

**Двадцатая Всероссийская открытая конференция
"Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"
Москва 14-18 ноября 2022 г**

Секция: Дистанционное зондирование растительных и почвенных покровов
Доклад: XX. F.280.

**Диагностика заиливания протоков дельты реки Или
на озере Балхаш (Казахстан) на базе мониторинга
NDVI периода 2000-2022 гг.**

Терехов А.Г., Сагатдинова Г.Н., Амиргалиев Е.Н.

Институт информационных и вычислительных технологий,
Министерство науки и высшего образования, Алматы, Казахстан

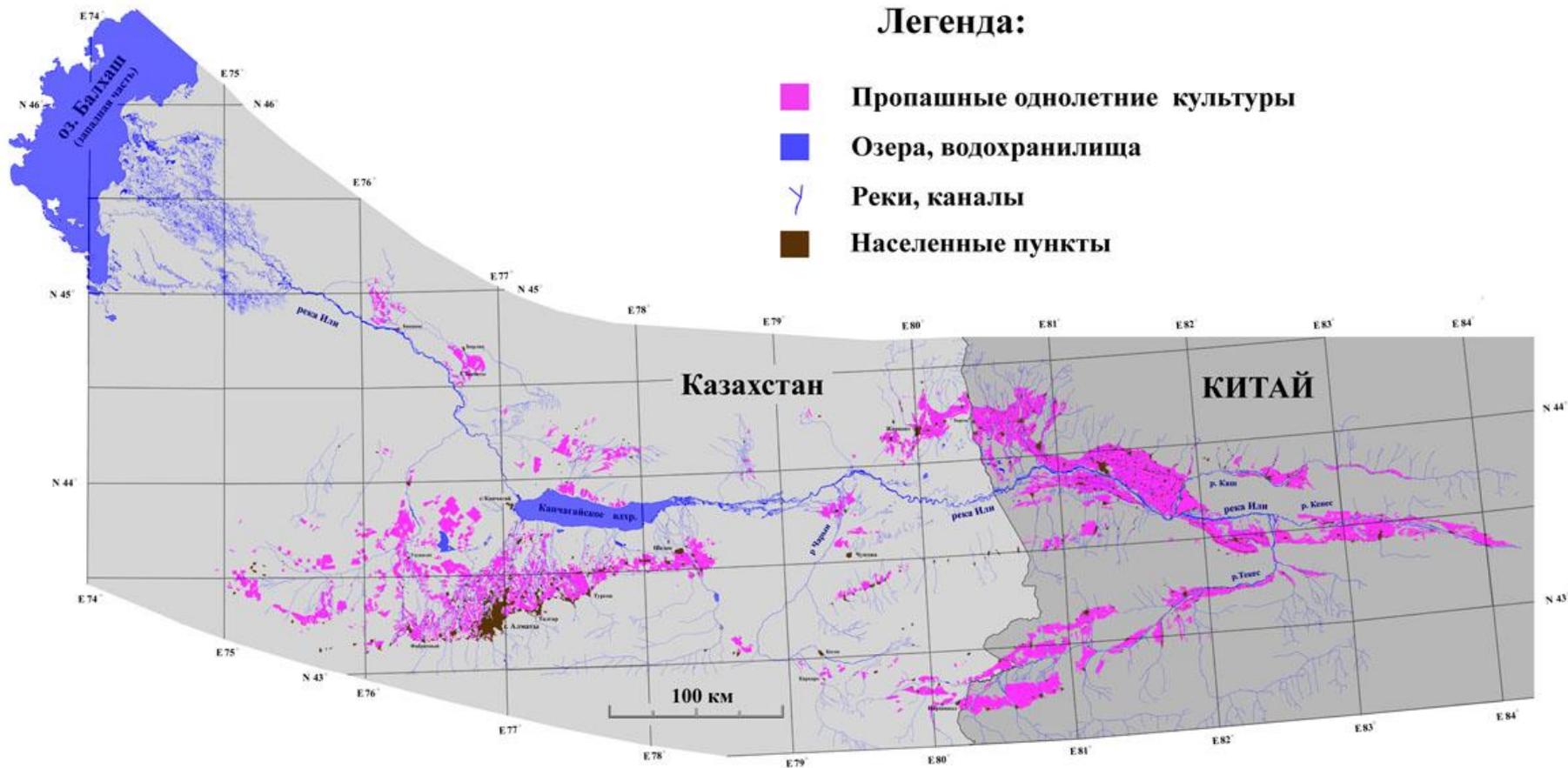
e-mail: aterekhov1@yandex.ru

Цель работы:

Рассмотреть по спутниковым данным многолетнюю (2000-2022 гг.) динамику состояния растительности дельты р. Или при ее впадении в озеро Балхаш. Динамика растительности является ключевым параметром, диагностирующим гидрологию территорий и режим заиливания речной дельты.

