



Сравнение осредненного в пределах полей различного размера значений вегетационного индекса NDVI, полученного в течение сезона вегетации по данным приборов MSI, MODIS и KMCC

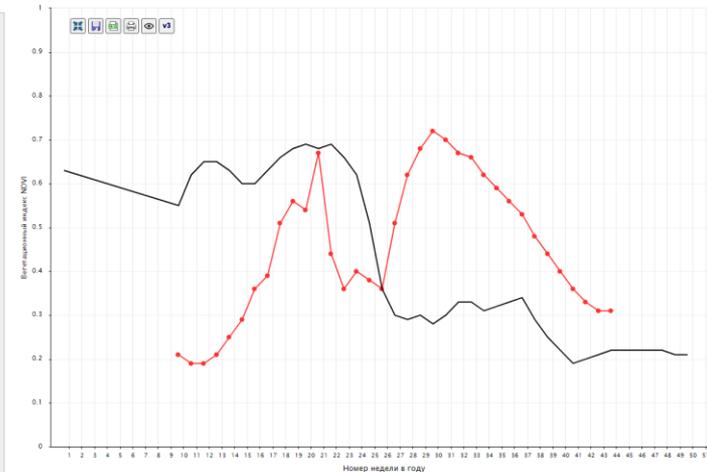
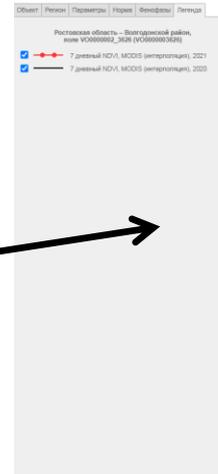
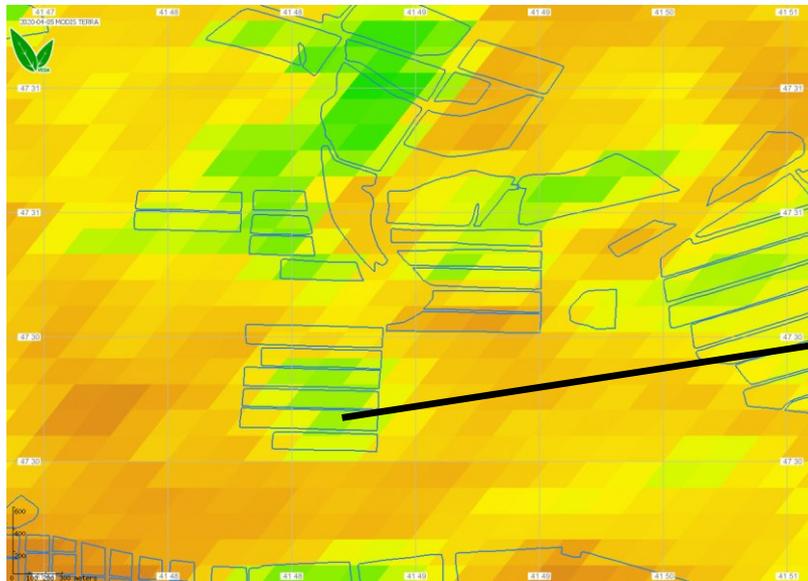
Кашницкий А.В., Плотников Д.Е., Толпин В.А., Лупян Е.А.

Институт космических исследований РАН

Девятнадцатая международная конференция
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»
15 - 19 ноября 2021, г. Москва

Введение

При решении задач мониторинга растительности с помощью данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) часто используется анализ значений различных дистанционных индикаторов состояния растений в течение сезона вегетации. При решении многих задач может применяться анализ средних для объекта значений индекса NDVI, измеренного в течение сезона вегетации.

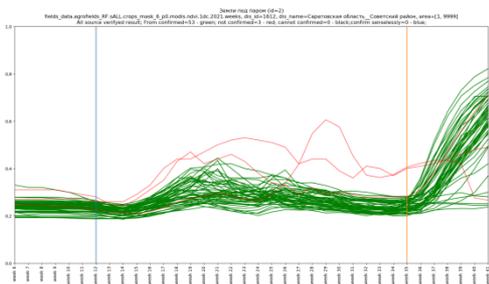


Полученные по этим данным графики осреднённого NDVI на поле в течение сезона вегетации

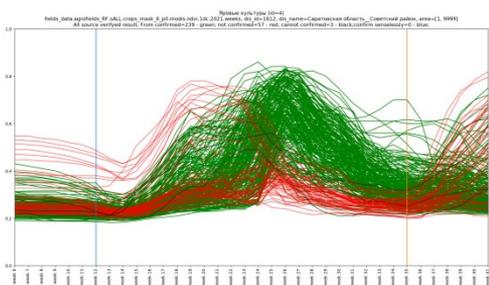
Пример восстановленных безоблачных ежедневных изображений NDVI (MODIS) анимация с шагом 7 дней

Примеры использования информации о среднем для с/х поля значения индекса NDVI

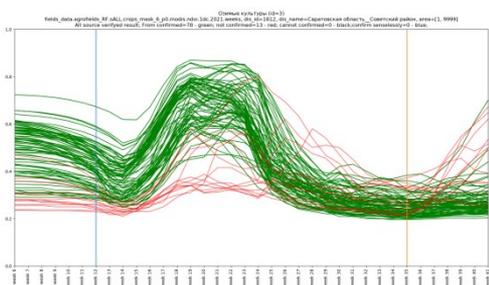
1



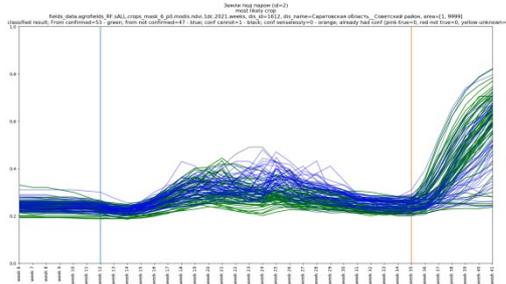
2



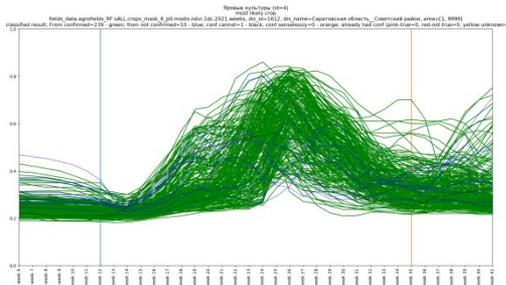
3



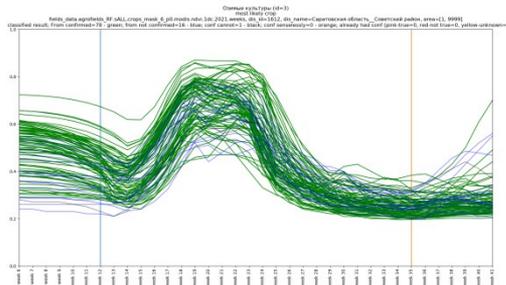
4



5



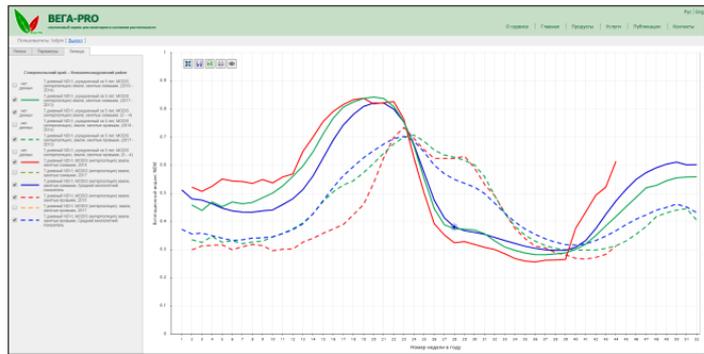
6



Результаты работы процедуры классификации типов с/х культур на графиках осредненного значения NDVI для многих полей. Показаны графики восстановленных временных серий по данным MODIS в течение периода вегетации отдельно по разным классам категорий сельскохозяйственных культур: 1 и 4 - Пары, 2 и 5 - Яровые, 3 и 6 - Озимые. На рисунках 1,2,3 приведены исходные классы, причем красным помечены объекты, не прошедшие проверку и сменившие в результате класс. На рисунках 4,5,6 приведены классы после проведения процедуры. Синим цветом помечены объекты, класс которых был изменен после процедуры. Зеленым цветом на всех графиках отмечены объекты, класс которых был подтвержден и остался без изменений.

