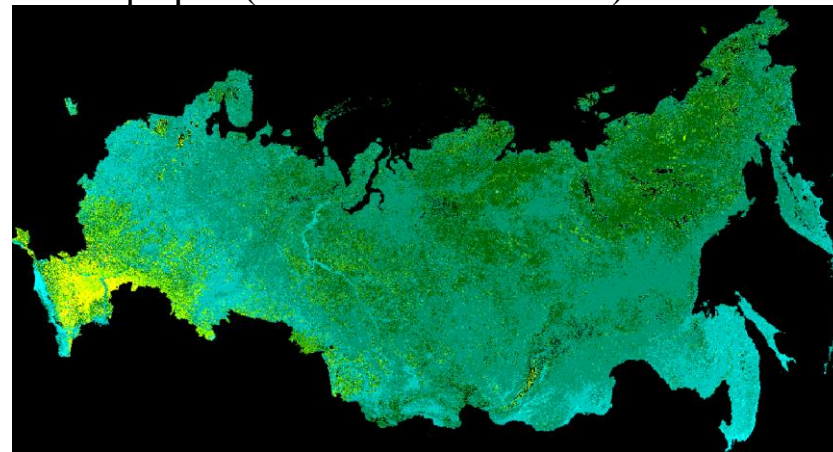
3/9 ф.срез



5/9 ф.срез (maxNDVI)

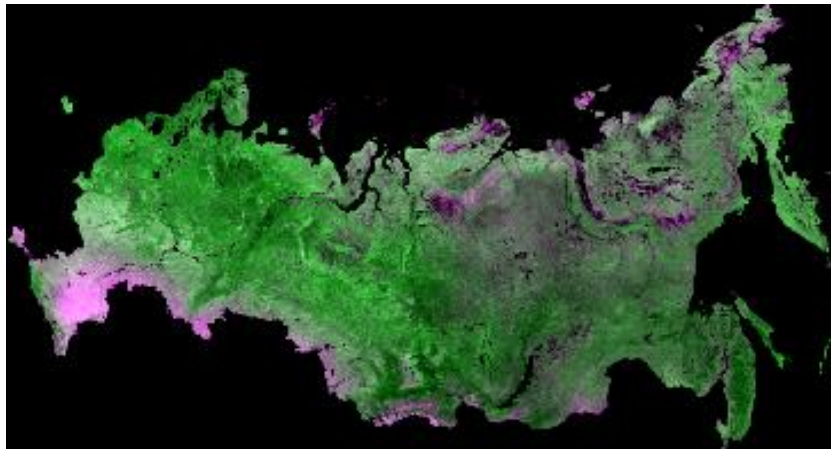


9/9 ф.срез (EOS – end of season)