Трансграничный бассейн реки Иле

длина реки более 1400 км, площадь бассейна 140 тыс кв. км





Дельта р.Иле на оз.Балхаш

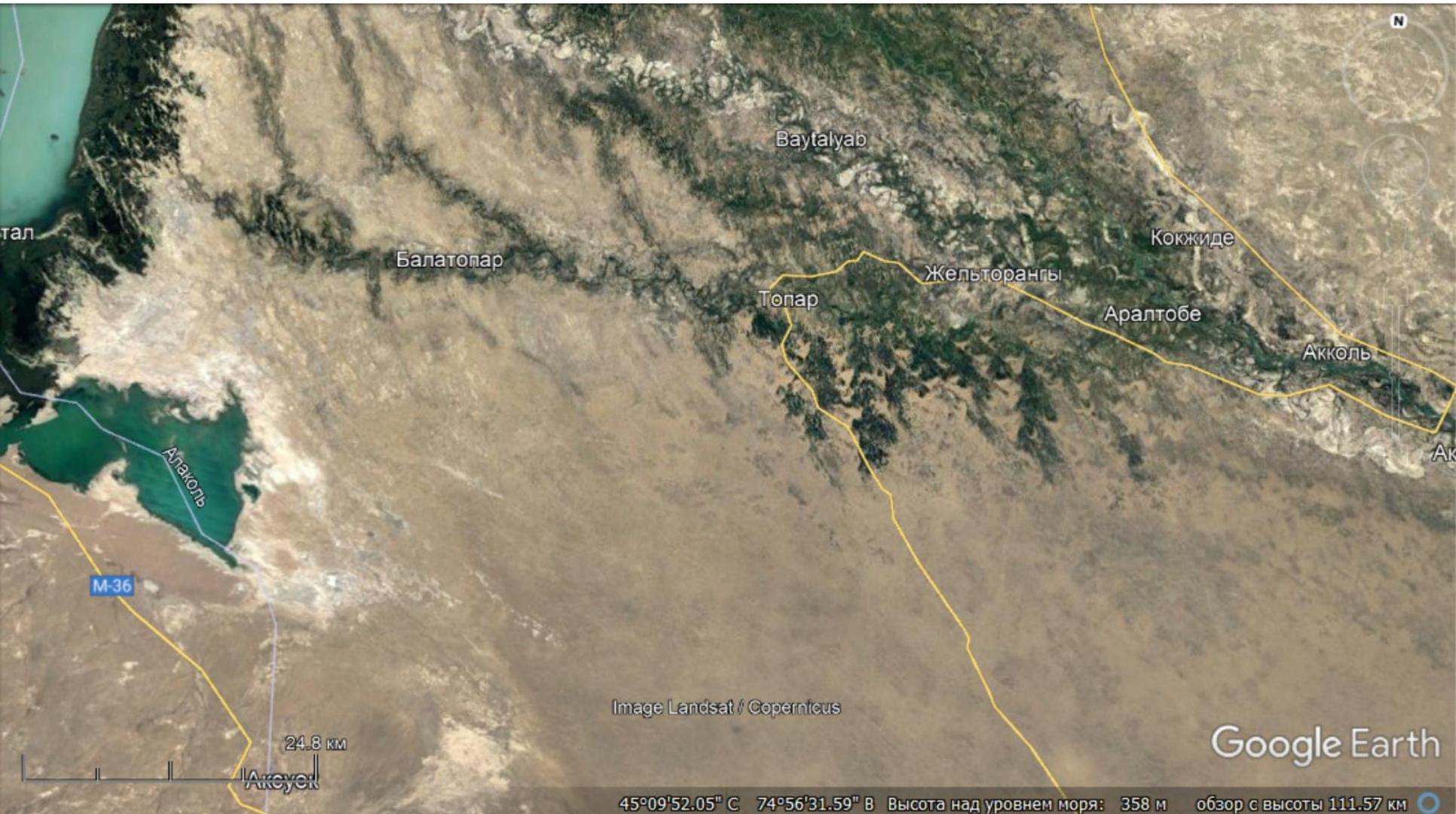
площадь дельты около 4 тыс. кв.км



Северо-восточная часть дельты р.Или в озере Балхаш



Юго-западная часть дельты р.Или в озере Балхаш



Район береговой линии озера Балхаш



Граница Казахстан-КНР на реке Или

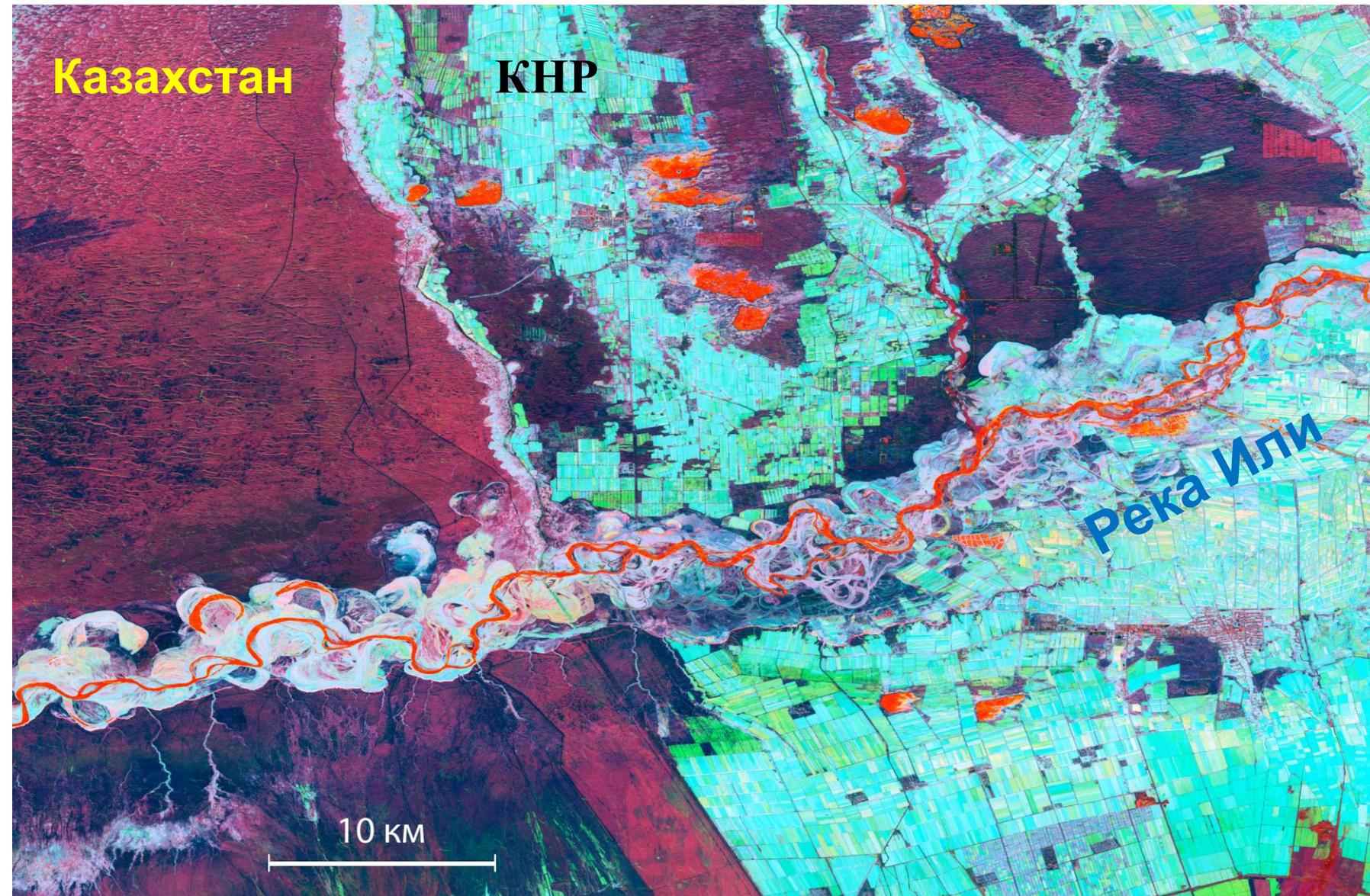
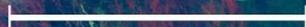
Псевдоцветной композит: Sentinel-2 (разрешение 20 м), 2018-2021 гг.
Red – ноябрьский максимум VSSI; **Green** – средний NDVI (апрель – октябрь);
Blue - средний максимум NDVI (апрель – октябрь).