Примеры использования информации о среднем для с/х поля значении индекса NDVI

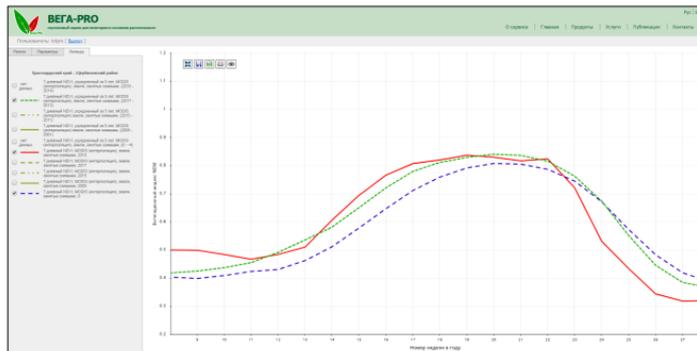
Анализ динамики вегетационных индексов



Ставропольский край – Новоселковский район – озимие и яровые.
При анализе отклонений текущего сезона в случае использования среднееголетней нормы оценка состояния может быть завышена по отношению к 5 летней норме.



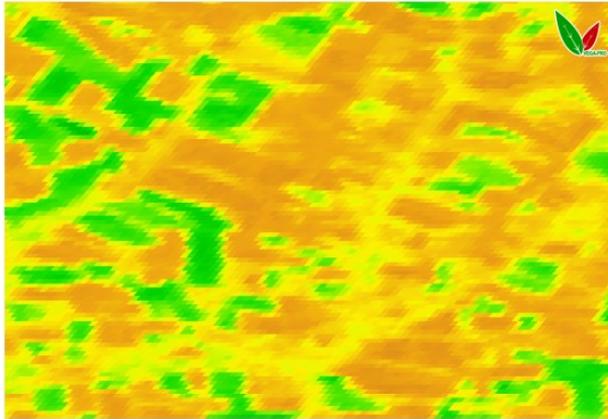
Московская область – Рузский район – яровые.
При анализе отклонений текущего сезона в случае использования ближайшей 5 летней нормы состояние будет оценено как среднее или лучше среднего, тогда как при использовании среднееголетней нормы состояние будет оценено как хуже среднего.



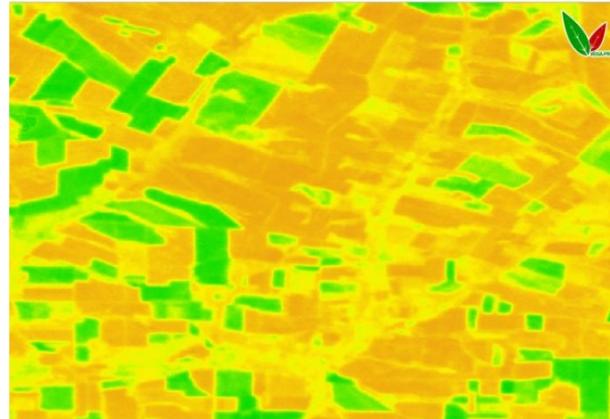
Краснодарский край, Щербиновский район – озимие.
При анализе отклонений текущего сезона оптимальным является использование ближайшей 5 летней нормы.

- Текущий год
- Среднееголетняя норма
- 5 летняя норма, ближайшая к текущему году

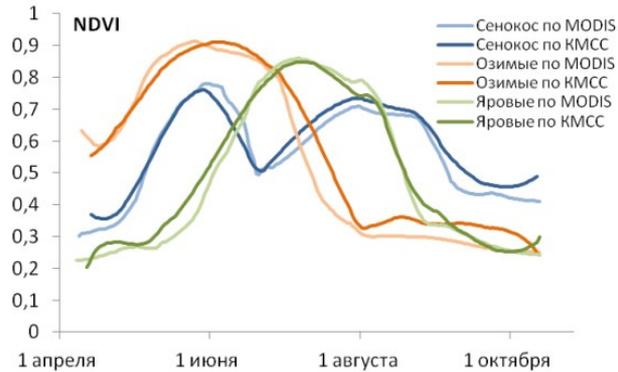
Вопрос пространственного разрешения используемых данных



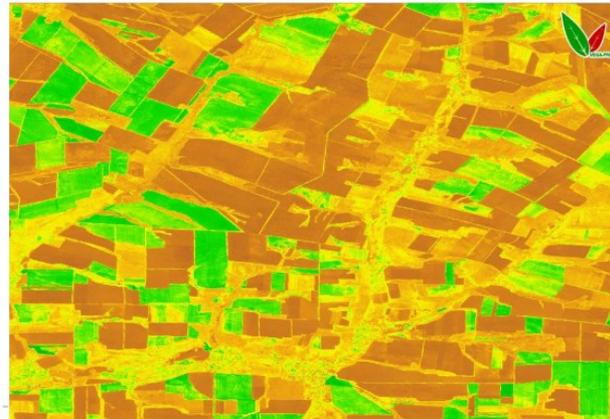
Изображение NDVI по данным прибора MODIS (01.05.2020) – 250 метров



Изображение NDVI по данным KMCC (01.05.2020) – 60 метров



Временные серии ежедневных измерений NDVI сельскохозяйственных культур по данным MODIS и KMCC



Изображение NDVI по данным прибора MSI (01.05.2020) – 10 метров

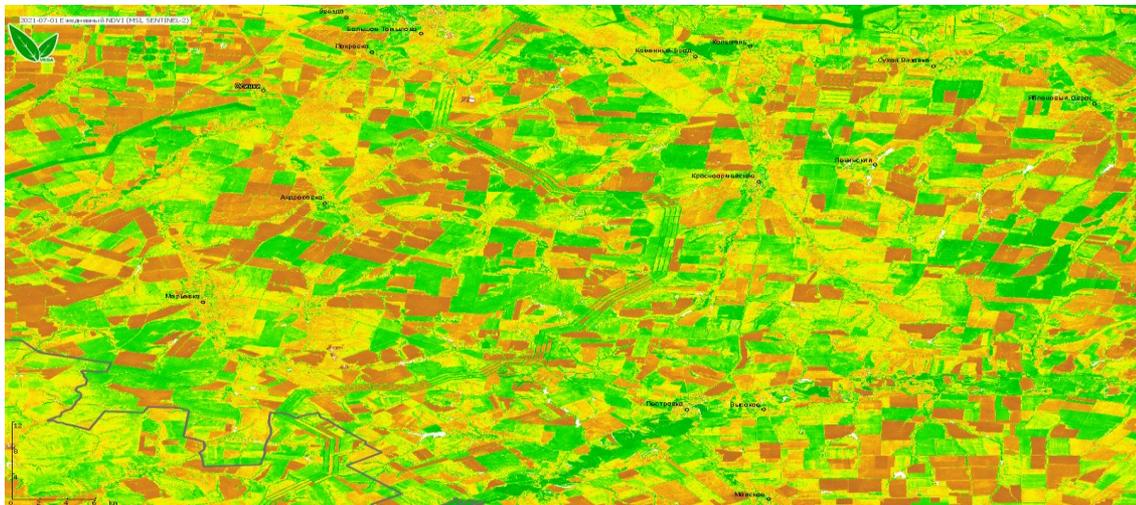
Исходные данные

1. Серии восстановленных изображений низкого пространственного разрешения (250 метров на пиксель), полученные на основе данных прибора MODIS спутников AQUA и TERRA [Плотников 2020б].
2. Серии восстановленных изображений с пространственным разрешением 60 метров на пиксель, полученные на основе прибора КМСС (камеры МСУ-М) спутника Метеор-М №2 [Колбудаев 2021, Плотников 2020в].
3. Серии восстановленных изображений высокого пространственного разрешения (10 метров на пиксель), полученные на основе прибора MSI спутников Sentinel-2 [Плотников 2020а, Ёлкина 2019].