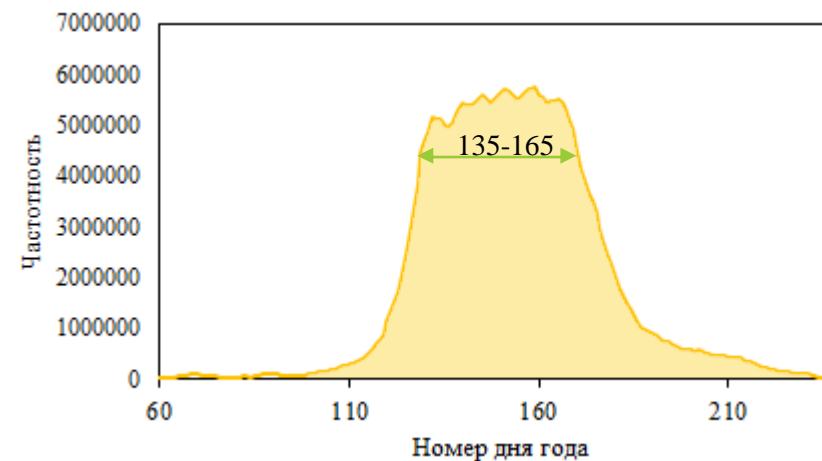


Сравнение фенологического среза и ежедневных данных

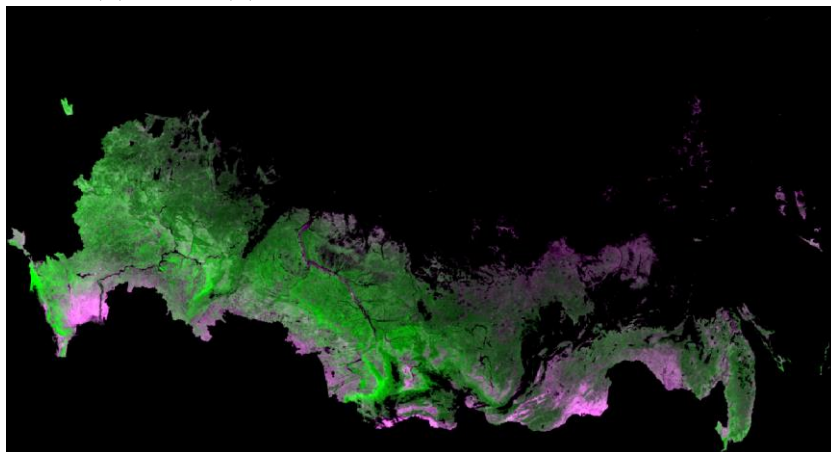
3/9 ф.срез. RGB синтез: RED-NIR-RED



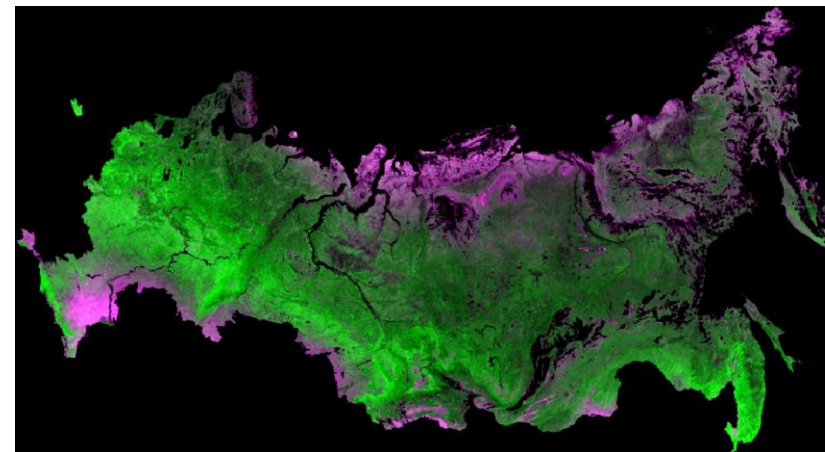
3/9 ф.срез. Гистограмма распределения дат



