

# **Особенности перехода с MODIS на VIIRS в системах мониторинга сельскохозяйственной растительности**

***Толпин В.А., Матвеев А.М., Плотников Д.Е.***

Институт космических исследований РАН

Двадцать третья международная конференция  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»  
10 - 14 ноября 2025, г. Москва

# Программы и приборы

## Программа EOS

- Оба КА программы TERRA и AQUA выполнили последние штатные манёвры коррекции и постепенно уходят с запланированных орбит
- Срок окончания работы КА **TERRA – декабрь 2025**
- Срок окончания работы КА **AQUA – август 2026**

## Программа JPSS

- Преемник программы EOS
- Включает в себя пять КА: Suomi NPP, NOAA-20 (JPSS1), JPSS2-4 с расчётным сроком работы 7 лет;
- Расчётная продолжительность программы – до 2038 г.

## Ключевые особенности приборов

### MODIS:

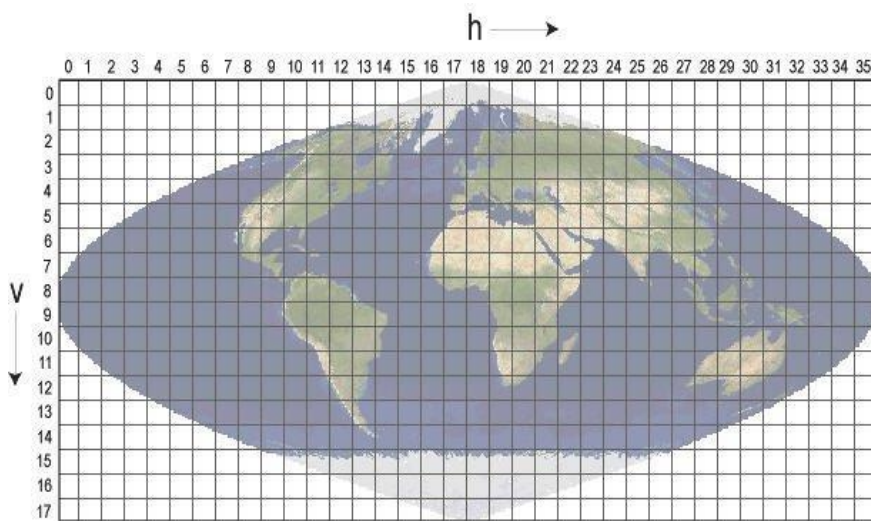
- 36 спектральных каналов разрешением 250 (2), 500 (5) и 1000 (29) метров
- Ширина полосы съёмки 2300 км
- Утренняя и дневная орбиты, 2 раза в день

### VIIRS:

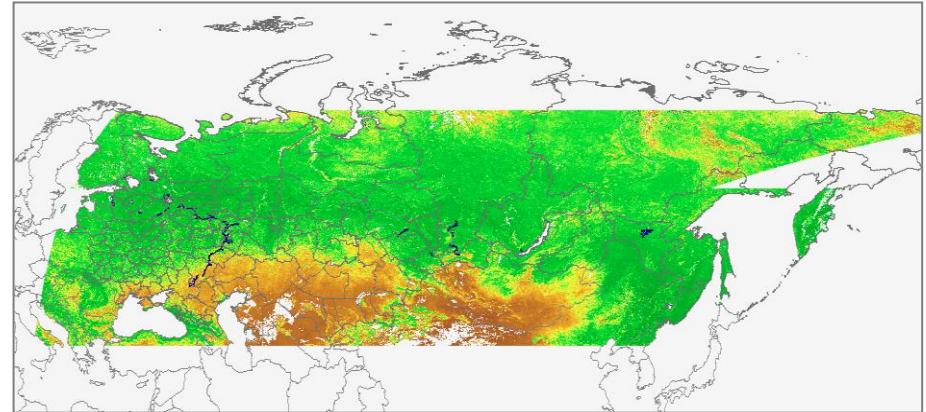
- 22 спектральных канала разрешением 375 (5) и 750 (17) метров, в т.ч. панхроматический канал 0,5 -0,9
- Ширина полосы съёмки 3000 км
- Только дневные орбиты, 1-2 раза в сутки

# Данные VIIRS

Данные VIIRS VNP09, для обеспечения приемственности с данными MODIS, загрубляются до разрешения 500–1000 м и поставляются в том же пространственном разбиении, что и данные MODIS MOD09.



Архив ЦКП «ИКИ-Мониторинг» содержит данные VNP09 на всю доступную глубину и все действующие технологий обработки данных адаптированы для их использования.



Композитное изображение NDVI по данным VIIRS за 13 июля 2025 года.

По VIIRS в ИКИ РАН созданы безоблачные ежедневные композиты по двум спутникам с 2018 года. Их технология создания продолжает линейку продуктов MODIS. Они эквивалентны композитам MODIS по Terra и Aqua, что позволяет делать их сравнение в интервале с 2018 по 2025.

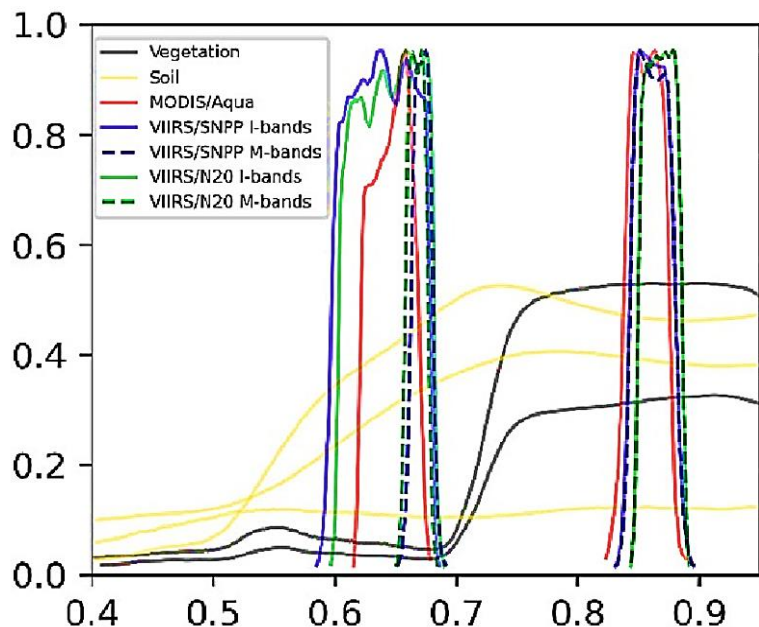
Статистика наличия данных в архивах  
ЦКП «ИКИ-Мониторинг»,  
глубина архива

JPSS	2018-01-05
JPSS1 (NOAA 20)	2018-01-05
JPSS2 (NOAA21)	2024-02-25
Suomi NPP	2008-10-01

# Свойства приборов MODIS и VIIRS

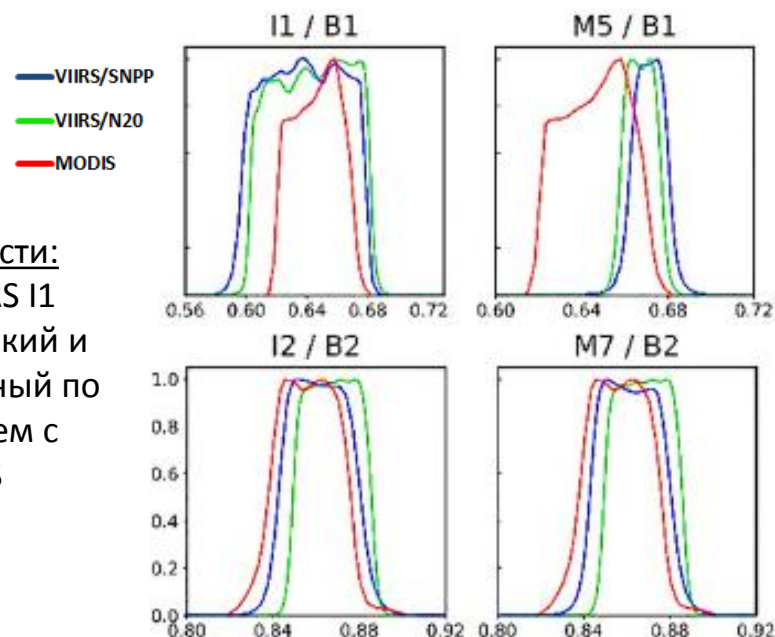
VIIRS Band	Range (μm)	Center Wavelength SNPP/N20 (μm)	HSR (m)	MODIS Aqua Band	Range (μm)	Center Wavelength (μm)	HSR (m)
M1	0.402–0.422	0.418/0.411	750	B8	0.405–0.420	0.412	1000
M2	0.436–0.454	0.445/0.446	750	B3	0.459–0.479	0.466	500
M3	0.478–0.498	0.489/0.489	750	B3	0.459–0.479	0.466	500
M4	0.545–0.565	0.551/0.557	750	B4	0.545–0.565	0.554	500
I1	0.600–0.680	0.638/0.643	375	B1	0.620–0.670	0.646	250
M5	0.662–0.682	0.671/0.668	750	B1	0.620–0.670	0.646	250
I2	0.846–0.885	0.861/0.867	375	B2	0.841–0.876	0.856	250
M7	0.846–0.885	0.861/0.868	750	B2	0.841–0.876	0.856	250
M8	1.230–1.250	1.241/1.241	750	B5	1.230–1.250	1.242	500
I3/M10	1.580–1.640	(I3) 1.601/1.604	375	B6	1.628–1.652	1.629	500
		(M10) 1.602/1.605	750				
M11	2.225–2.275	2.257/2.259	750	B7	2.105–2.155	2.114	500

**I-каналы VIIRS - разрешение 375 метров**



Типичные спектры почв и растительности, и спектральная чувствительность каналов VIIRS и MODIS