Исходные данные

Технология опирается на весовую реализацию метода локальной взвешенной регрессии полиномами LOESS (Cleveland, 1979) для восстановления временных рядов безоблачных спутниковых наблюдений без необходимости использования масок облачности и теней.

Пример восстановленных безоблачных ежедневных изображений NDVI (Sentinel-2)

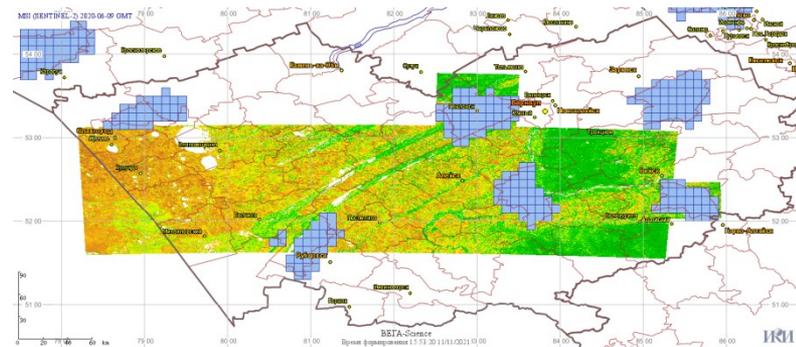
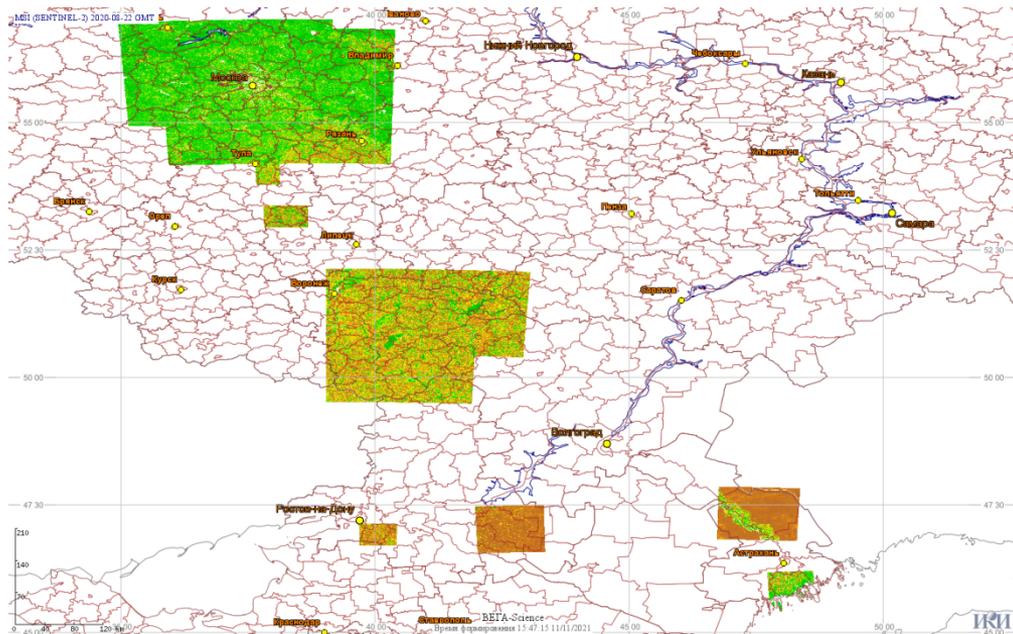


Территория части Самарской области, интервал с 1 июля по 1 сентября 2021 года анимация с шагом 5 дней

Из презентации:

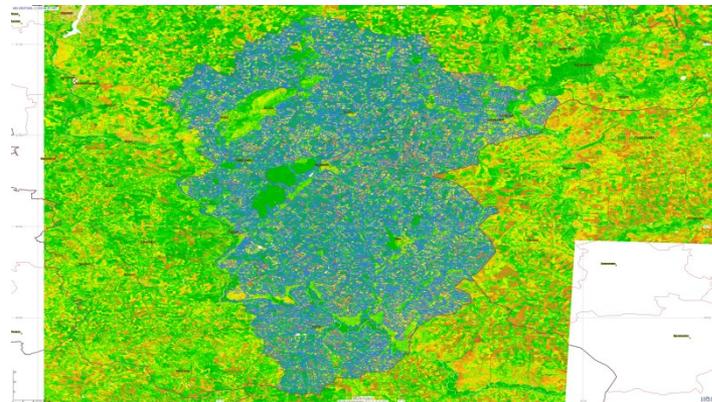
Плотников и др., 2021 “Методы и технологии восстановления ежедневных безоблачных измерений земной поверхности для мониторинга растительного покрова по данным с зарубежных и российских спутниковых систем”

Территории в Европейской части России и Алтайский край

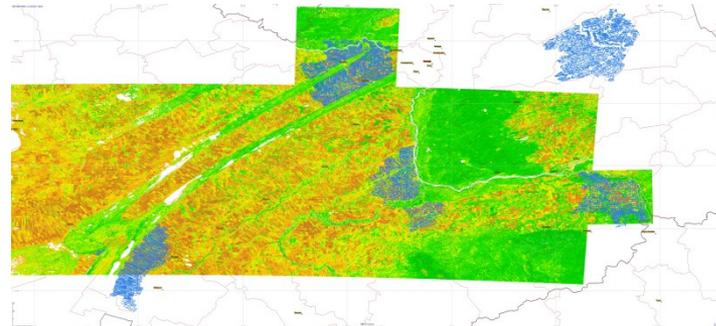


Маски полей

Воронежская область, выборка 1



выборка 2, пример в Алтайском крае



Количество полей

Выборка 1 (только по Воронежской обл.):

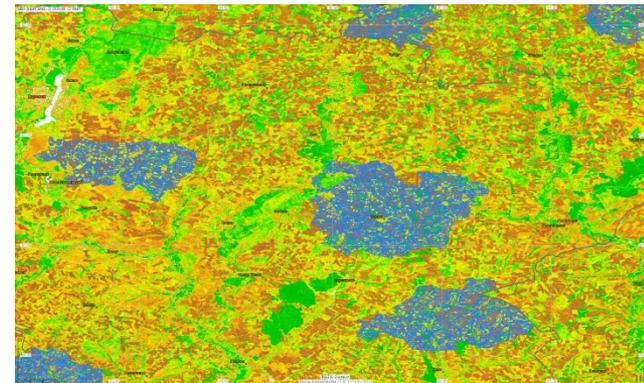
**до применения фильтров:
28979 полей**

Выборка 2 (отдельные районы Московской, Астраханской, Ростовской, Воронежской, Тульской, Тамбовской, Волгоградской областей, Алтайского края):