Казахстан

КНР

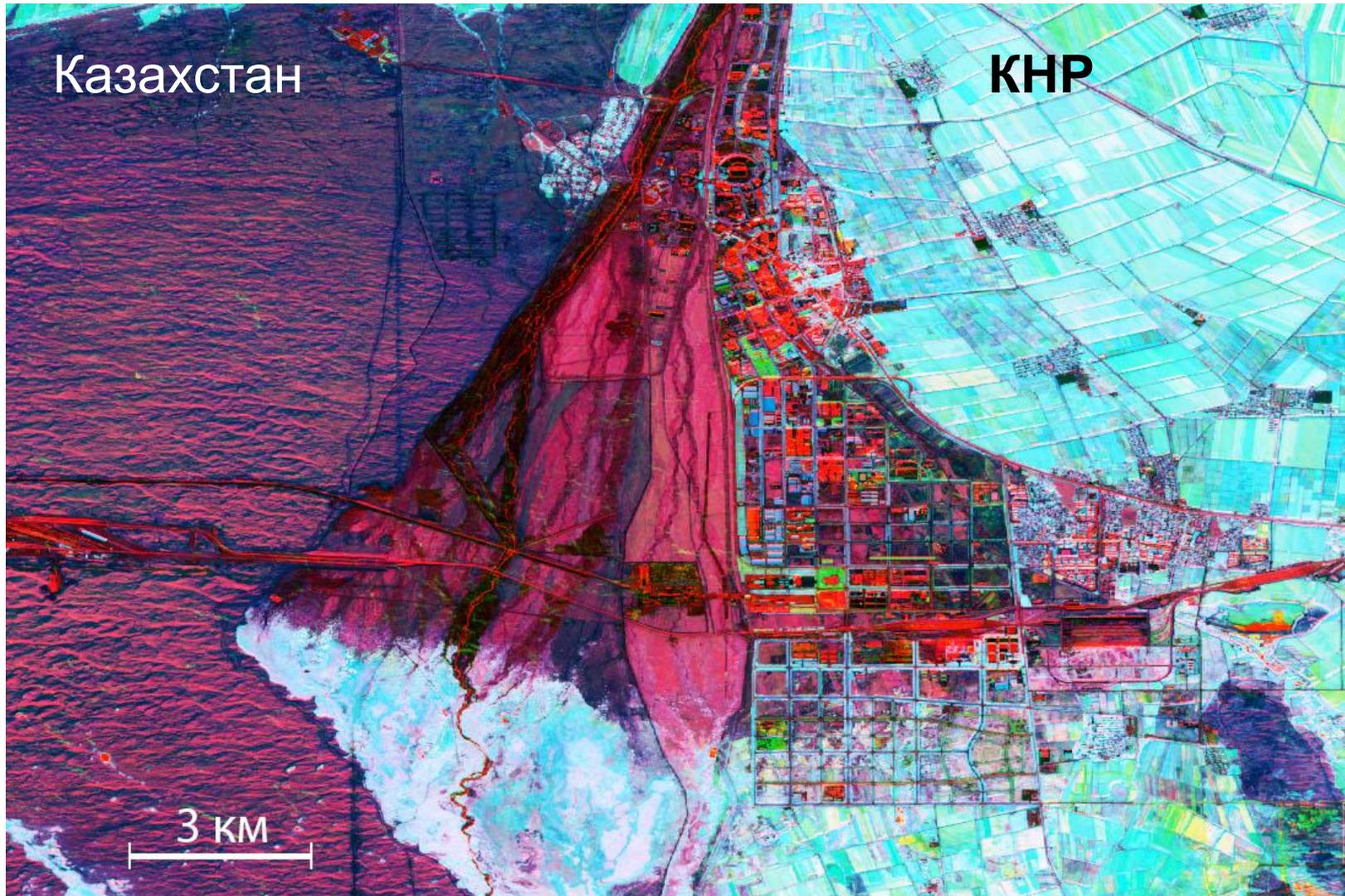
Река Или

10 км



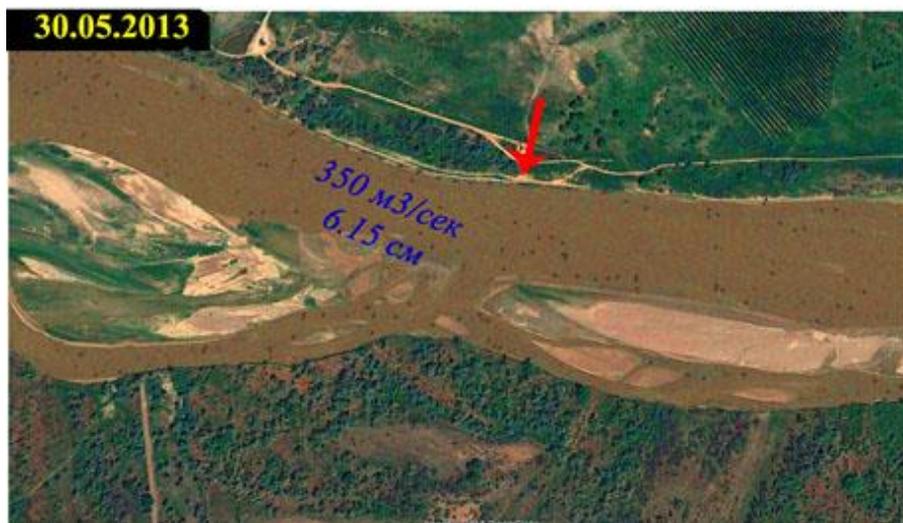
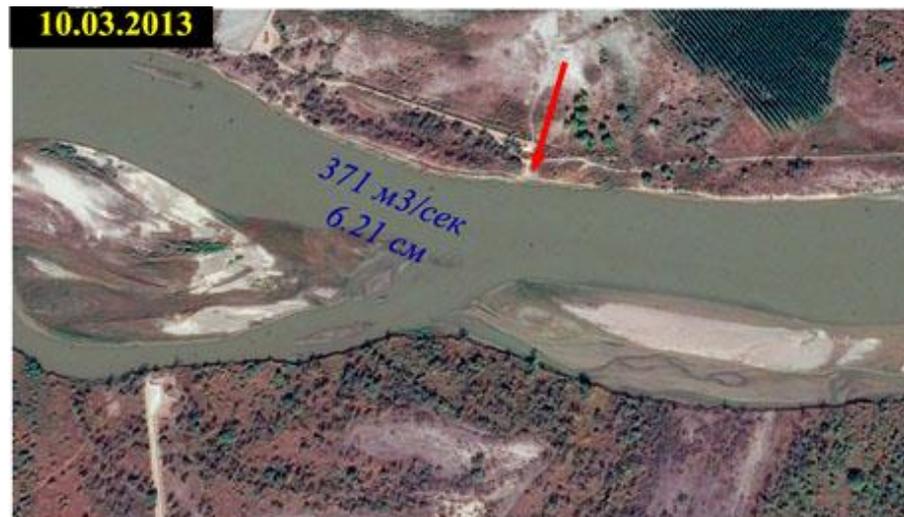
Граница Казахстан-КНР в бассейне реки Или

Псевдоцветной композит: Sentinel-2 (разрешение 20 м), 2018-2021 гг.
Red – ноябрьский максимум VSSI; **Green** – средний NDVI (апрель – октябрь);
Blue - средний максимум NDVI (апрель – октябрь).