135 день года. RGB синтез: RED-NIR-RED



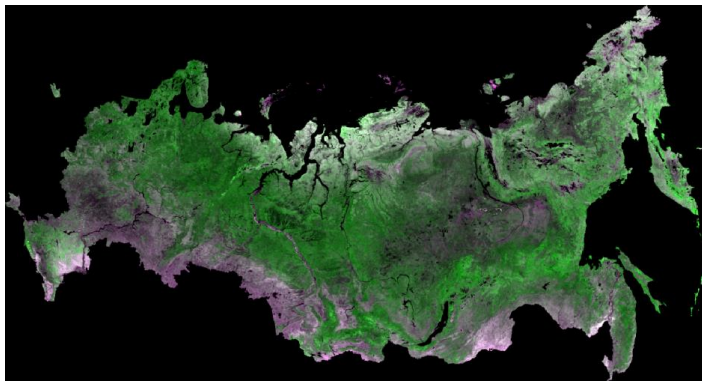
165 день года. RGB синтез: RED-NIR-RED



Сравнение фенологического среза и ежедневных данных

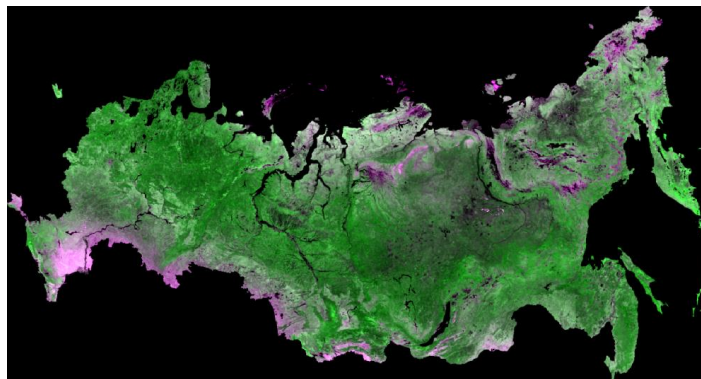
SOS. RGB синтез: RED-NIR-RED

127 ± 32 день года



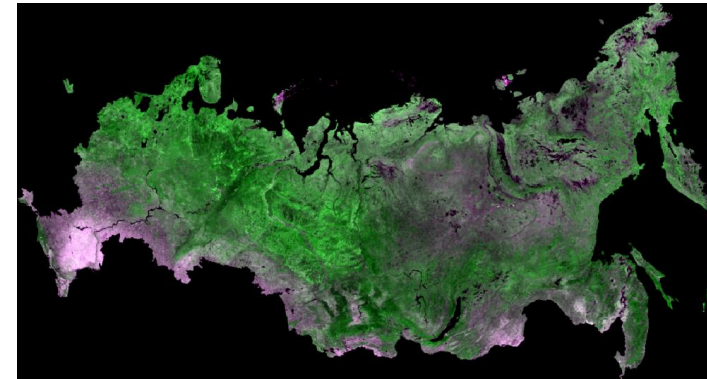
MAX. RGB синтез: RED-NIR-RED

198 ± 19 день года



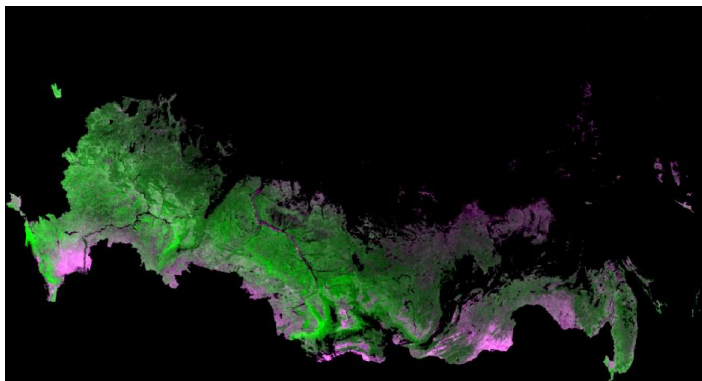
EOS. RGB синтез: RED-NIR-RED

280 ± 22 день года



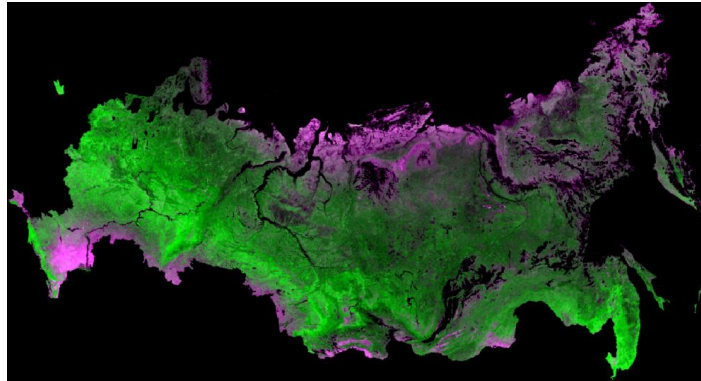
135 день года.

RGB синтез: RED-NIR-RED



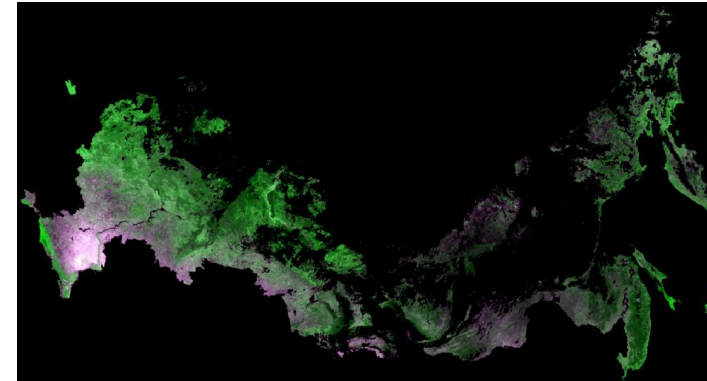
195 день года.