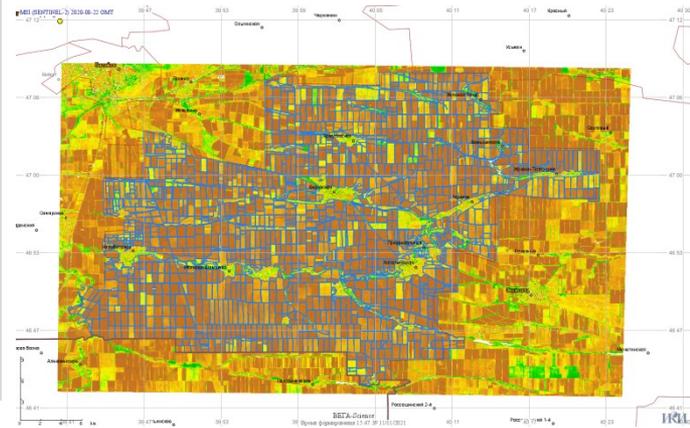
**до применения фильтров:
196551 полей**

Использованное в расчетах число полей и измерений в каждом случае меньше в связи с отсутствием данных или фильтрацией их части. Точные цифры для каждого случая приведены далее.

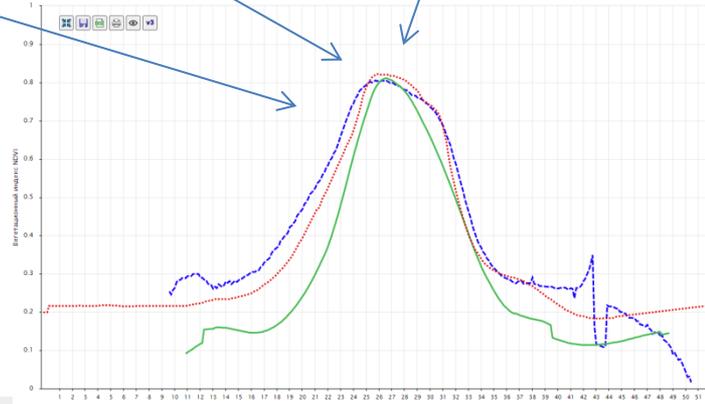
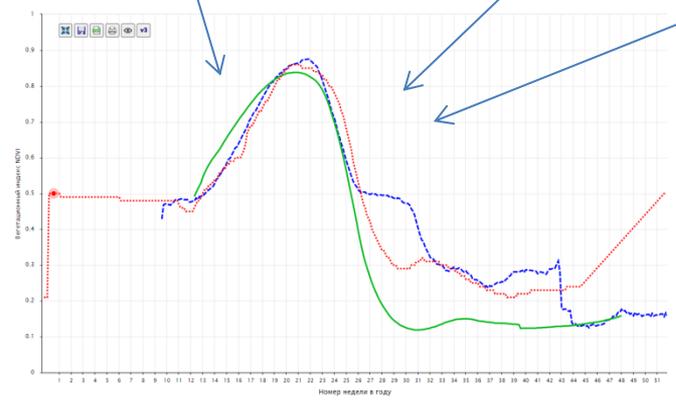
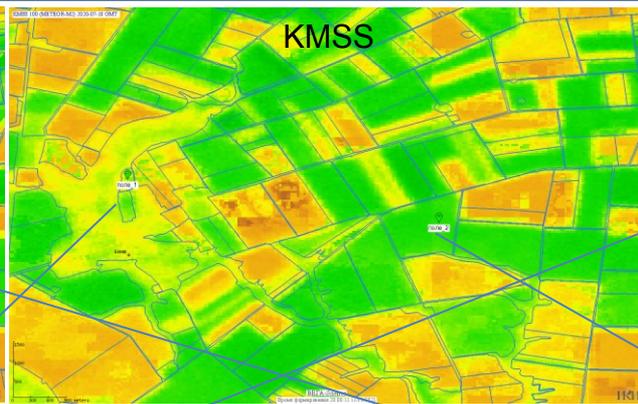
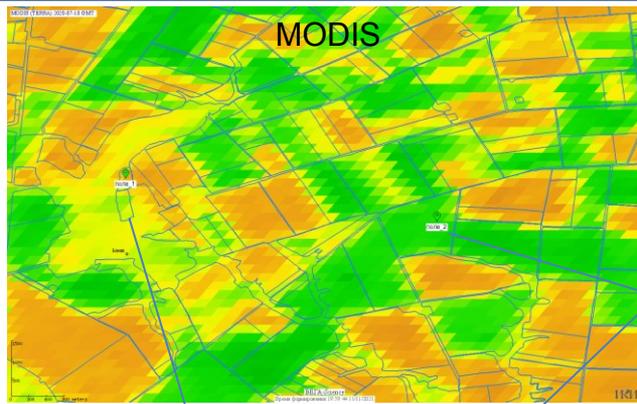
выборка 2, пример в Воронежской области



выборка 2, пример в Ростовской обл.