**M-каналы VIIRS - разрешение 750 метров**

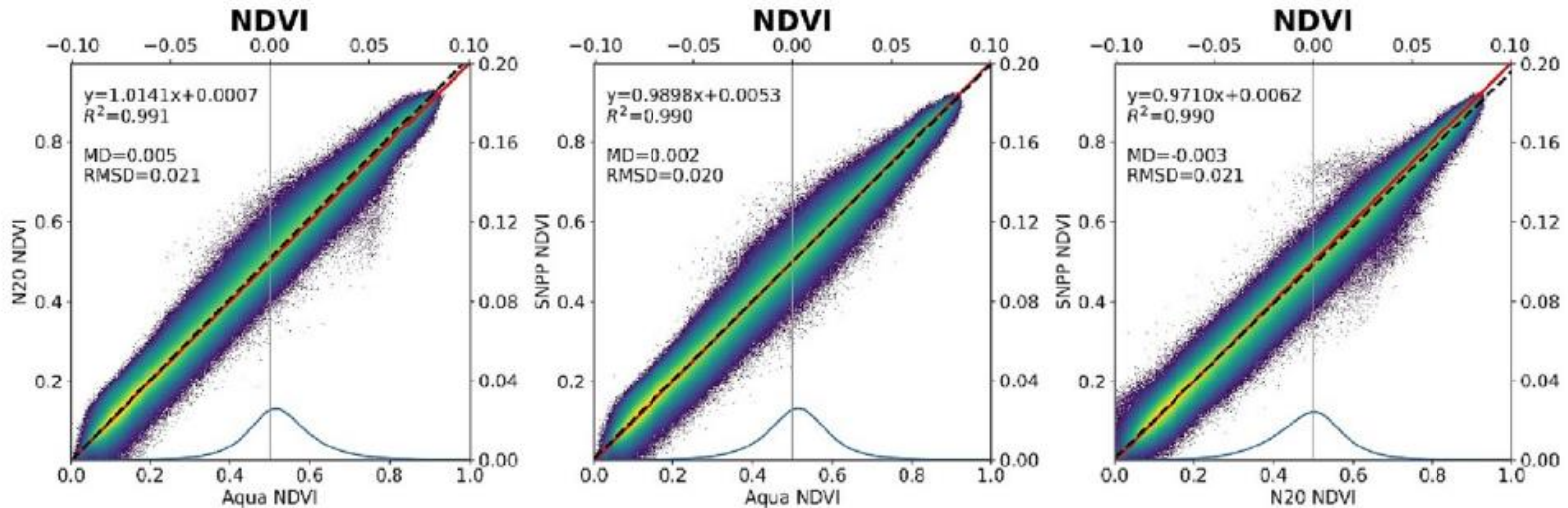


Особенности:  
канал VIIRS I1  
более широкий и  
чувствительный по  
сравнению с  
MODIS

Спектральная чувствительность каналов VIIRS (I1,I2,M5,M7) и MODIS (B1,B2)



# Свойства приборов MODIS и VIIRS



Гистограммы для NDVI приборов VIIRS SNPP, VIIRS NOAA 20 и MODIS Aqua для каналов VIIRS I1/I2

Разница в NDVI характеризуется СКО 0,02 и коэффициентом корреляции  $R^2$  0.99. В том числе, это указывает на хорошую согласованность алгоритмов атмосферной коррекции, обеспечивающих плавный переход от MODIS к VIIRS.

Contents lists available at ScienceDirect

Remote Sensing of Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/rse](http://www.elsevier.com/locate/rse)

Calibration of the SNPP and NOAA 20 VIIRS sensors for continuity of the MODIS climate data records

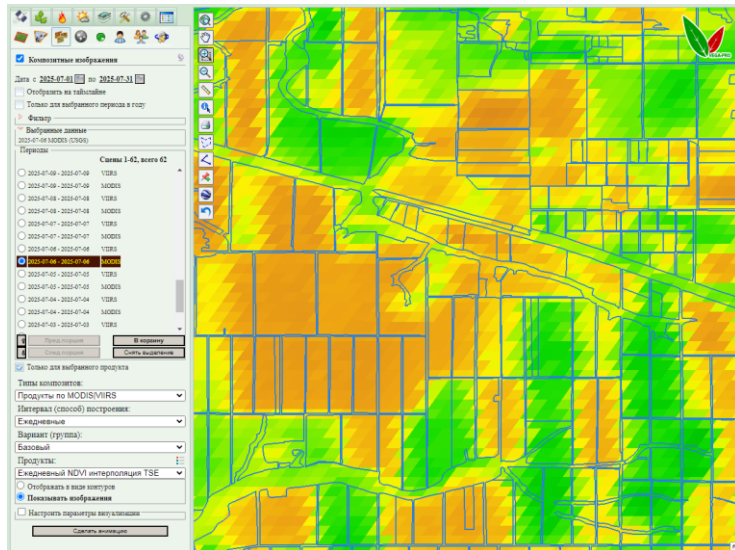
Alexei Lyapustin<sup>a,\*</sup>, Yujie Wang<sup>b,a</sup>, Myungje Choi<sup>b,a</sup>, Xiaoxiong Xiong<sup>a</sup>, Amit Angal<sup>c</sup>, Aisheng Wu<sup>c</sup>, David R. Doelling<sup>d</sup>, Rajendra Bhatt<sup>d</sup>, Sujung Go<sup>b,a</sup>, Sergey Korkin<sup>b,a</sup>, Bryan Franz<sup>a</sup>, Gerhard Meister<sup>a</sup>, Andrew M. Sayer<sup>a,b</sup>, Miguel Roman<sup>c</sup>, Robert E. Holz<sup>e</sup>, Kerry Meyer<sup>a</sup>, James Gleason<sup>a</sup>, Robert Levy<sup>f</sup>

<sup>a</sup> NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA  
<sup>b</sup> GISTAR II University of Maryland Baltimore County, Baltimore, MD, USA  
<sup>c</sup> Science Systems and Applications, Inc., Lanham, MD 20709, USA  
<sup>d</sup> NASA Langley Research Center, Hampton, VA, USA  
<sup>e</sup> Leidos, Reston, VA, USA  
<sup>f</sup> SSEC, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA

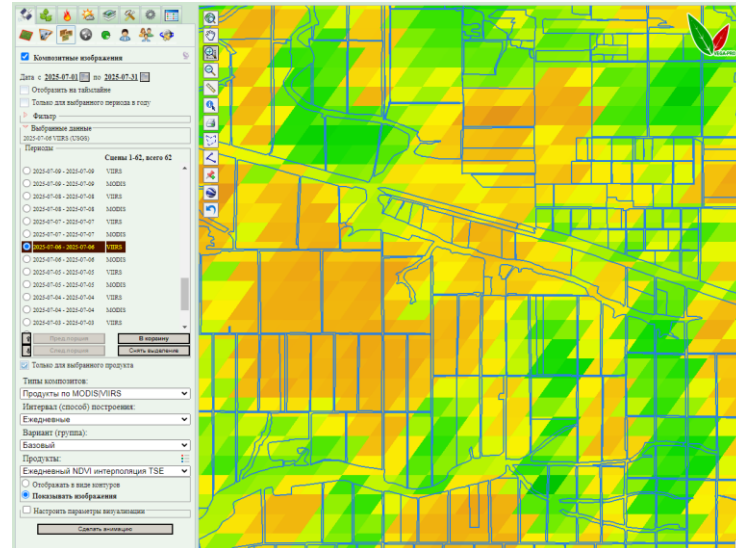
**Calibration of the SNPP and NOAA 20 VIIRS sensors for continuity of the MODIS climate data records,**

Remote Sensing of Environment,  
 Volume 295, 2023, 113717, ISSN 0034-4257,  
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113717>

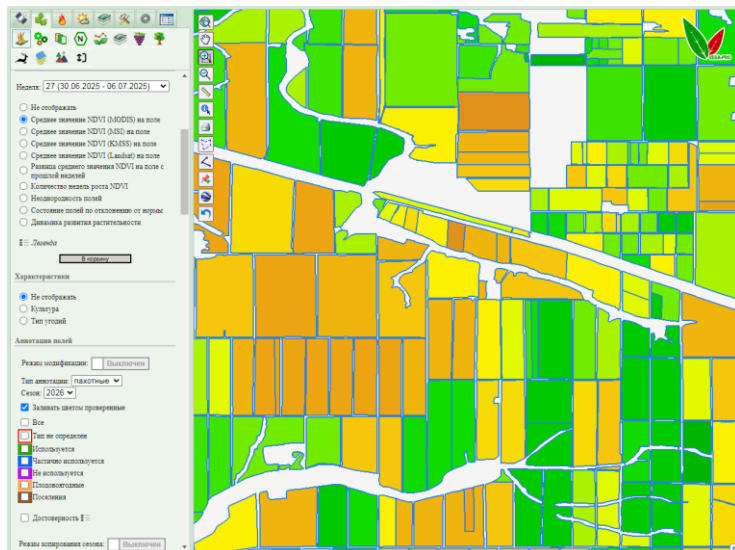
# Карта индекса NDVI по данным MODIS и VIIRS на уровне полей