RGB синтез: RED-NIR-RED



285 день года.

RGB синтез: RED-NIR-RED

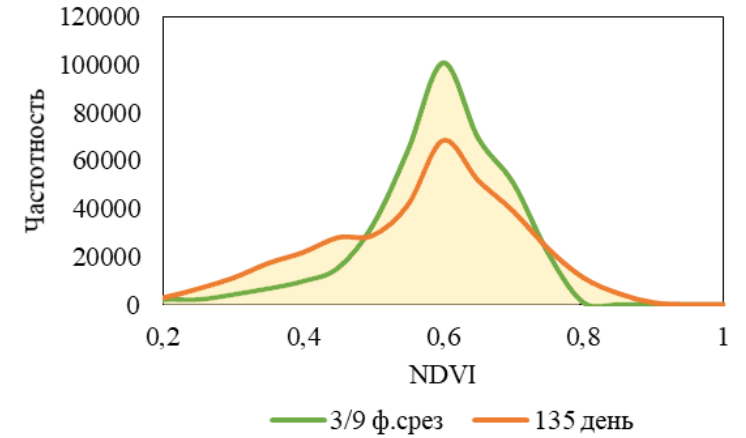
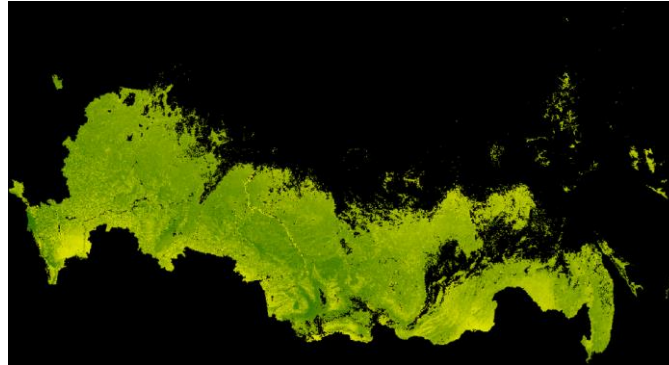


NDVI фенологического среза и ежедневных данных

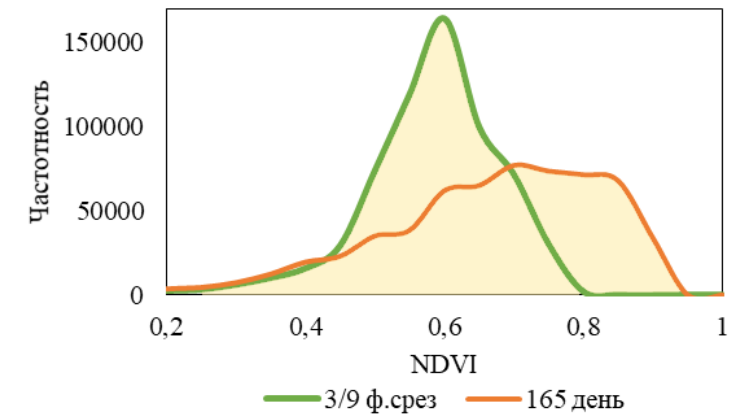
3/9 ф.срез. RGB синтез: RED-NIR-RED
153 ± 22 день