Река Или в районе гидропоста «Саньдаохецзы» на границе КНР-Казахстан

снимки сверхвысокого разрешения из системы Google-Earth

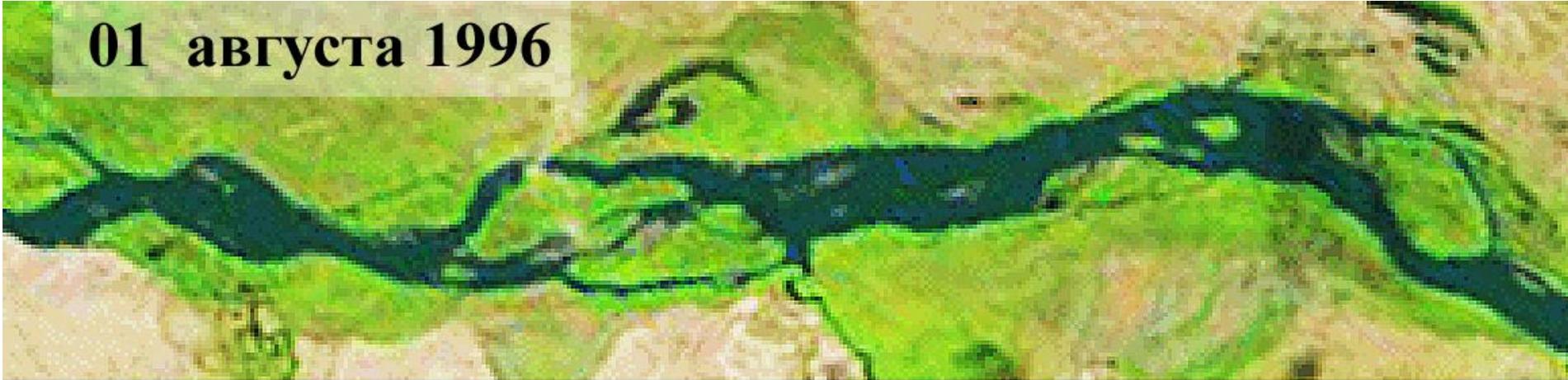


**Состояние русла р. Иле в районе гидропоста 164 км
по данным спутника LANDSAT (разрешение 30 м)**

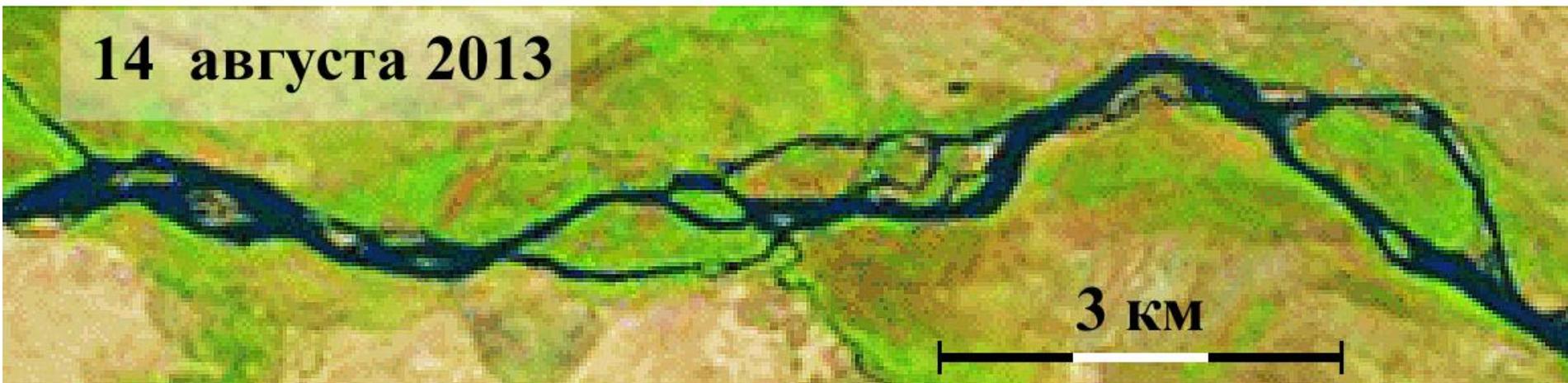
01.08.1996; $h=298$ см, 863 м³/сек;

14.08.2013; $h=304$ см, 401 м³/сек.