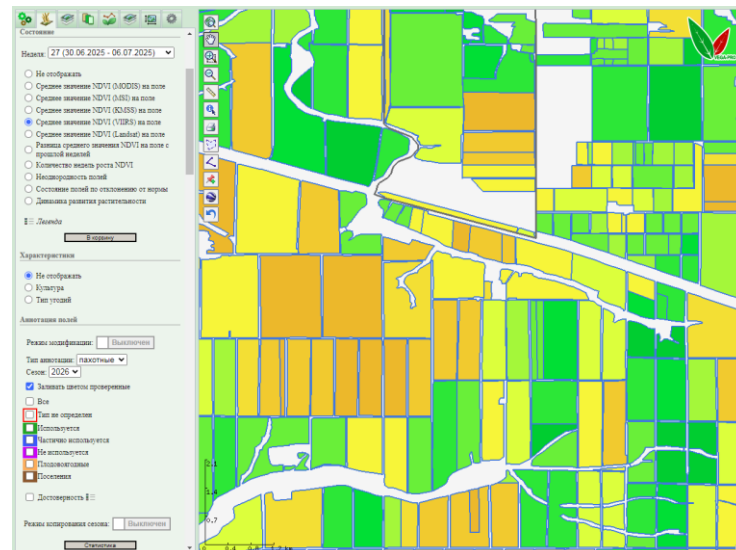
Изображение, NDVI MODIS



Изображение, NDVI VIIRS



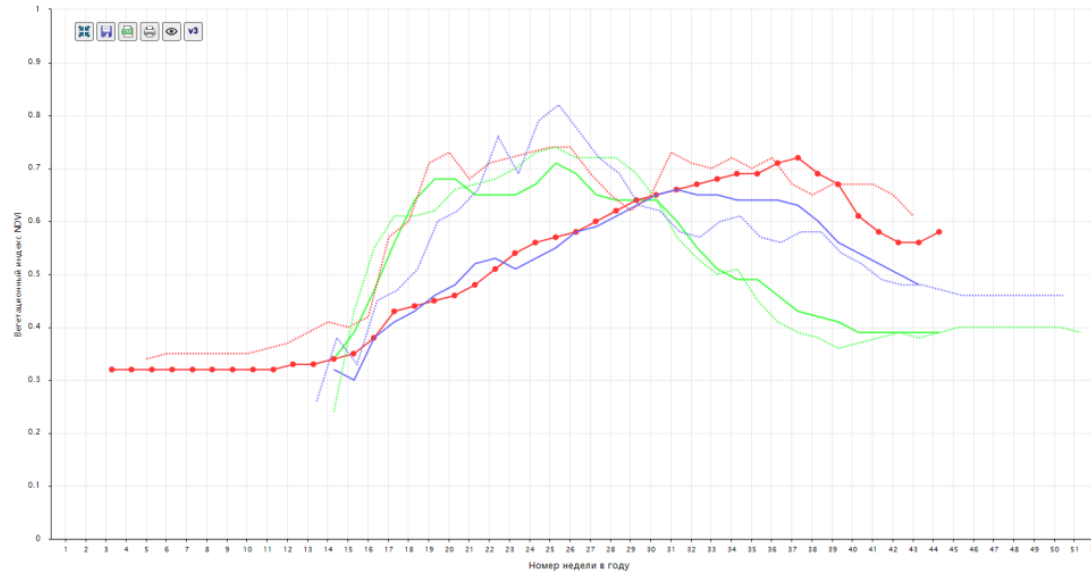
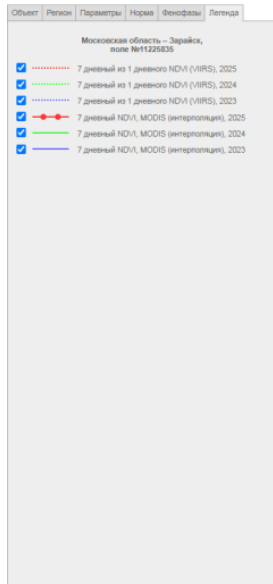
Картограмма, среднее значение на поле,  
NDVI MODIS



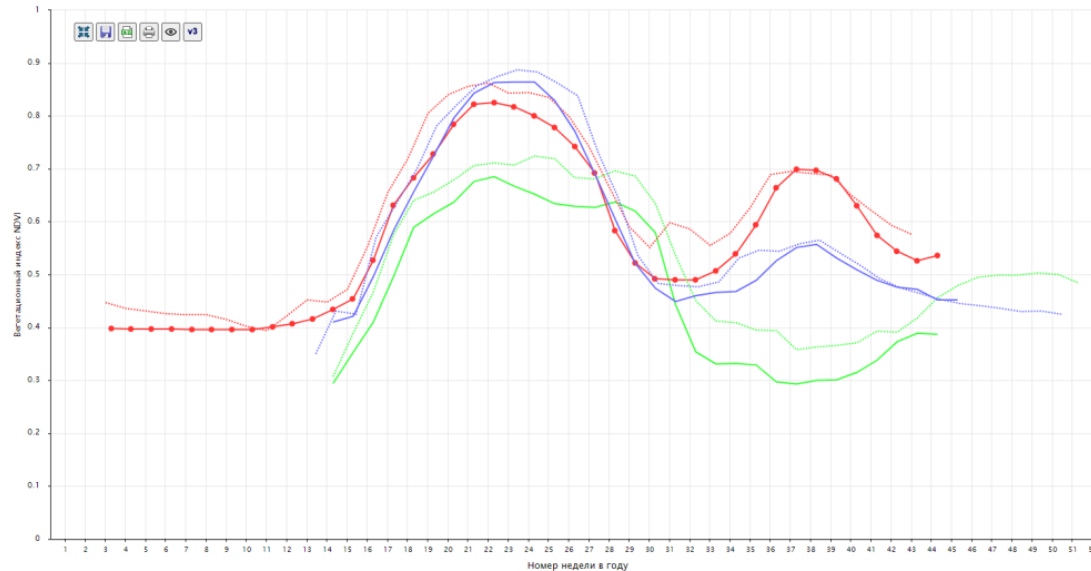
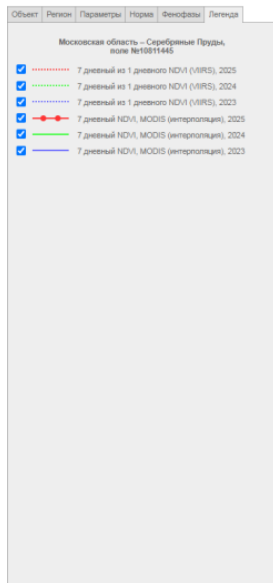
Картограмма, среднее значение на поле,  
NDVI VIIRS

# Ход индекса NDVI по данным MODIS и VIIRS для полей разной площади

## Московская область



Поле 10 га  
Плохое совпадение

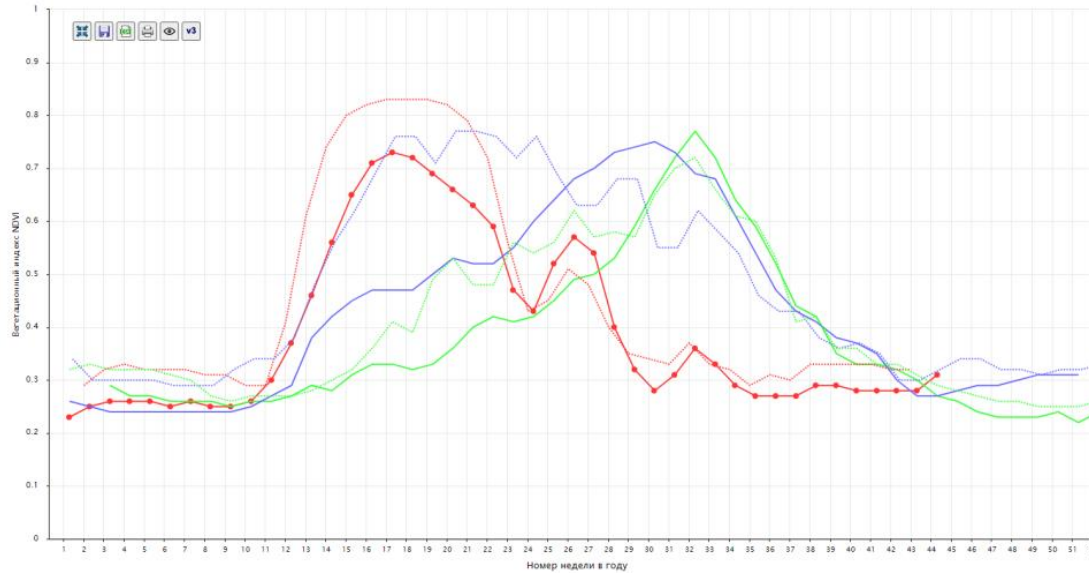
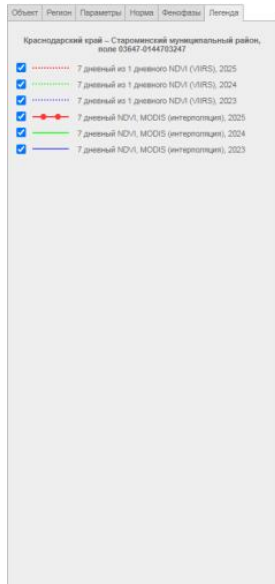


Поле 100 га,  
рядом с полем 10 га  
Хорошее совпадение,  
присутствует завышение  
значений

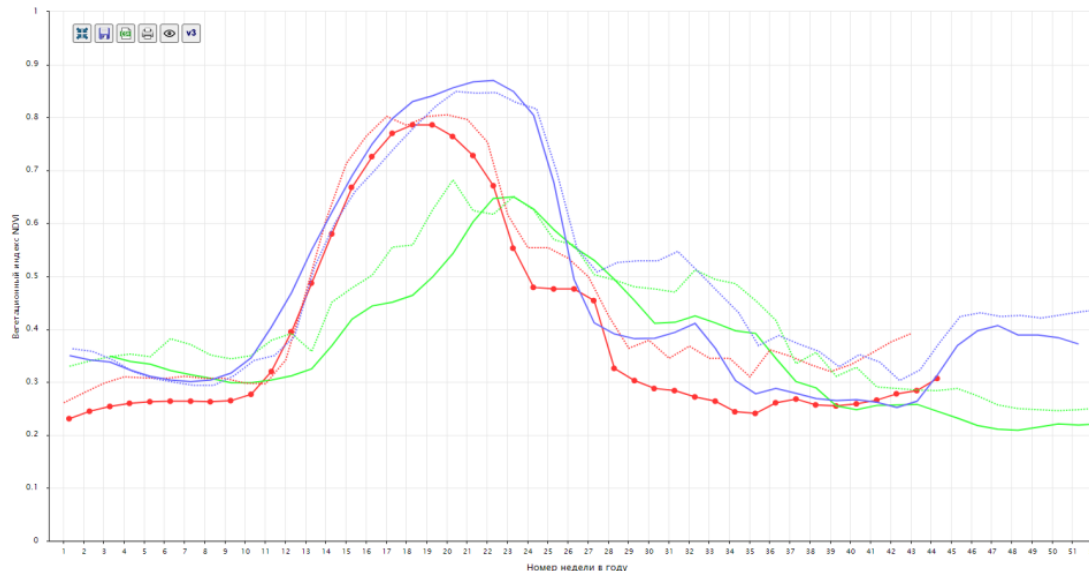
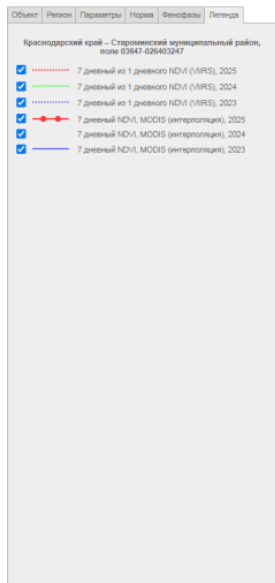
Сплошные линии – MODIS, пунктирные линии – VIIRS. NDVI за 2025, 2024, 2023

# Ход индекса NDVI по данным MODIS и VIIRS для полей разной площади

## Краснодарский край



Поле 20 га  
Плохое совпадение



Поле 70 га,  
рядом с полем 20 га  
Хорошее совпадение,  
присутствует завышение  
значений