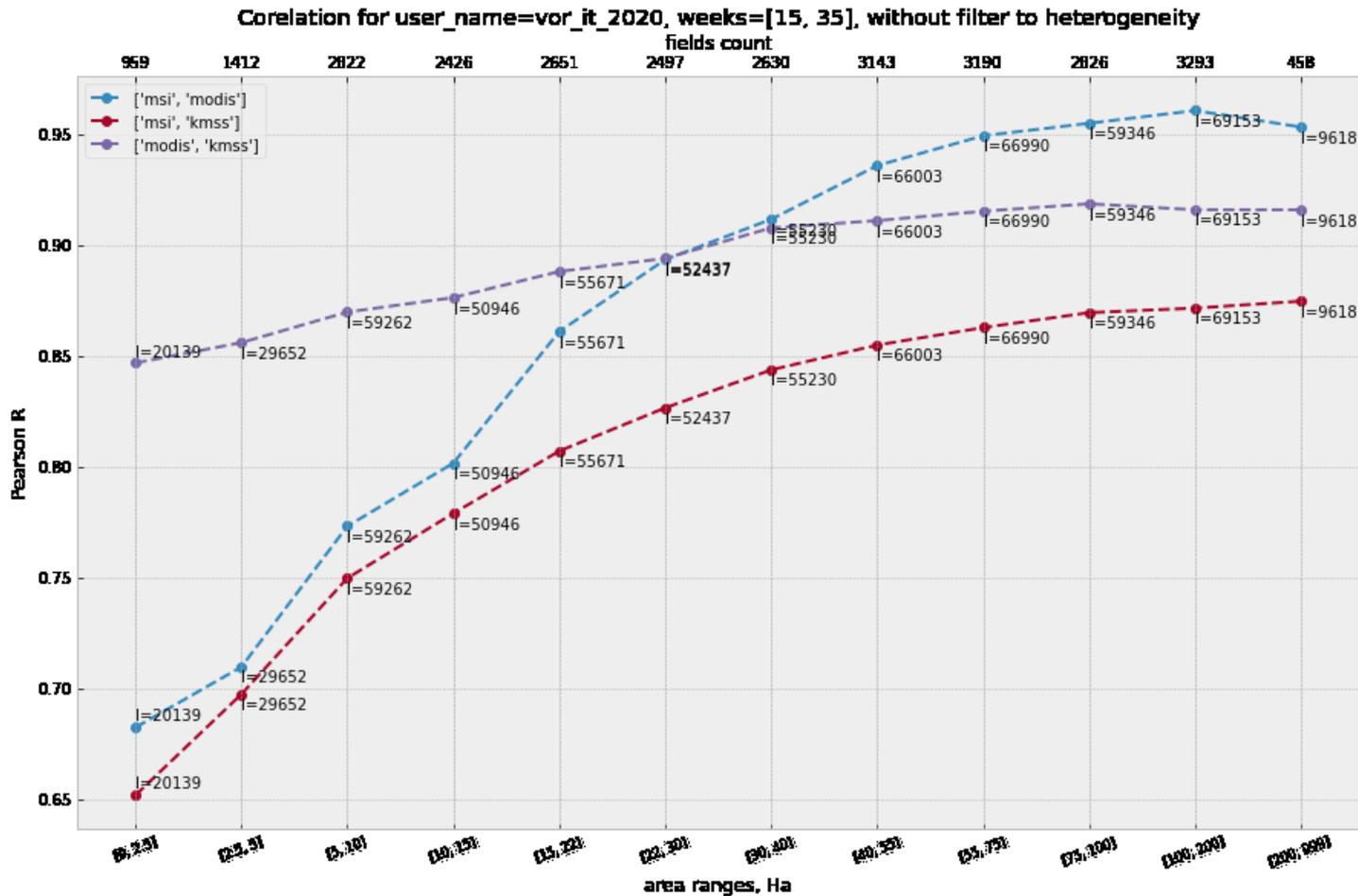


Расчет усредненного значения NDVI по трем наборам данных на каждом поле из выборки



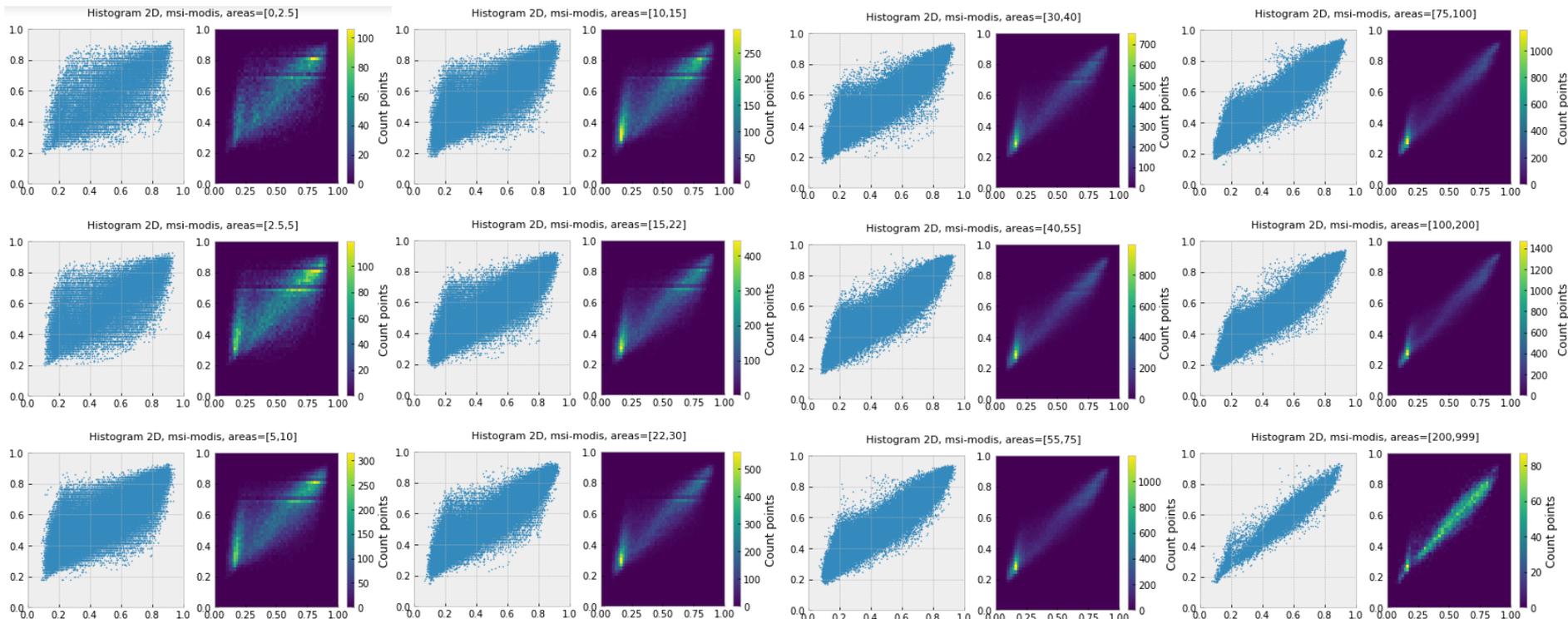
- ✓ 1 дневной NDVI, 2020
- ✓ Ежедневный NDVI по MSI (SENTINEL-2), 2020
- ✓ Ежедневный NDVI по KMSS, 2020

Корреляция в зависимости от размера полей



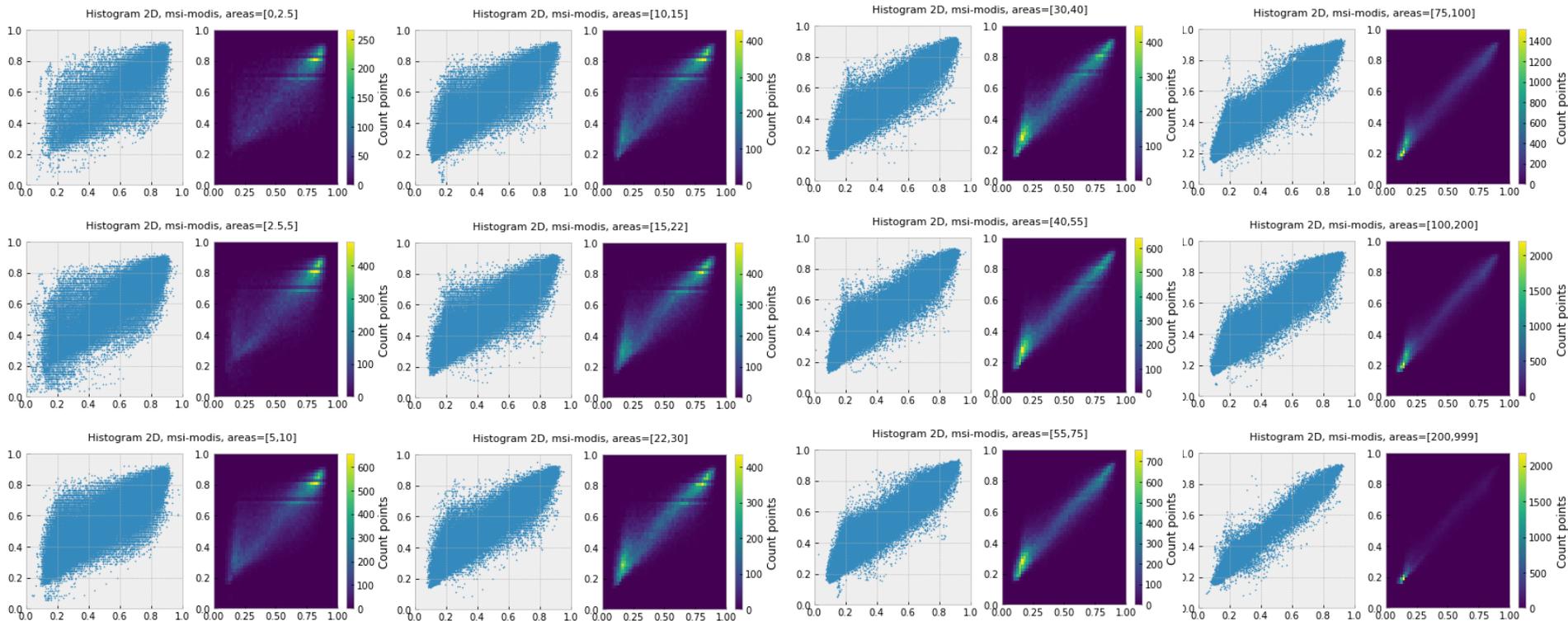
Двумерные гистограммы в зависимости от размера полей