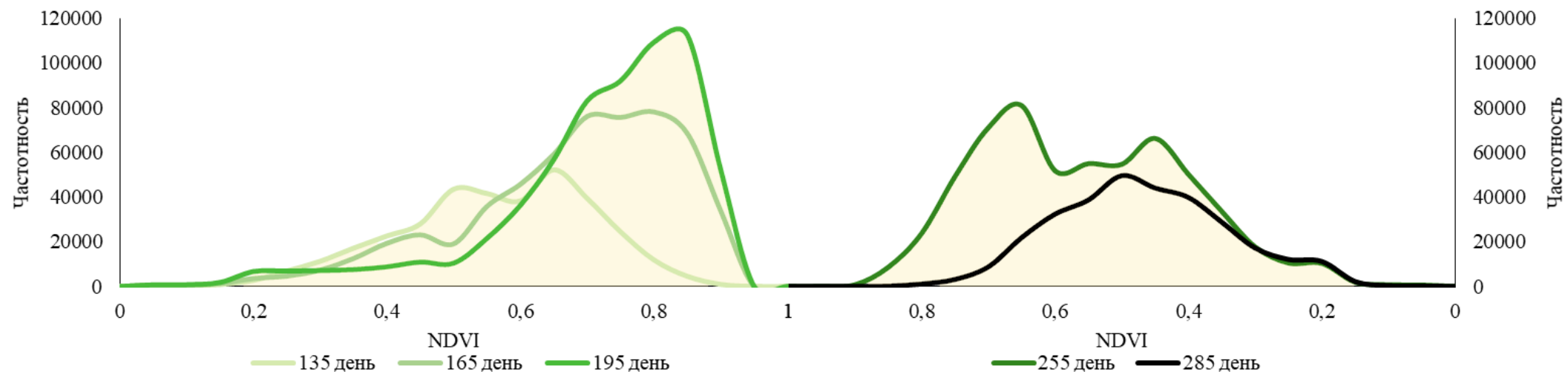
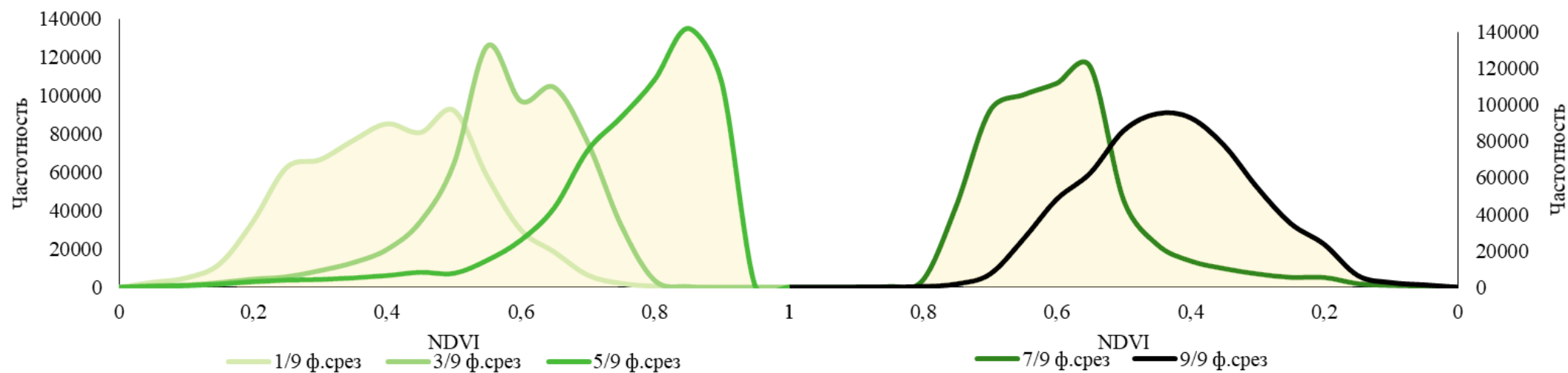
135 день года. RGB синтез: RED-NIR-RED



165 день года. RGB синтез: RED-NIR-RED



NDVI фенологического среза и ежедневных данных



Заключение и выводы

- Многолетние восстановленные ряды наблюдений, полученные по данным приборов AQUA/TERRA MODIS, позволяют отслеживать ежедневную динамику сезонного развития растений
- Предварительная обработка и восстановление исходных данных позволяют более точно определять даты наступления различных фенологических фаз и формировать разновременные композитные изображения, соответствующие определённому этапу развития растения
- Разработан метод совмещения межгодовых вариаций основных фенологических фаз развития растений и нормирования временных рядов при различной продолжительности вегетационного периода
- Метод учитывает ситуации смены класса растительного покрова вследствие таких явлений, как пожары, вырубки или иные естественные причины
- Получены фенологические срезы, представленные значениями КСЯ в красном и ближнем инфракрасном диапазонах за 2021 год на территорию России на основе собранной информации о ежегодных экстремумах временной динамики индекса NDVI за 2002-2021гг
- Планируется апробация полученных признаков в задачах классификации растительного покрова

Спасибо за внимание!