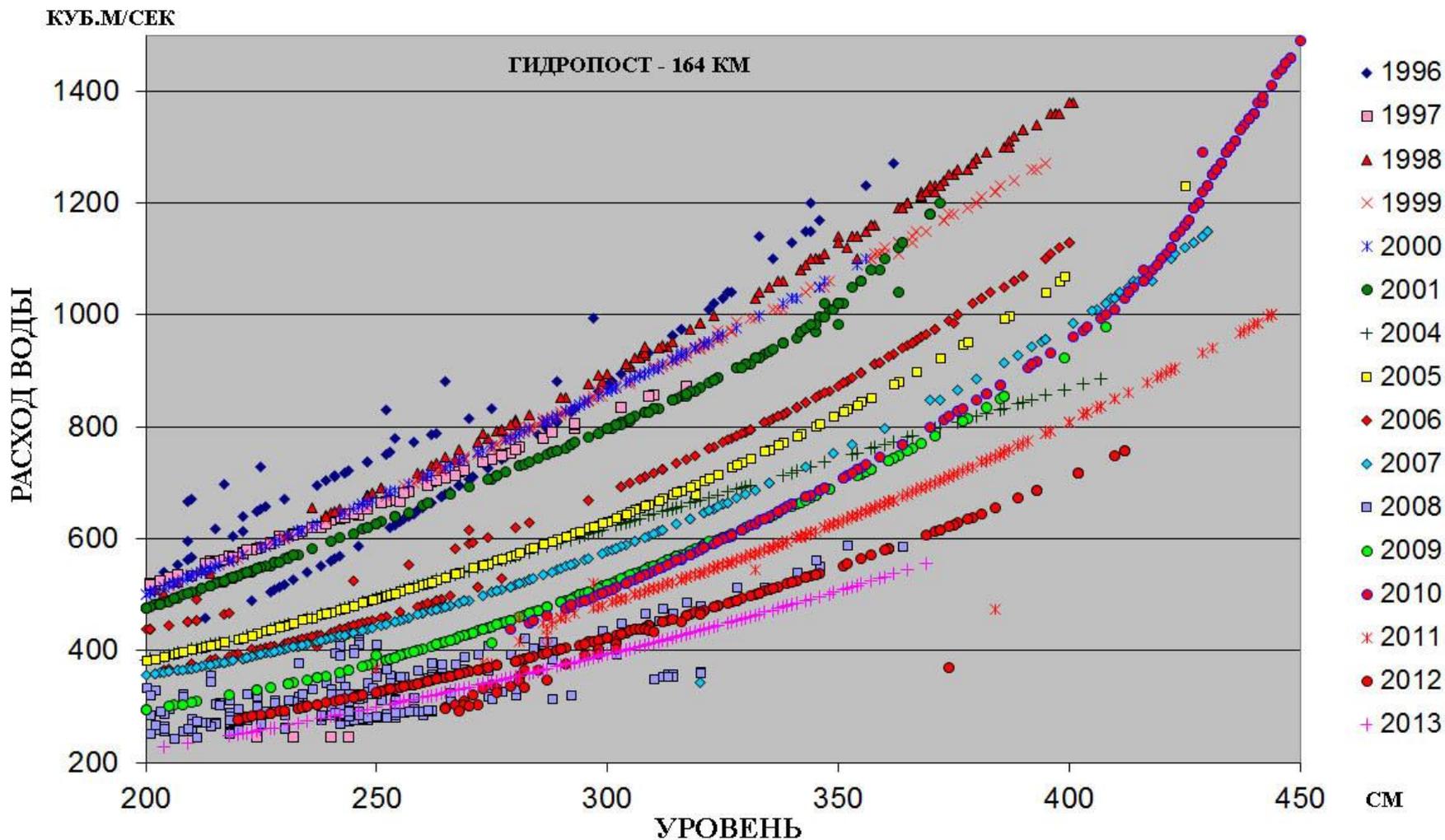
01 августа 1996

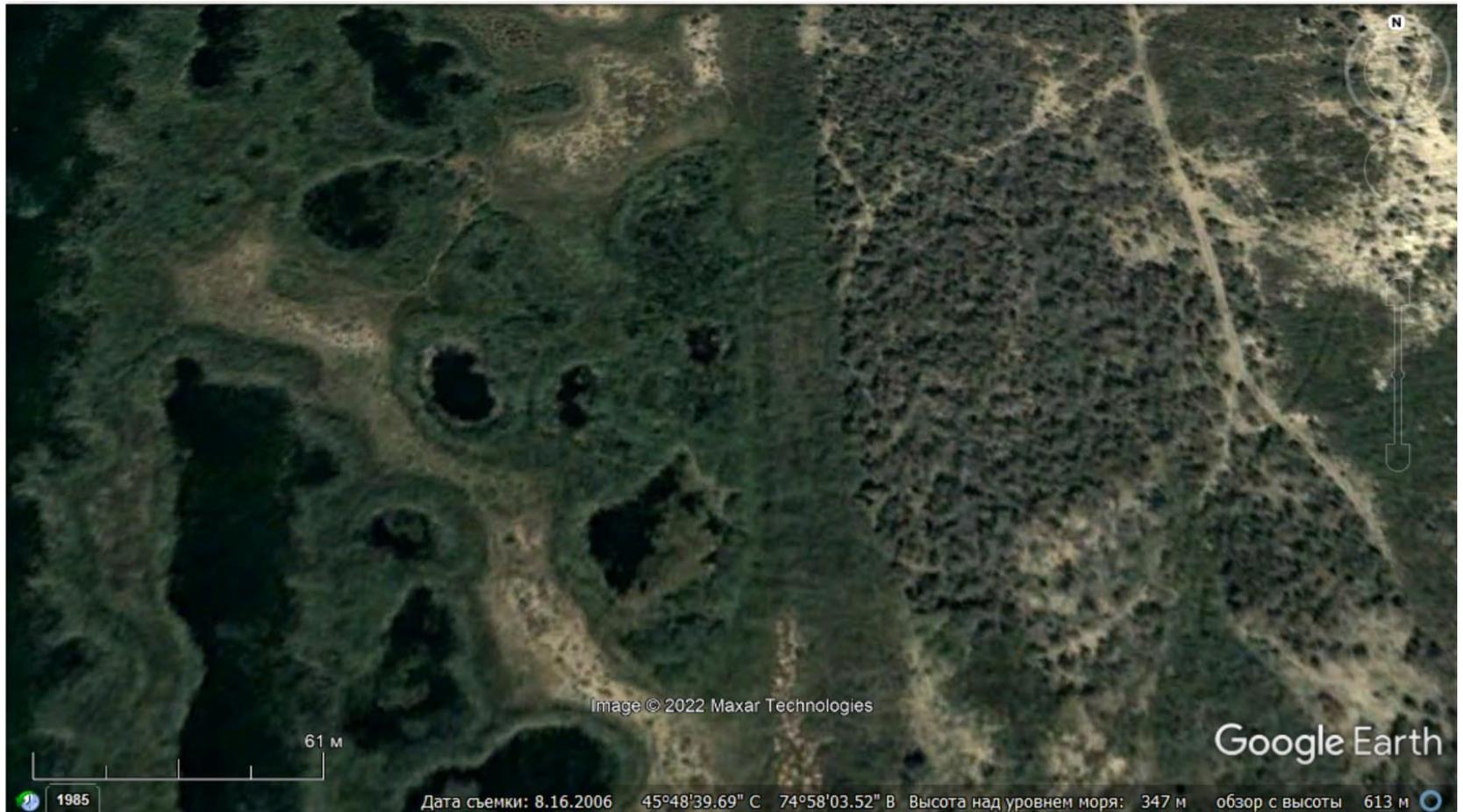


14 августа 2013



Взаимосвязь между уровнем и расходом в реке Иле гидропост 164 км (Казахстан)





Поверхностный речной сток, проходя через равнинные пустыни Центральной Азии продуцирует интенсивное развитие вегетации. Это так называемые тугаи, представляющие собой галерейные леса, возникающие по берегам непересыхающих водных потоков и озер. В дельтовых низовьях, где увлажняются значительные площади равнин, тугайные леса превращаются в непроходимые заросли.





CEOS Working Group on Calibration and Validation

CEOS VALIDATION HIERARCHY

Validation Stage - Definition and Current State		Variable
0	No validation. Product accuracy has not been assessed. Product considered beta.	
1	Product accuracy is assessed from a small (typically < 30) set of locations and time periods by comparison with in-situ or other suitable reference data.	Snow Fire Radiative Power Biomass
2	Product accuracy is estimated over a significant (typically > 30) set of locations and time periods by comparison with reference in situ or other suitable reference data. Spatial and temporal consistency of the product, and its consistency with similar products, has been evaluated over globally representative locations and time periods. Results are published in the peer-reviewed literature.	fAPAR Phenology Burned Area LAI
3	Uncertainties in the product and its associated structure are well quantified over a significant (typically > 30) set of locations and time periods representing global conditions by comparison with reference in situ or other suitable reference data. Validation procedures follow community-agreed-upon good practices. Spatial and temporal consistency of the product, and its consistency with similar products, has been evaluated over globally representative locations and time periods. Results are published in the peer-reviewed literature.	Vegetation Indices Albedo Soil Moisture LST & Emissivity Active Fire
4	Validation results for stage 3 are systematically updated when new product versions are released or as the interannual time series expands. When appropriate for the product, uncertainties in the product are quantified using fiducial reference measurements over a global network of sites and time periods (if available).	Land Cover

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). Один из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова.

Вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

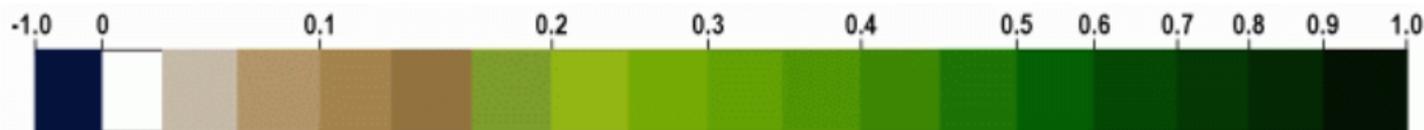
где,

NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра

RED - отражение в красной области спектра

Комбинации каналов камер спутников используемые для расчета NDVI:

MSS Landsat(4,5)	5 (0.6-0.7 мкм), 6 (0.7-0.8 мкм) или 7 (0.8-1.1 мкм)
TM Landsat(4,5)	3 (0.63-0.69 мкм), 4 (0.76-0.90 мкм)
ETM+ Landsat7	3 (0.63-0.69 мкм), 4 (0.75-0.90 мкм)
AVHRR NOAA	1 (0.58-0.68 мкм), 2 (0.72-1.0 мкм)
MODIS Terra(Aqua)	1 (0.62-0.67 мкм), 2 (0.841-0.876 мкм)
ASTER Terra	2 (0.63-0.69 мкм), 3 (0.76-0.86 мкм)
LISS IRS(1C/1D)	2 (0.62-0.68 мкм), 3 (0.77-0.86 мкм)



Дискретная шкала NDVI

Используемые спутниковые продукты

A satellite image showing a green landscape with some brown patches, representing the MOD13A1 v006 product.

MOD13A1 v006

MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500 m SIN Grid

A satellite image showing a green landscape with some brown patches, representing the MYD13A1 v006 product.

MYD13A1 v006

MODIS/Aqua Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500 m SIN Grid

Период: 2000 – 2022 гг.

Программное обеспечение

Google Earth Engine

Google Earth Engine combines a multi-petabyte catalog of satellite imagery and geospatial datasets with planetary-scale analysis capabilities. Scientists, researchers, and developers use Earth Engine to detect changes, map trends, and quantify differences on the Earth's surface. Earth Engine is now available for commercial use, and remains free for academic and research use.

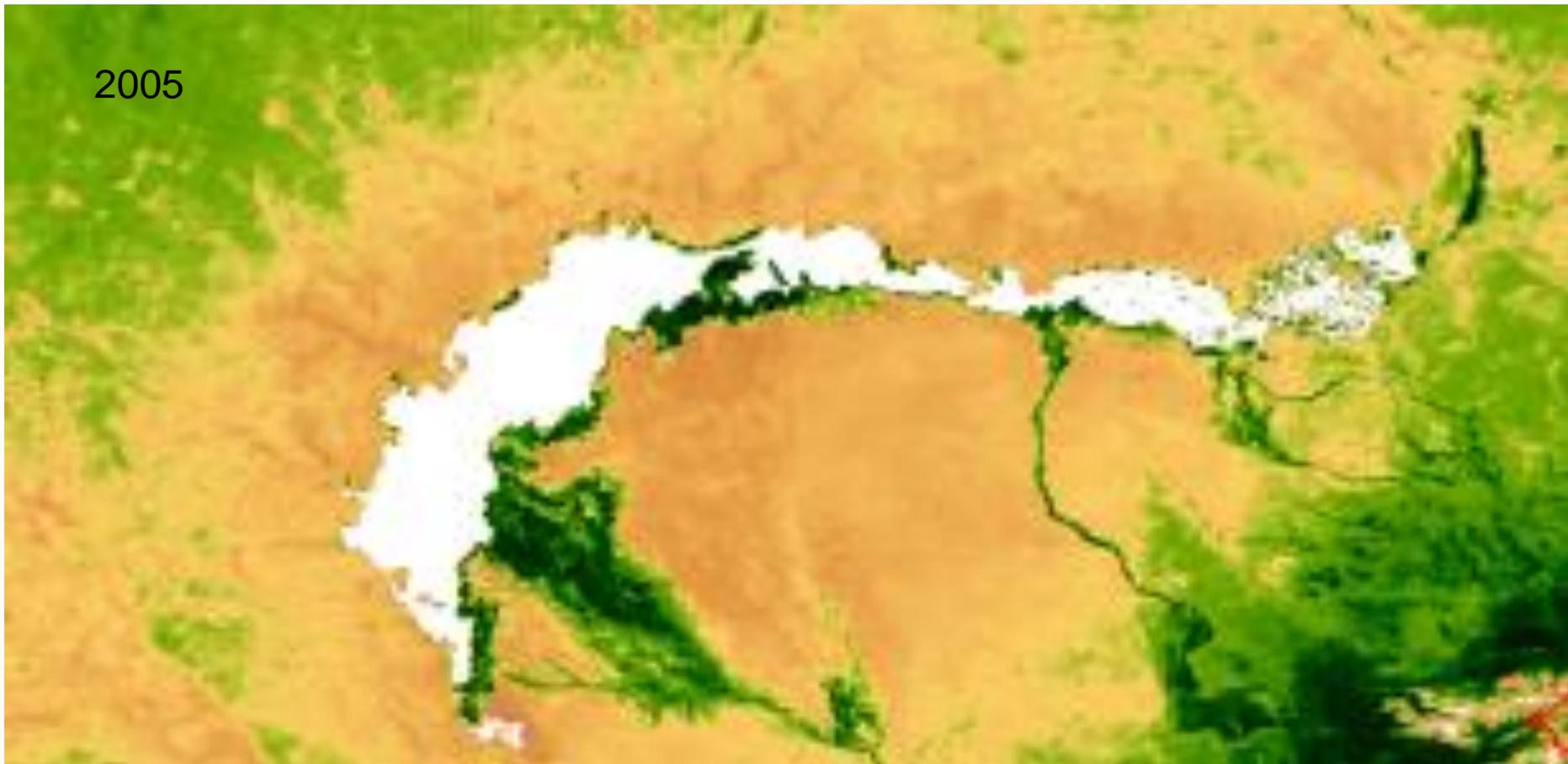
Карта сезонного максимума NDVI район оз. Балхаш