Сплошные линии – MODIS, пунктирные линии – VIIRS. NDVI за 2025, 2024, 2023



# Статистика по полям «базового» пользователя

Пиксель продукта MODIS 250m X 250m = 6,25 га

Пиксель продукта VIIRS 500m X 500m = 25 га

## Статистика «базового пользователя»

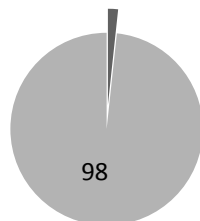
Полей всего: 2`906`900

Площадь: 141`151`134 га

### Поля - MODIS

2`384`836 га (0-6,25 га) 2%

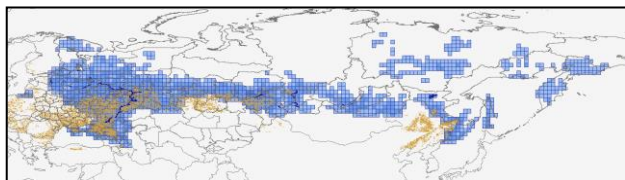
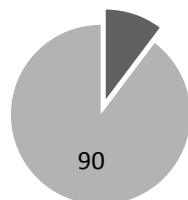
137`719`256 га (6,25 га-max) 98%



### Поля - VIIRS

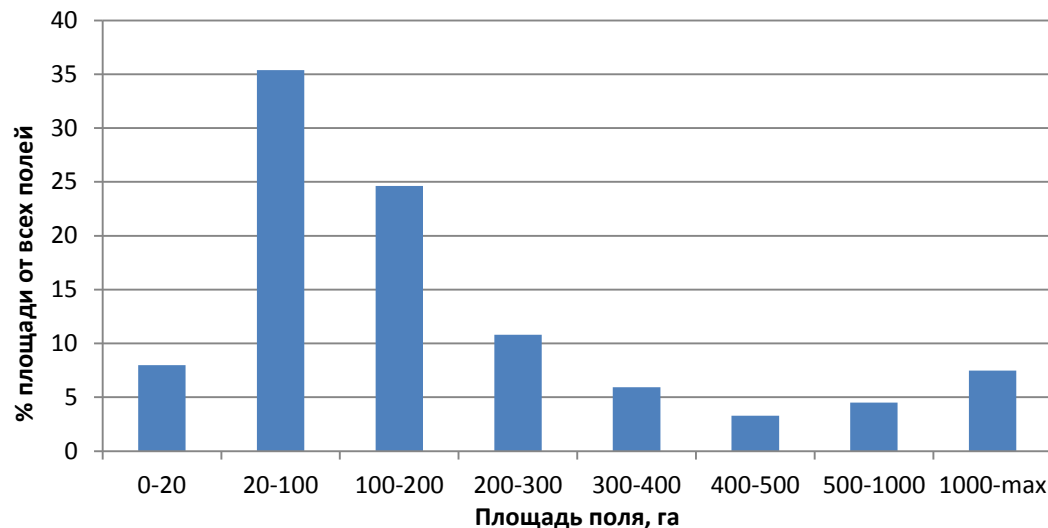
14`400`533 га (0-25 га) 10%

125`703`559 га (25 Га-max) 90%

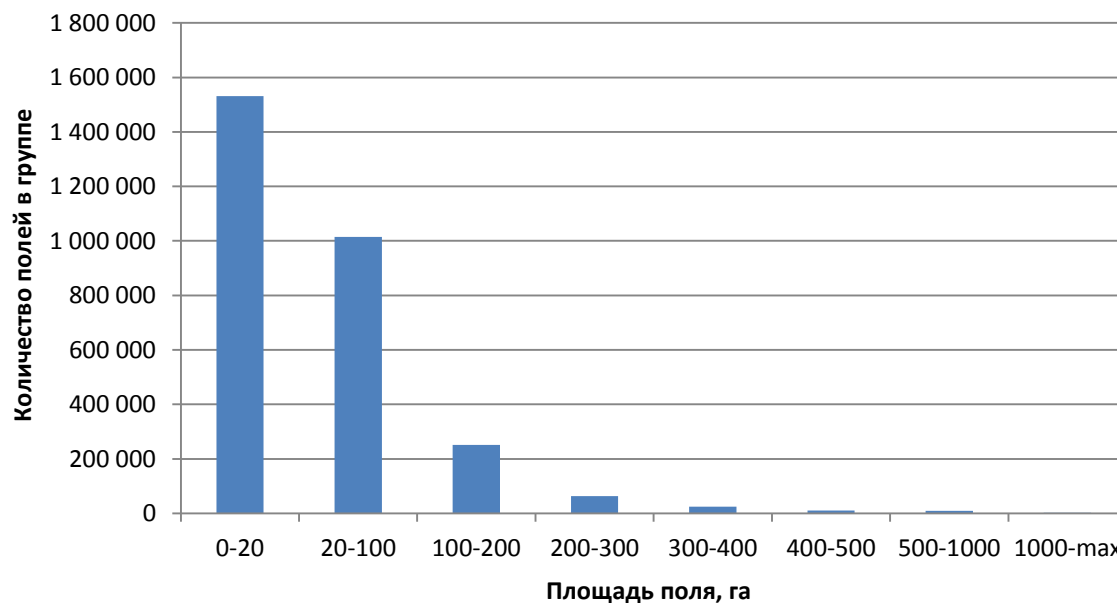


Покрытие полями в «базовом» пользователе.  
Наложена маска пахотных земель.

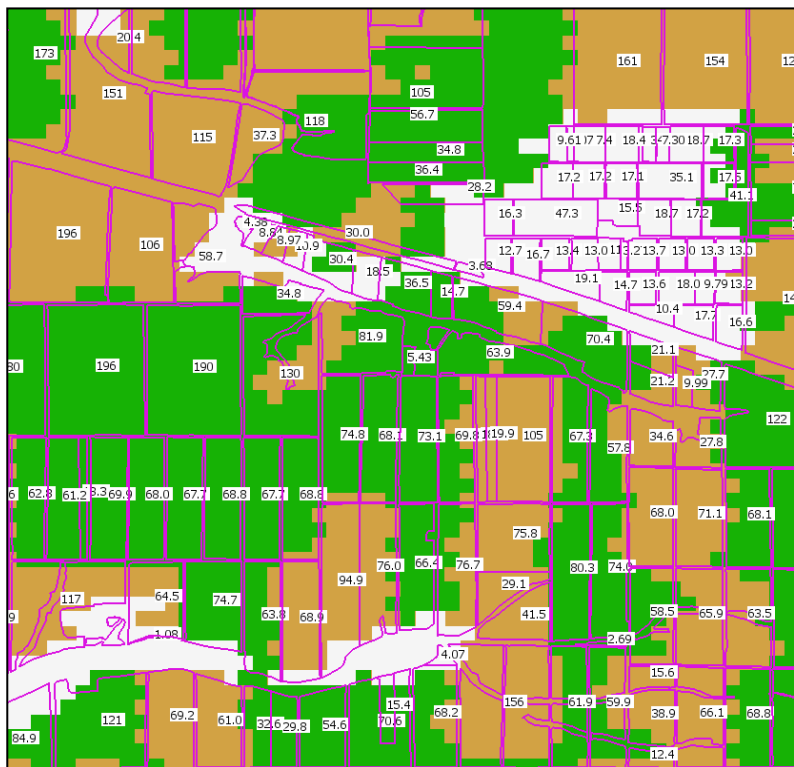
Площадь от всех полей, %



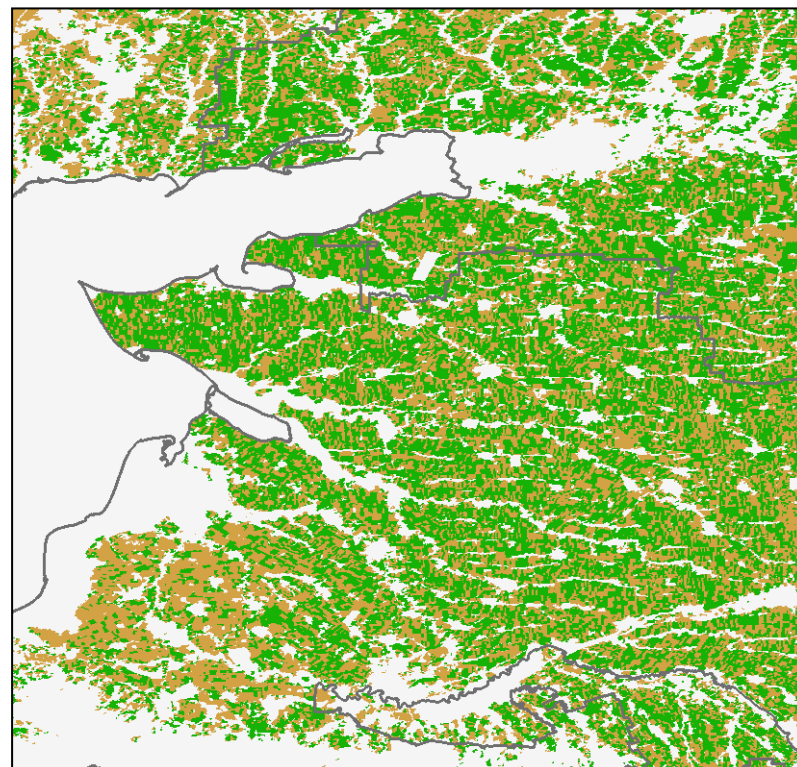
Количество полей по классам площади



# Маски классов растительности (пахотные, озимые, яровые)



На уровне полей  
(указана площадь полей в гектарах)

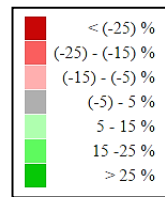


Обзорное изображение

Маска озимых поверх маски пахотных земель по данным MODIS с разрешением 250м

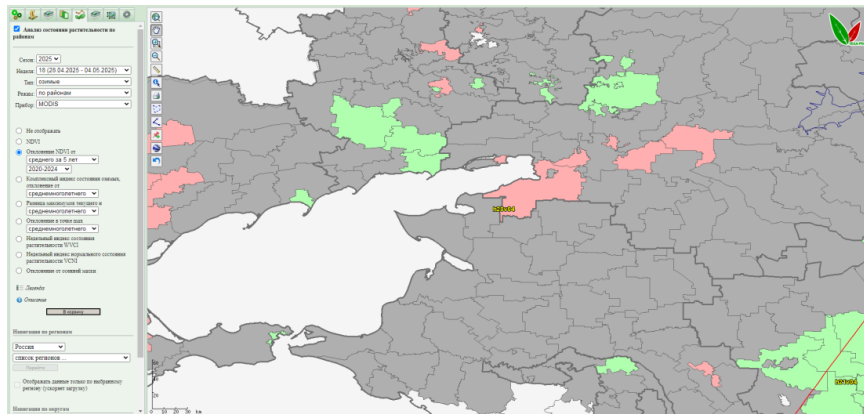
Если построить маски по данным VIIRS, то разрешение 500м будет уже слишком грубым на уровне полей. Применение такой маски будет возможно только для аннотации средних и больших полей, а применение для осреднения по районам будет ограничено гарантированными пикселями, которые фактически будут большими однородными полями. Целесообразно рассмотреть возможность использования данных более высокого разрешения для построения масок.