Выборка 1



Двумерные гистограммы в зависимости от размера полей

Выборка 2

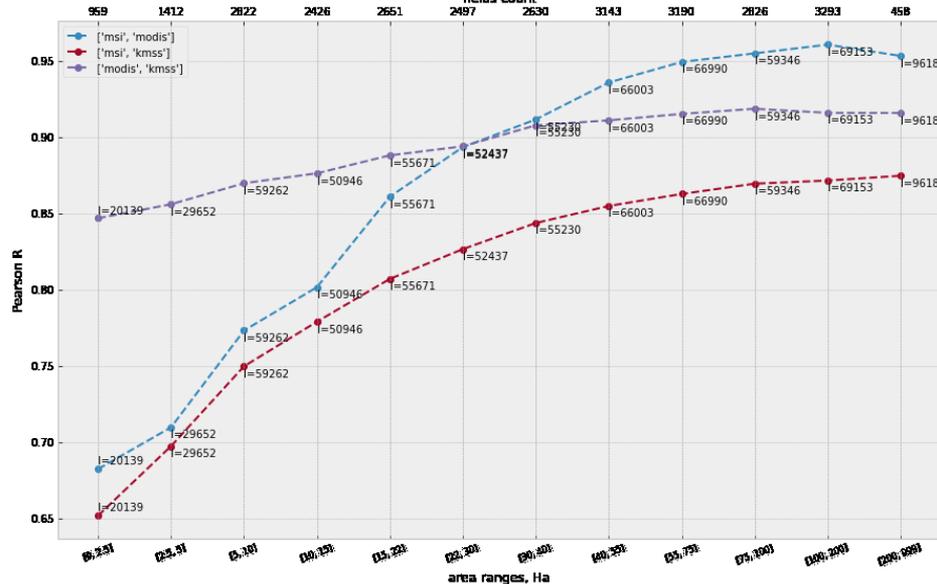


Влияние на корреляцию разных факторов

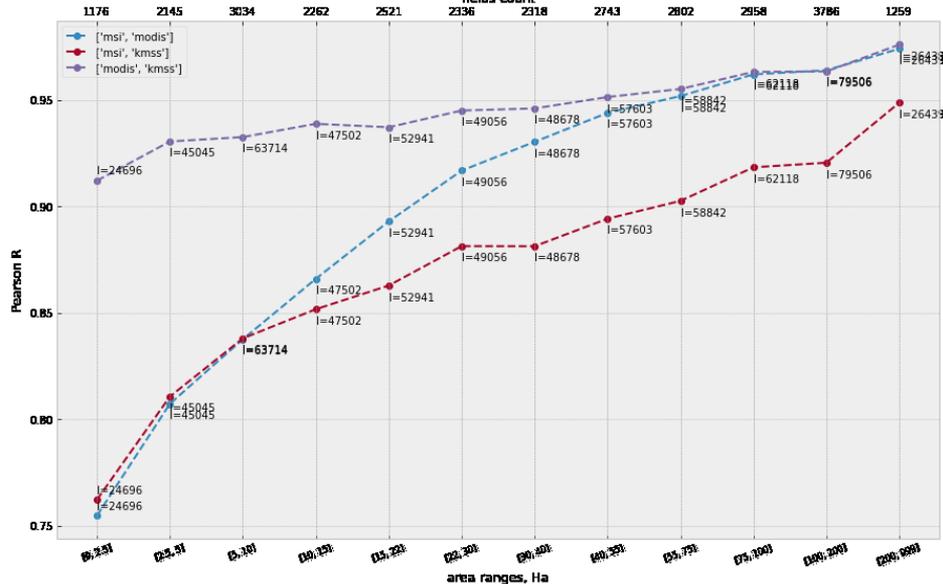
Выборка в разных регионах

Выборка только по Воронежской области

Correlation for user_name=vor_it_2020, weeks=[15, 35], without filter to heterogeneity

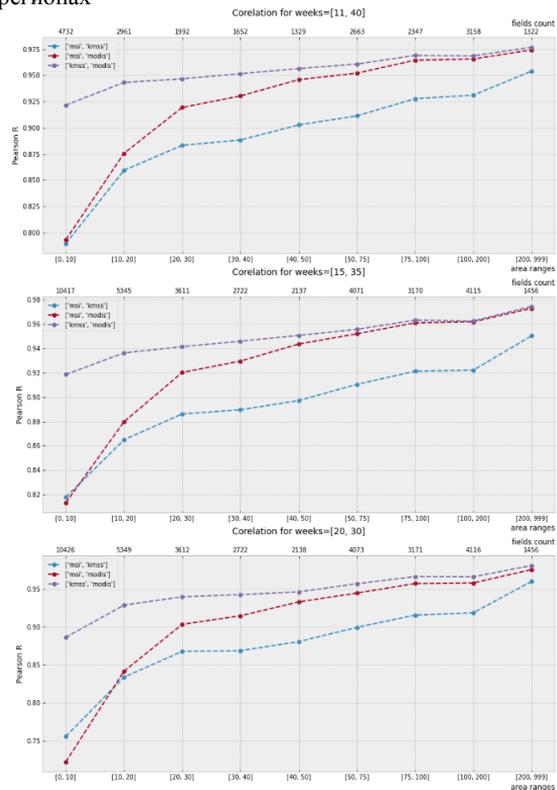


Correlation for user_name=rosstat_fproc, weeks=[15, 35], without filter to heterogeneity