# Картограммы по районам - NDVI по озимым 18 неделя 2025



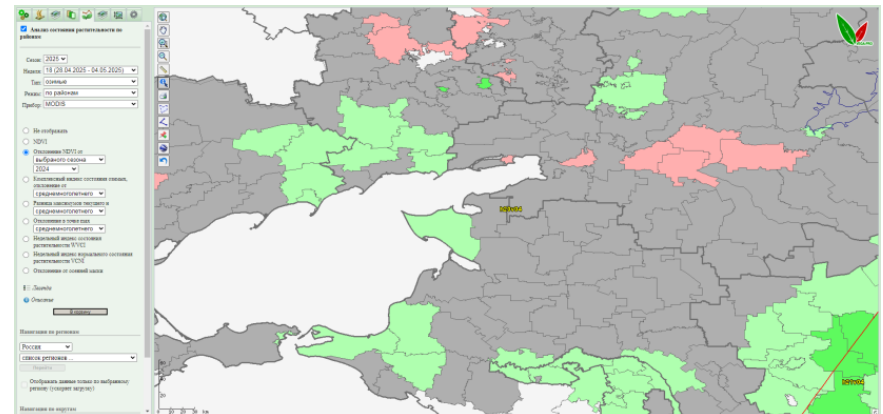
Отклонение 2025  
от среднего за 5 лет 2020-2024

MODIS

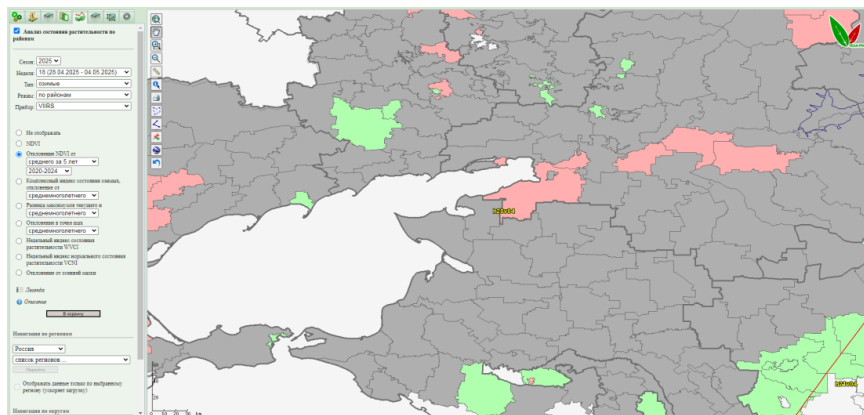


Отклонение 2025  
от прошлого года 2024

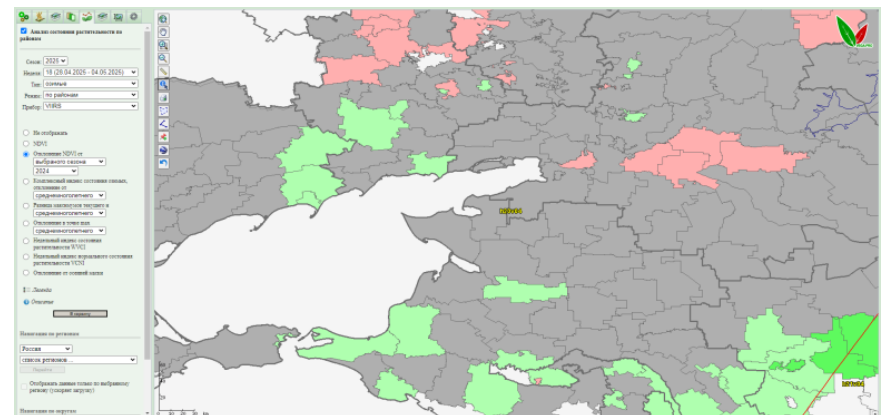
MODIS



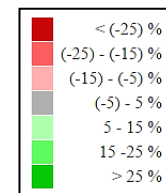
VIIRS



VIIRS

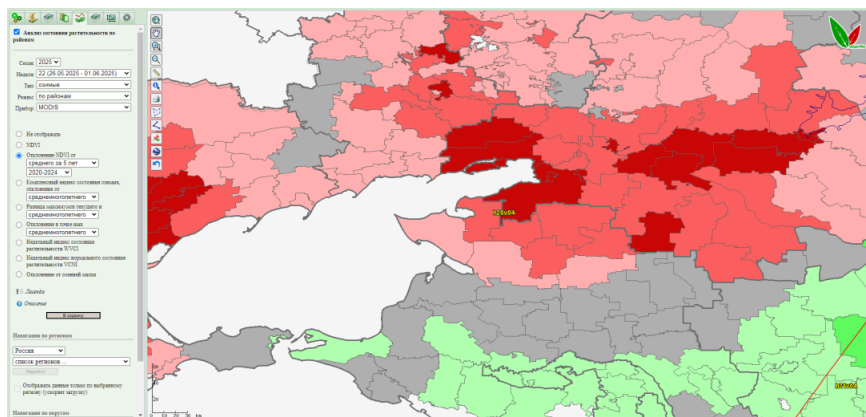


# Картограммы по районам - NDVI по озимым 22 неделя 2025



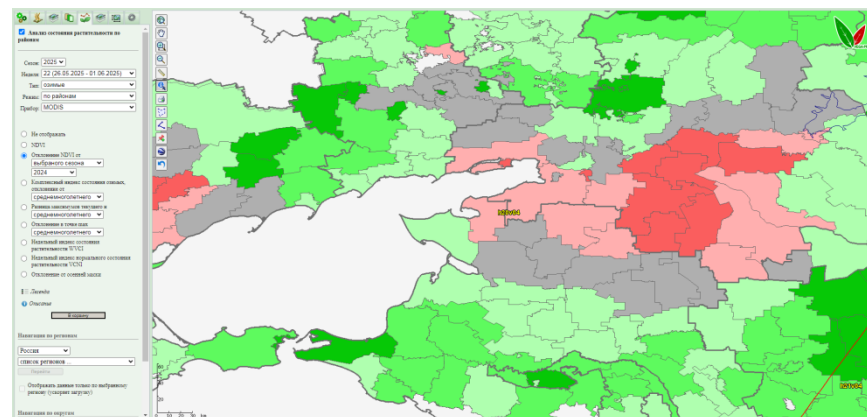
Отклонение 2025  
от среднего за 5 лет 2020-2024

MODIS

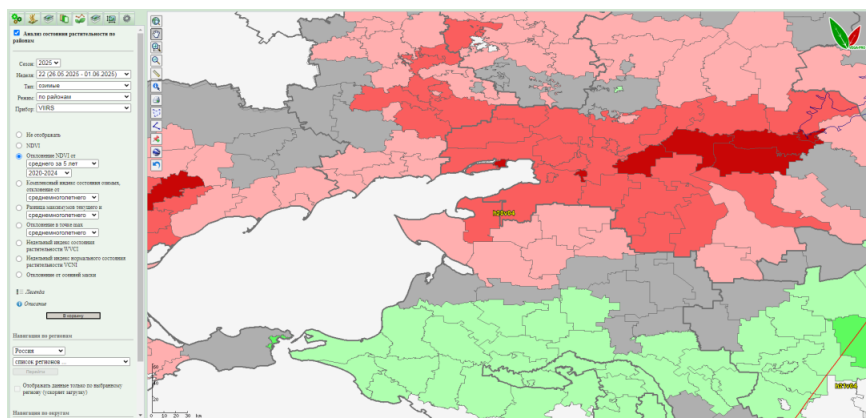


Отклонение 2025  
от прошлого года 2024

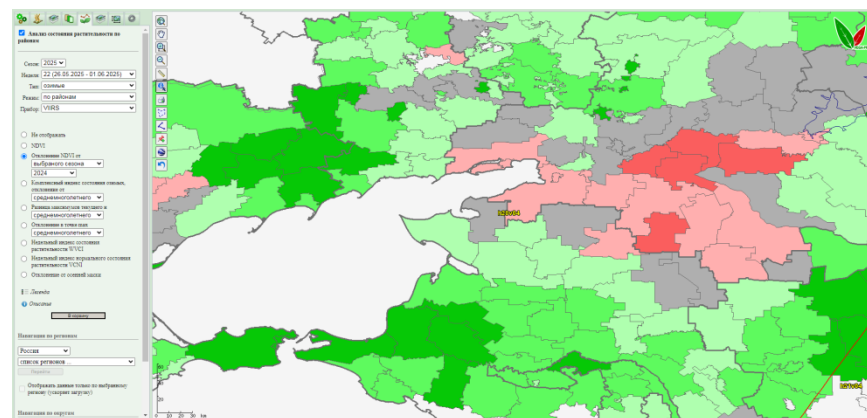
MODIS



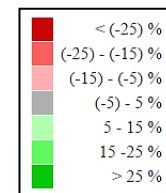
VIIRS



VIIRS



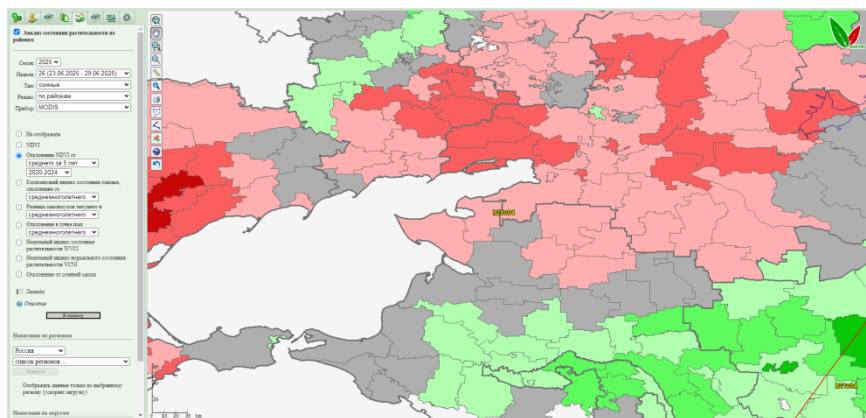
# Картограммы по районам - NDVI по озимым 26 неделя 2025