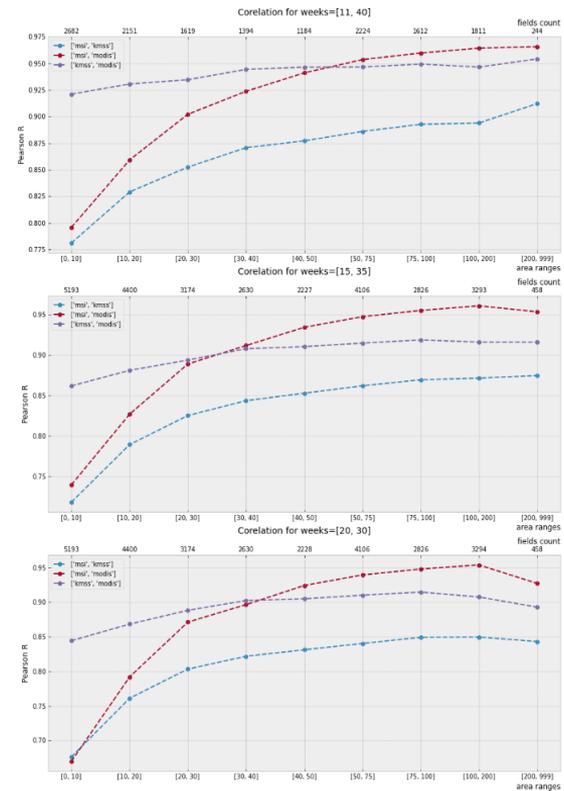


Влияние на корреляцию разных факторов

Выборка в разных
регионах

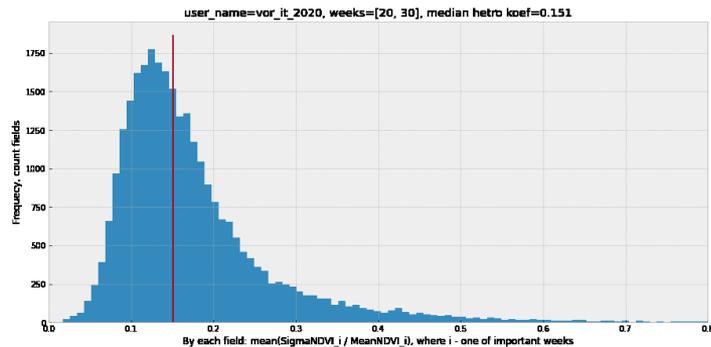


Выборка только
по Воронежской
области

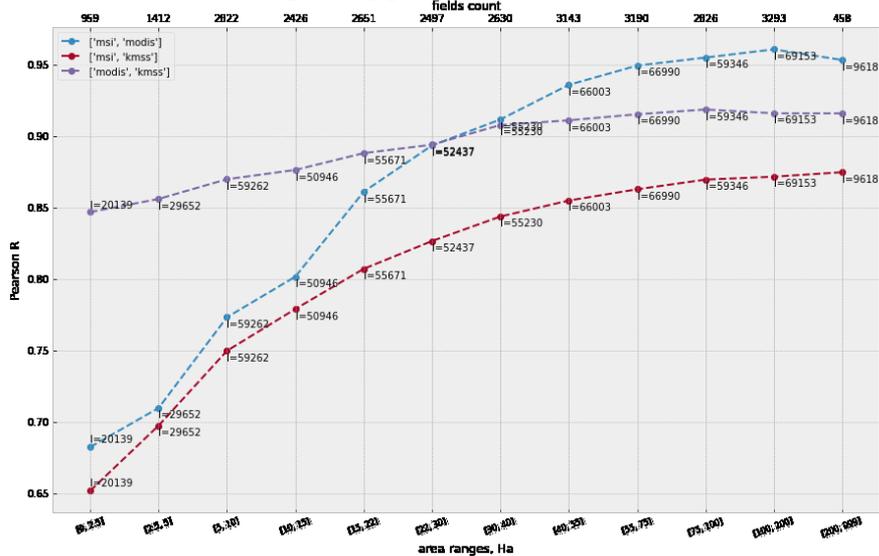


Примеры взаимных корреляций на выборках полей разного размера данных еженедельных композитов NDVI, полученных по Sentinel-2 (MSI, 10м/пкс), Метеор-М (KMSS, 60 м/пкс) и AQUA, TERRA (MODIS, 250 м/пкс)

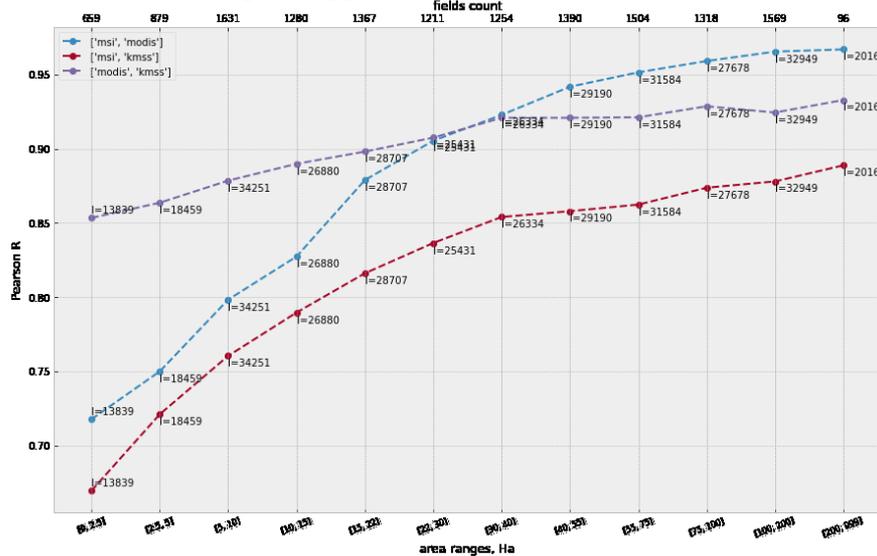
Если исключить неоднородные поля



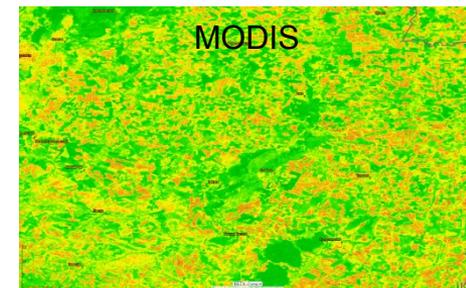
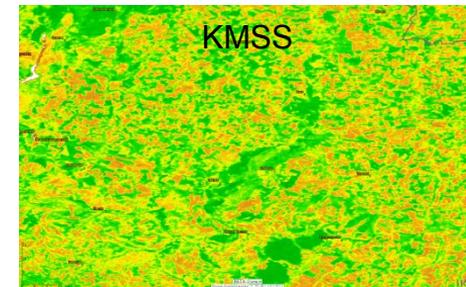
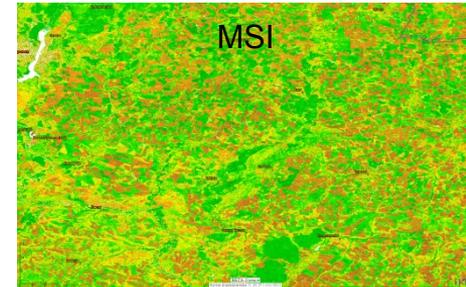
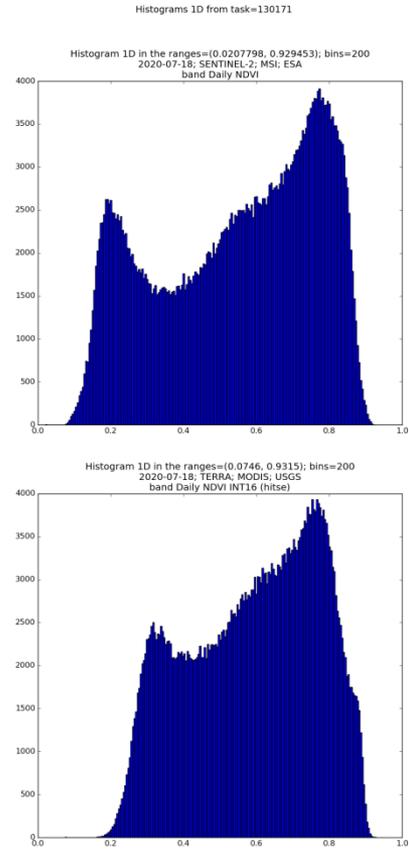
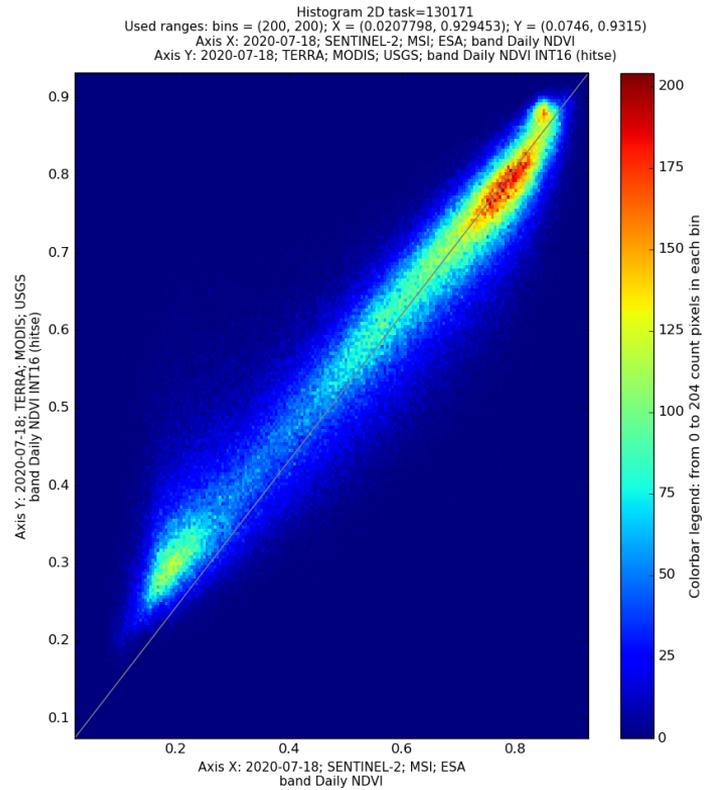
Correlation for user_name=vor_it_2020, weeks=[15, 35], without filter to heterogeneity