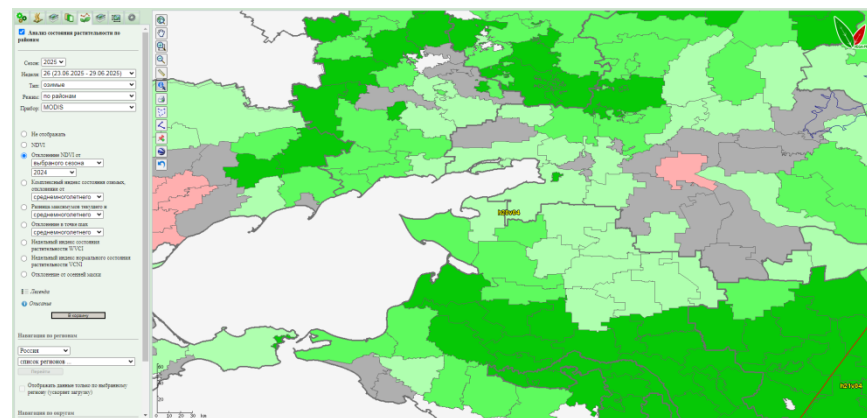
Отклонение 2025  
от среднего за 5 лет 2020-2024

Отклонение 2025  
от прошлого года 2024

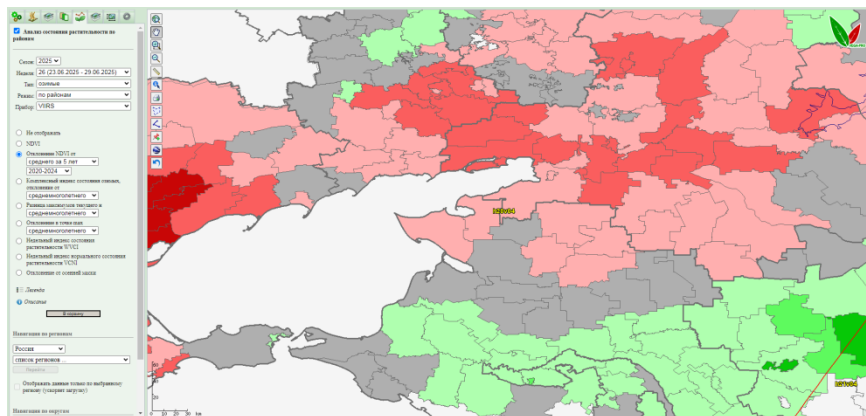
MODIS



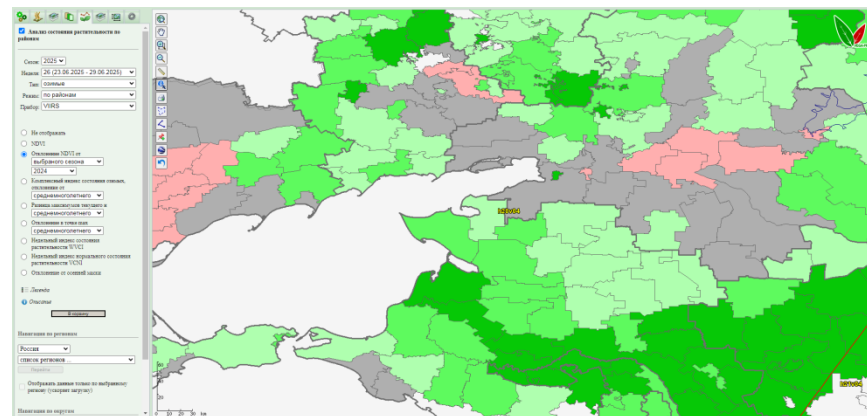
MODIS



VIIRS

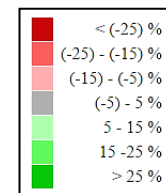


VIIRS





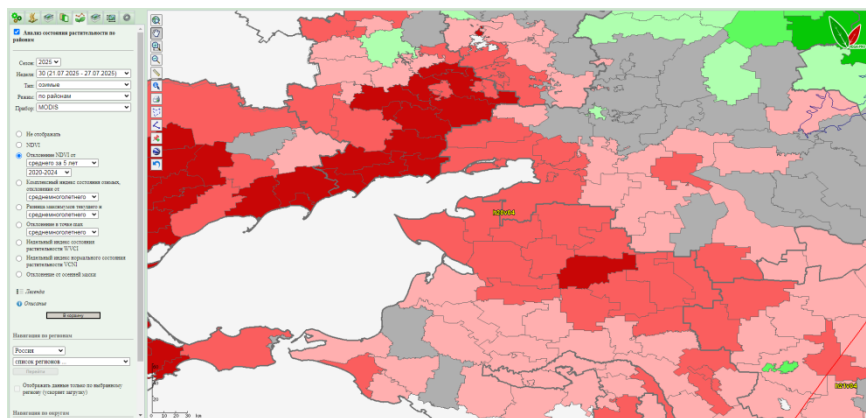
# Картограммы по районам - NDVI по озимым 30 неделя 2025



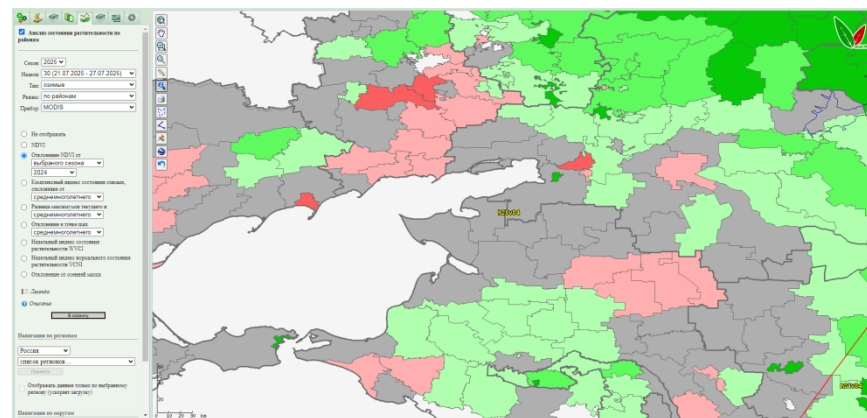
Отклонение 2025  
от среднего за 5 лет 2020-2024

Отклонение 2025  
от прошлого года 2024

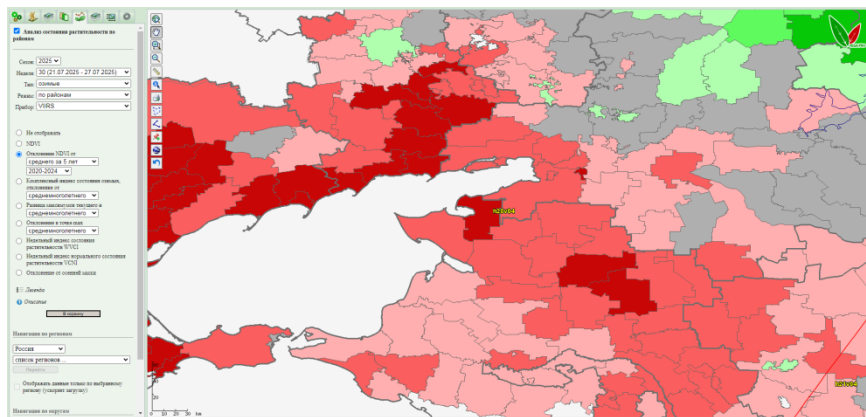
MODIS



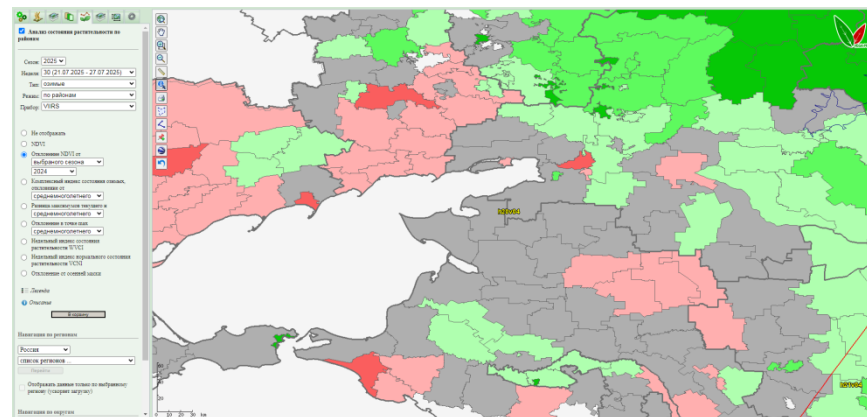
MODIS



VIIRS



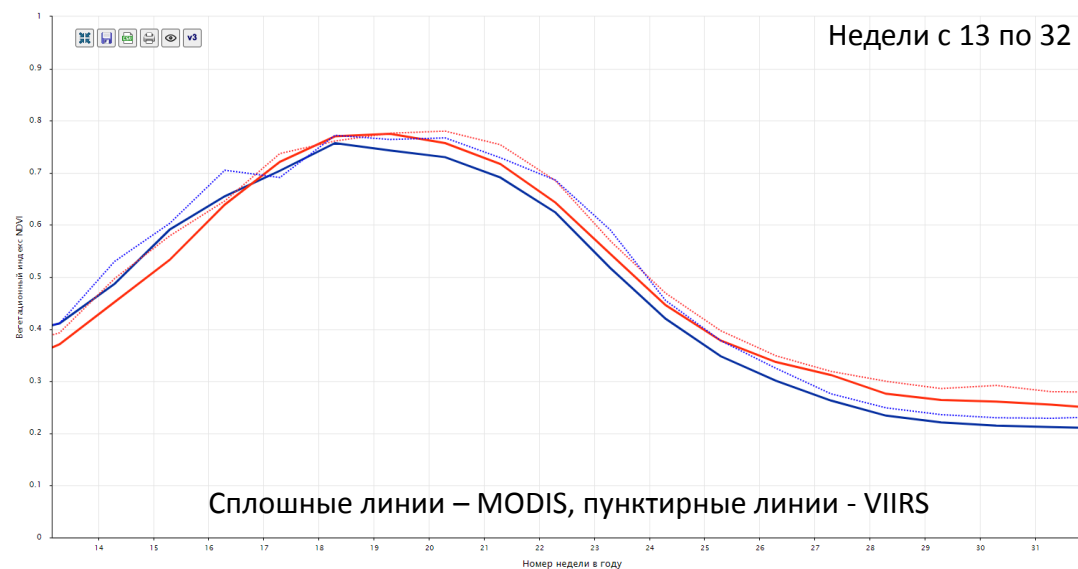
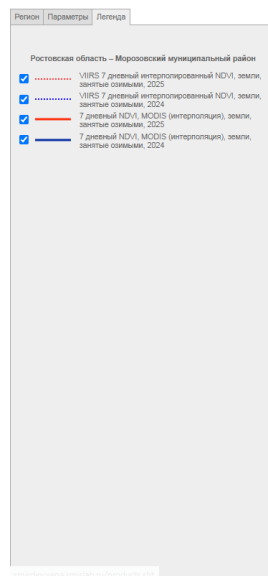
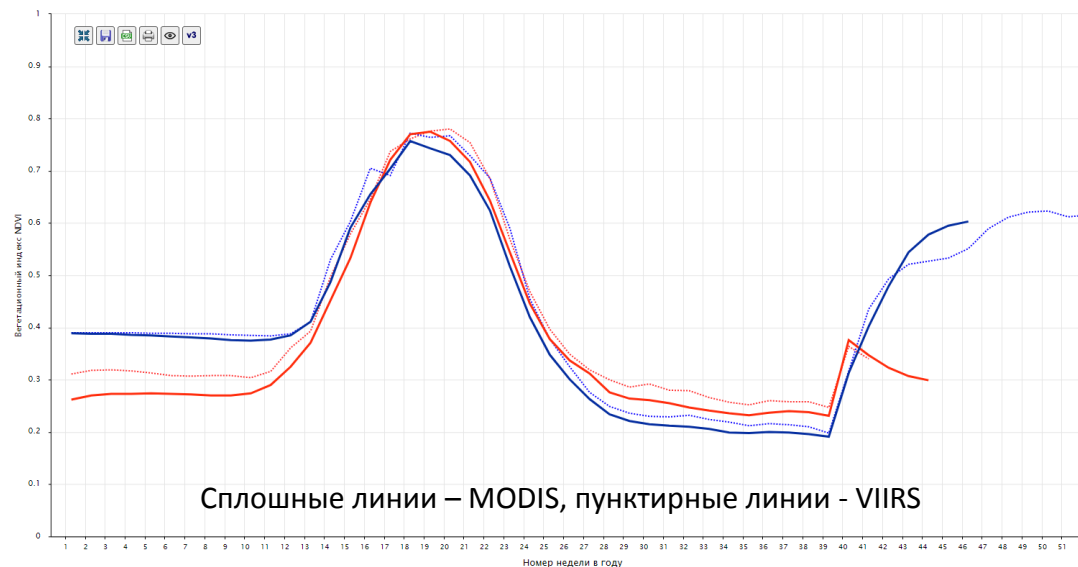
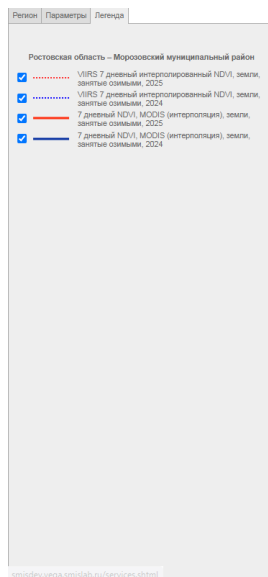
VIIRS



# Ход индекса NDVI по данным MODIS и VIIRS по районам

Переход класса (отклонение от прошлого года) на 30 неделе по данным VIIRS в «+»

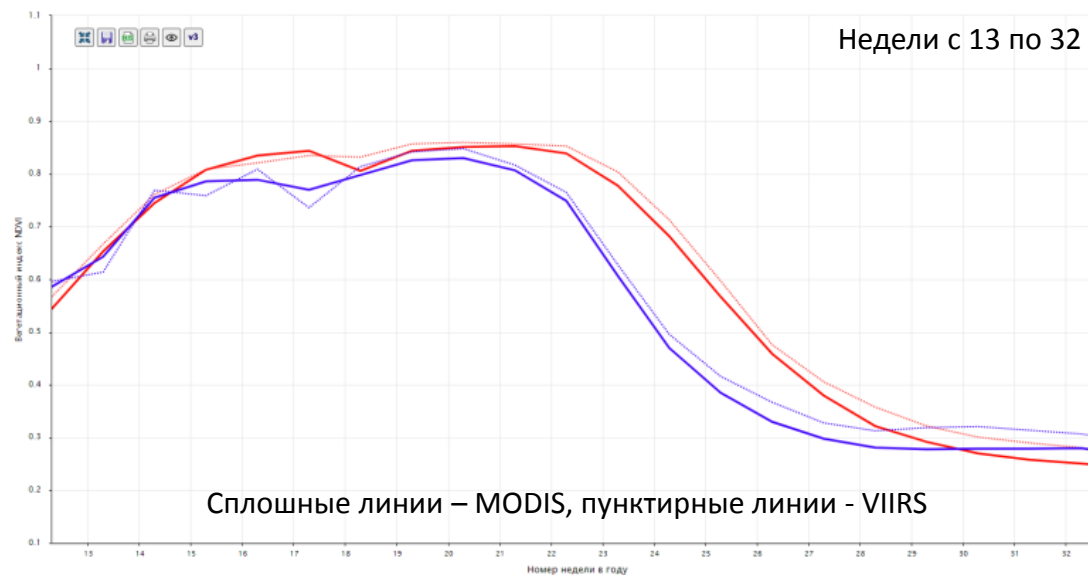
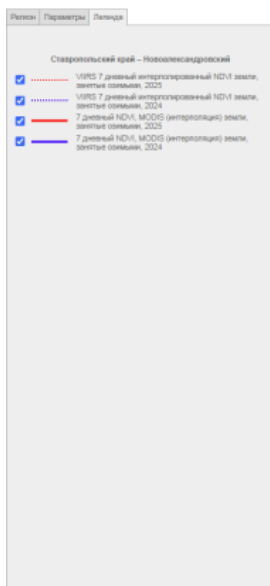
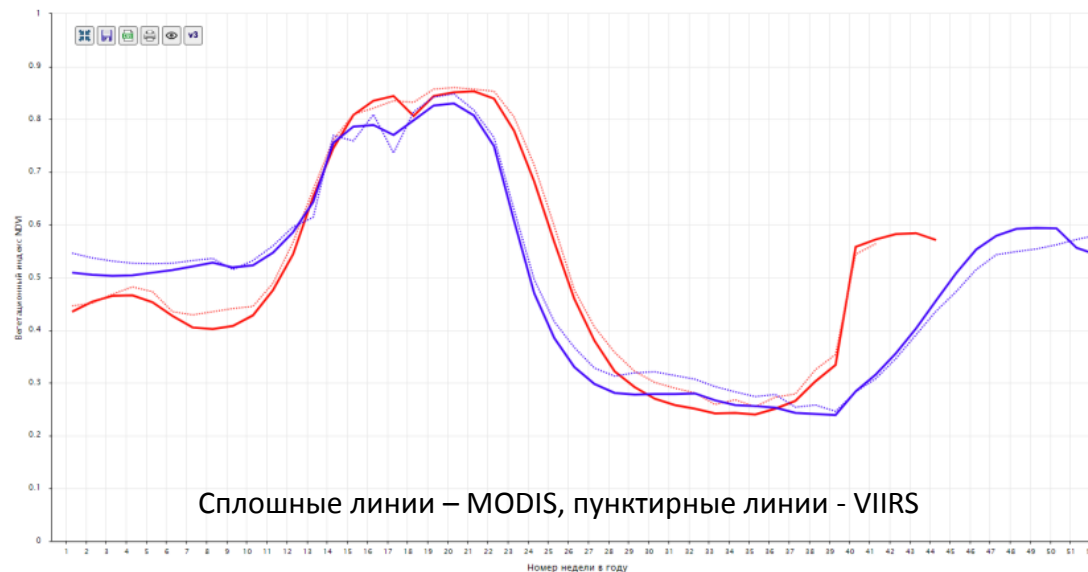
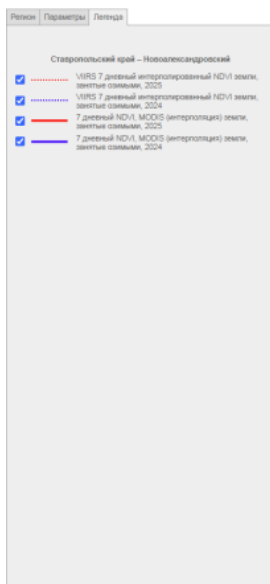
Ростовская область, Морозовский район



# Ход индекса NDVI по данным MODIS и VIIRS по районам

Переход класса (отклонение от прошлого года) на 30 неделе по данным VIIRS в «-»