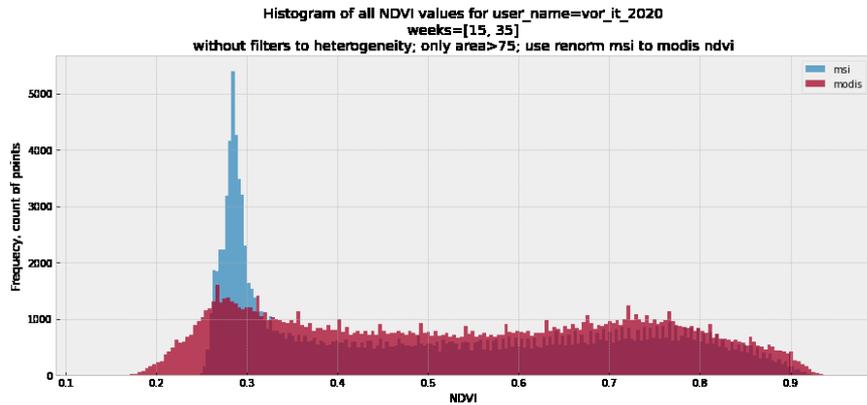
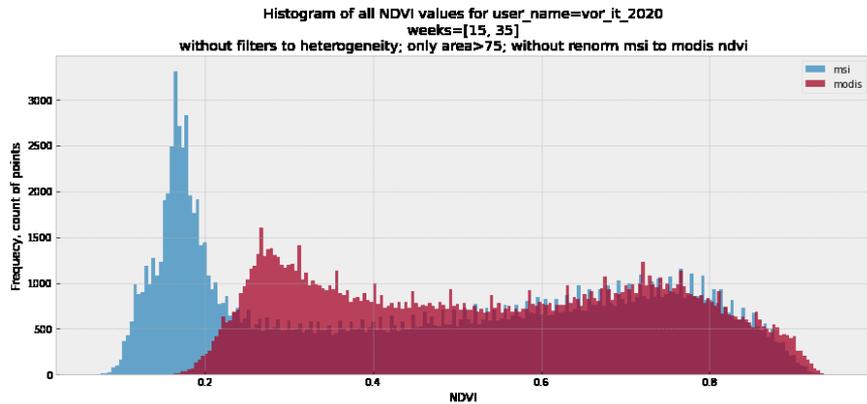
Correlation for user_name=vor_it_2020, weeks=[15, 35], heterogeneity koef<0.179 (median by msi)



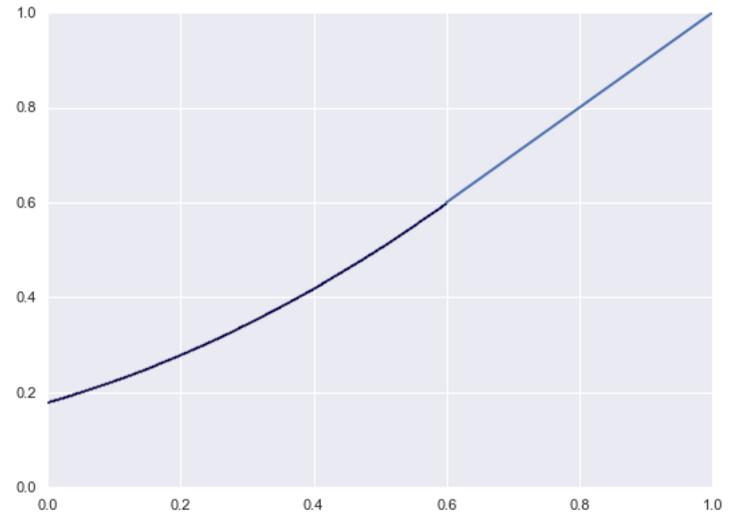
Различия в значениях NDVI



Различия в значениях NDVI



Функция “приведения” MSI к MODIS



Выводы

Результаты корреляционного анализа показали общую высокую согласованность среднего значения индекса NDVI на поле по разным данным: даже для маленьких полей с размером менее 10 Га значения коэффициента корреляции Пирсона превысило 0.75 для пар KMSS-MSI и MODIS- MSI и 0.85 для пары MODIS-KMSS. При этом с увеличением размера полей коэффициент корреляции достаточно равномерно рос до значений выше 0.95 на полях с размером более 100 Га.

Литература

- Ёлкина Е.С., Егоров В.А., Плотников Д.Е., Самофал Е.В., Барталев С.А., Патил В.К., Сунил Д.К., Чаван В.К. Развитие методов спутникового мониторинга состояния посевов сахарного тростника в Южной Индии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 5. С. 159-173. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-5-159-173.
- Колбудаев П.А., Плотников Д.Е., Лупян Е.А., Прошин А.А., Матвеев А.М. Методы и автоматическая технология географической привязки, маскирования мешающих факторов и атмосферной коррекции разнозональных изображений КМСС-М на больших территориях // Материалы VIII Международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». Красноярск. 14 – 17 сентября, 2021. С. 81-86.
- Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А., Кашницкий А.В., Балашов И.В., Барталев С.А., Константинова А.М., Кобец Д.А., Мазуров А.А., Марченков В.В., Матвеев А.М., Радченко М.В., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 151-170. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.
- Плотников Д.Е., Ёлкина Е.С., Барталев С.А. Спутниковый мониторинг сахарного тростника в Южной Индии с помощью Sentinel-2 для оценки водообеспечения и азотного питания плантаций // Материалы Восемнадцатой Всероссийской Открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 16-20 ноября 2020. ИКИ РАН, 2020а. С. 353. DOI: 10.21046/18DZZconf-2020а.
- Плотников Д.Е., Ёлкина Е.С., Дунаева Е.А., Хвостиков С.А., Лупян Е.А., Барталев С.А. Развитие метода автоматического распознавания озимых культур на основе спутниковых данных для оценки их состояния на территории Республики Крым // Таврический вестник аграрной науки. 2020б. № 1(21). С. 64-83. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-64-83.
- Плотников Д.Е., Колбудаев П.А., Жуков Б.С., Матвеев А.М., Барталев С.А., Егоров В.А., Кашницкий А.В., Прошин А.А. Публикация коллекции мультиспектральных измерений прибором КМСС-М (КА «Метеор-М» No2) для количественной оценки характеристик земной поверхности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020в. Т. 17. № 7. С. 276–282. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-7-276–282.
- Толпин В.А., Барталев С.А., Ёлкина Е.С., Кашницкий А.В., Константинова А.М., Лупян Е.А., Марченков В.В., Плотников Д.Е., Патил В.К., Сунил Д.К. Информационная система VEGA-GEOGLAM — инструмент разработки методов и подходов использования данных спутникового дистанционного зондирования в интересах решения задач глобального сельскохозяйственного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 183–197. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-183-197.

Работа выполнена в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 01.20.0.2.00164).