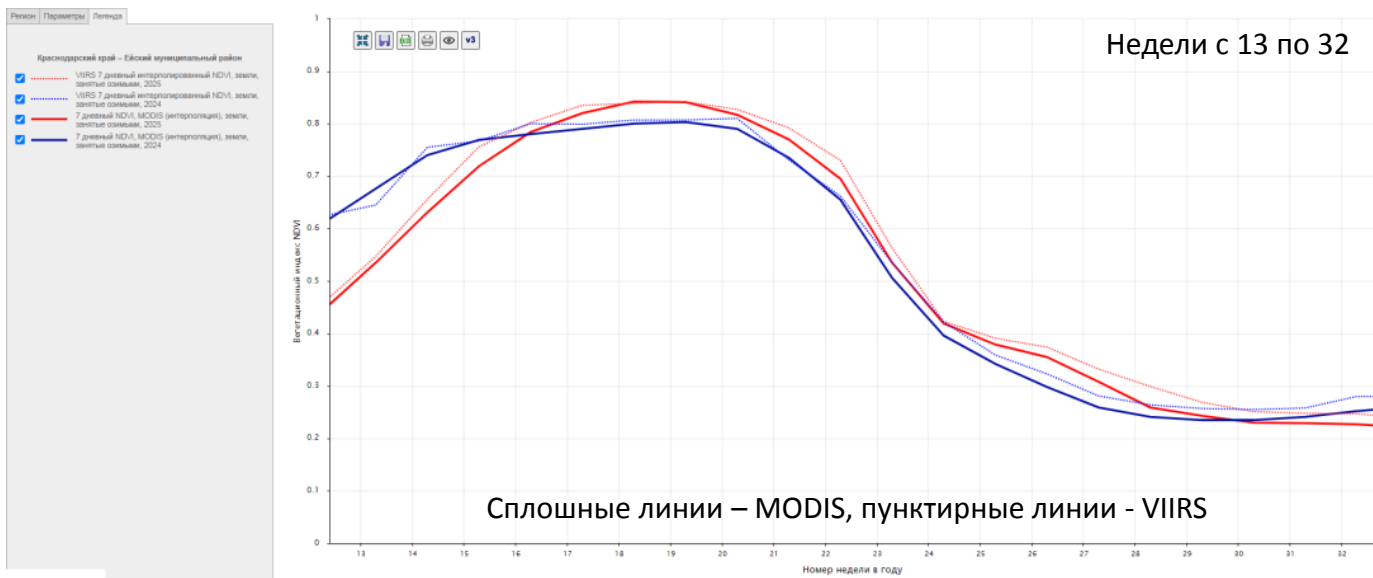
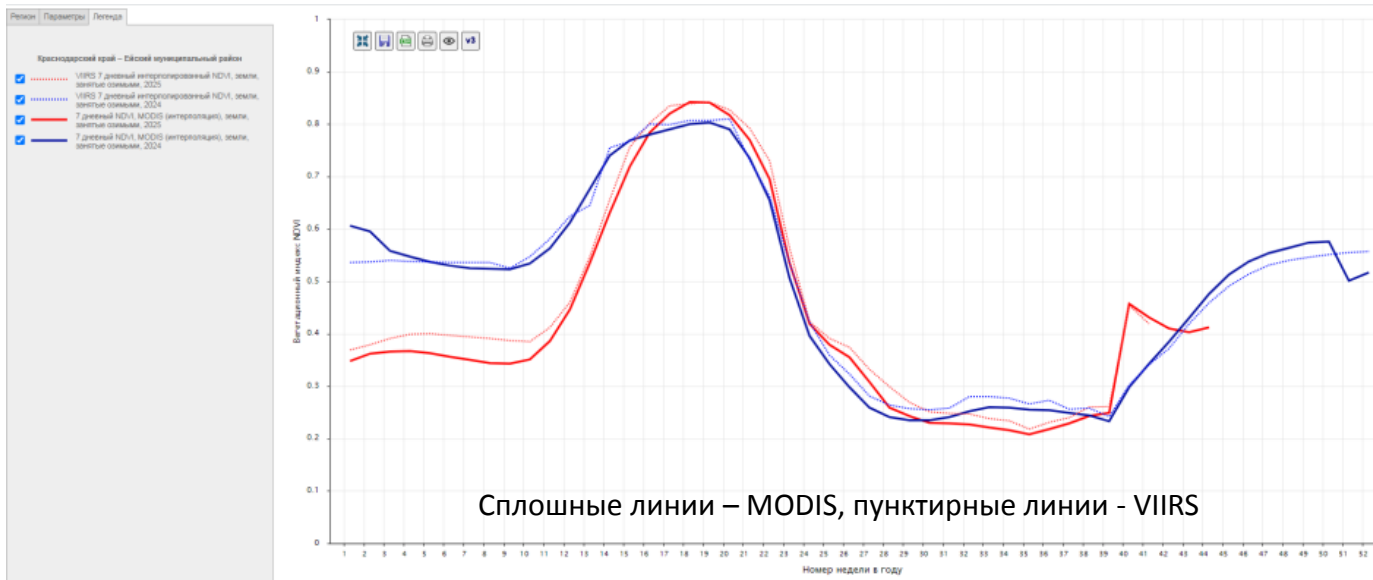
Ставропольский край – Новоалександровский район



# Ход индекса NDVI по данным MODIS и VIIRS по районам

Переход класса (отклонение от прошлого года) на 30 неделе по данным VIIRS отсутствует

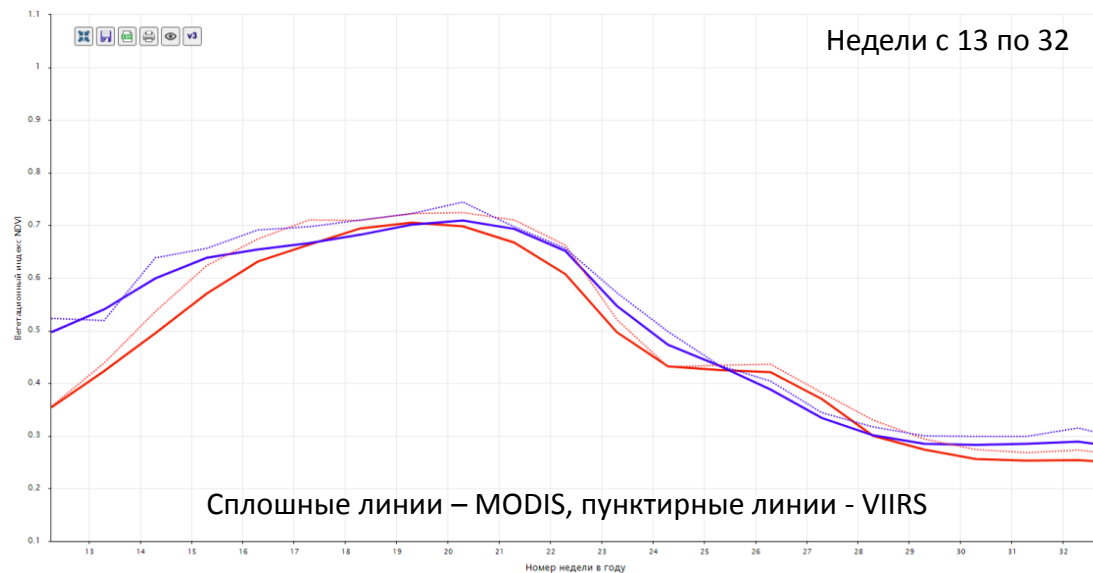
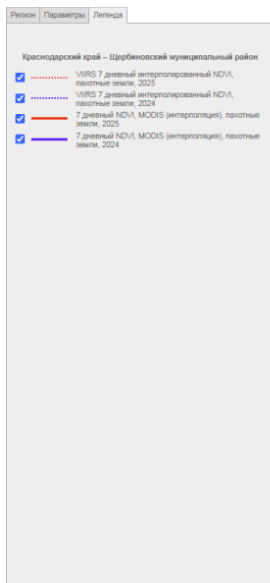
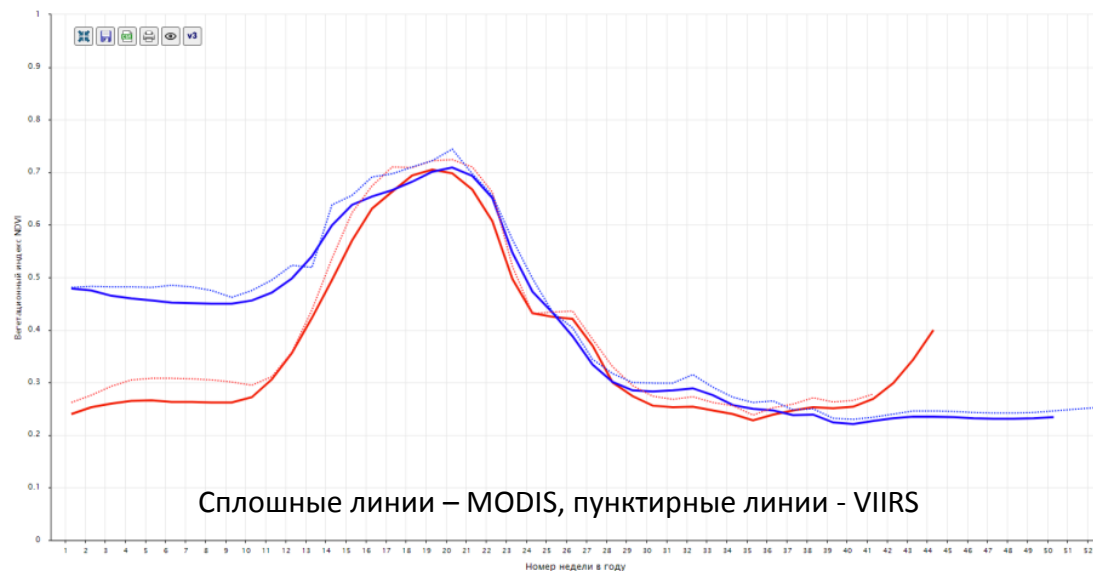
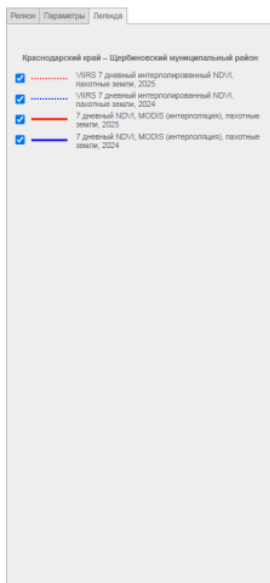
Краснодарский край – Ейский район



# Ход индекса NDVI по данным MODIS и VIIRS по районам

Переход класса (отклонение от прошлого года) на 30 неделе по данным VIIRS отсутствует

Краснодарский край – Щербиновский район





## Основные выводы

- Разница NDVI по пикселям характеризуется СКО 0,02 и коэффициентом корреляции  $R^2$  0.99. Это указывает на хорошую согласованность данных и позволяет обеспечить плавный переход от MODIS к VIIRS.
- Ширина полосы съемки VIIRS чуть больше 3000 км против 2300 км у MODIS, однако, разрешения у продуктов хуже – 500м против 250м.
- Площадь «минимального» объекта исследования для VIIRS увеличится в 4 раза - 25 га против 6.25 га. По статистике базового покрытия полей это затронет 10% площадей всех полей в РФ.
- Для небольших полей на значение NDVI сильно влияет геометрия самого поля и его окружение.
- В общем случае, значение NDVI по полям по данным VIIRS по отношению к MODIS имеет тенденцию к незначительному завышению значения, при этом сохраняется общая тенденция изменений. Завышенные значения могут приводить к временному смещению кривой, что может сказаться на изменении класса состояния объекта при анализе.
- Завышение значений индексов для среднего по районам менее значительно, чем для отдельных полей. Это же справедливо и для временного сдвига. Изменения незначительны и если величина отклонения находится на границе смена класса, то возможен переход класса состояния района на соседний. Переходов более чем на один класс замечено не было.

## Заключение

Использование данных VIIRS совместно с данными MODIS для продолжения мониторинга сельскохозяйственной растительности имеет целесообразность, однако нужно учитывать следующие моменты:

- использовать данные для мониторинга небольших полей можно только для оценочного анализа с учетом геометрии поля и окружения,
- проводить анализ средних и больших полей можно продолжать в прежнем режиме,
- анализ данных по районам и регионам продолжается так же без изменений, однако необходим переход на другие маски классов растительности (500м слишком грубое разрешение для маски на уровне полей),
- принципы построения масок типов растительности необходимо менять. Использовать данные более высокого разрешения или использовать для осреднения только отдельные области (гарантированные пиксели).

**Спасибо за внимание!**

Работа выполнена при поддержке  
Минобрнауки (тема "Мониторинг" ,  
госрегистрация № 122042500031-8) с  
использованием возможностей центра  
коллективного пользования «ИКИ-  
Мониторинг»

Двадцать третья международная конференция  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»  
10 - 14 ноября 2025, г. Москва