2000



Карта сезонного максимума NDVI район оз. Балхаш

2005



Карта сезонного максимума NDVI район оз. Балхаш

2006



Карта сезонного максимума NDVI район оз. Балхаш

2007



Карта сезонного максимума NDVI район оз. Балхаш

2008



Карта сезонного максимума NDVI район оз. Балхаш

2009



Карта сезонного максимума NDVI район оз. Балхаш

2010



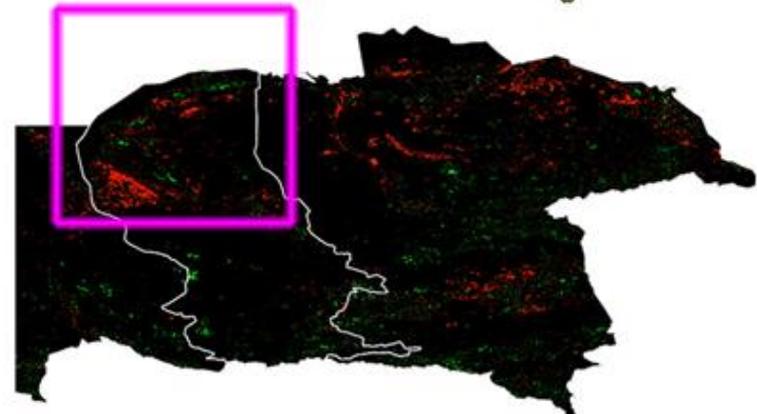
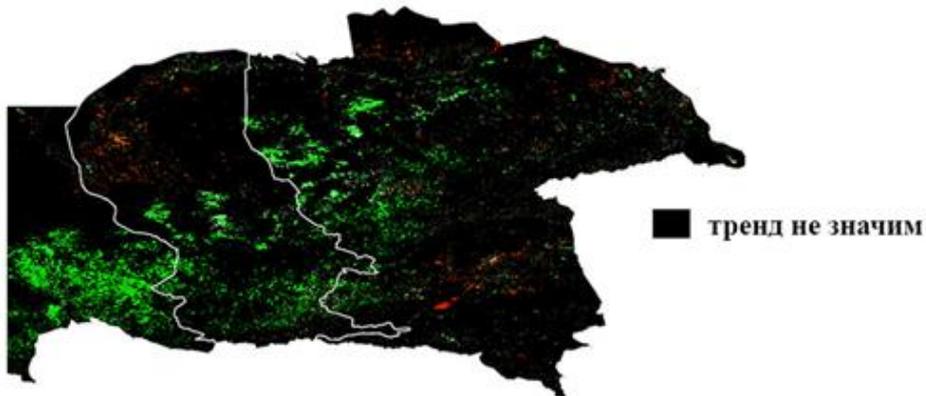
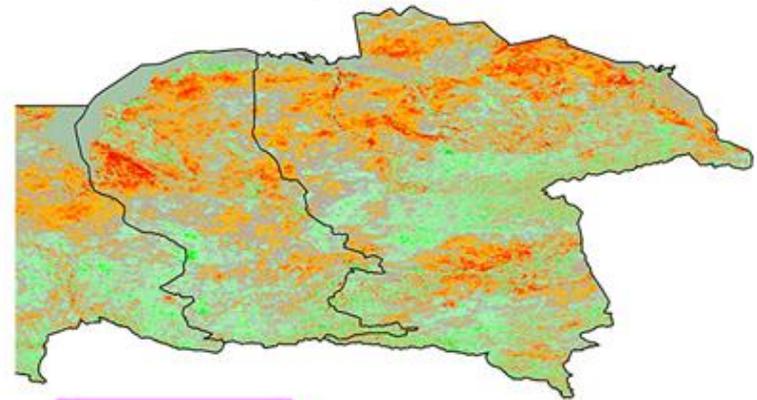
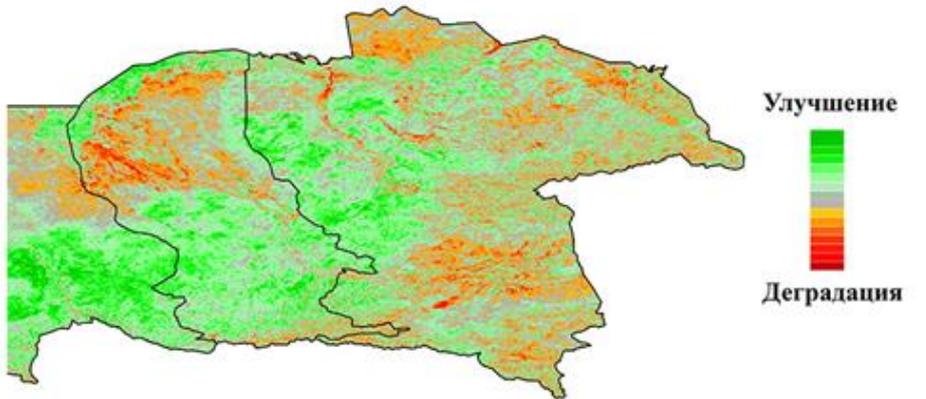
Mann-Kendall Test

The **Mann-Kendall Test** is used to determine a time series has a monotonic upward or downward trend. It does not require that the data be normally distributed or linear.

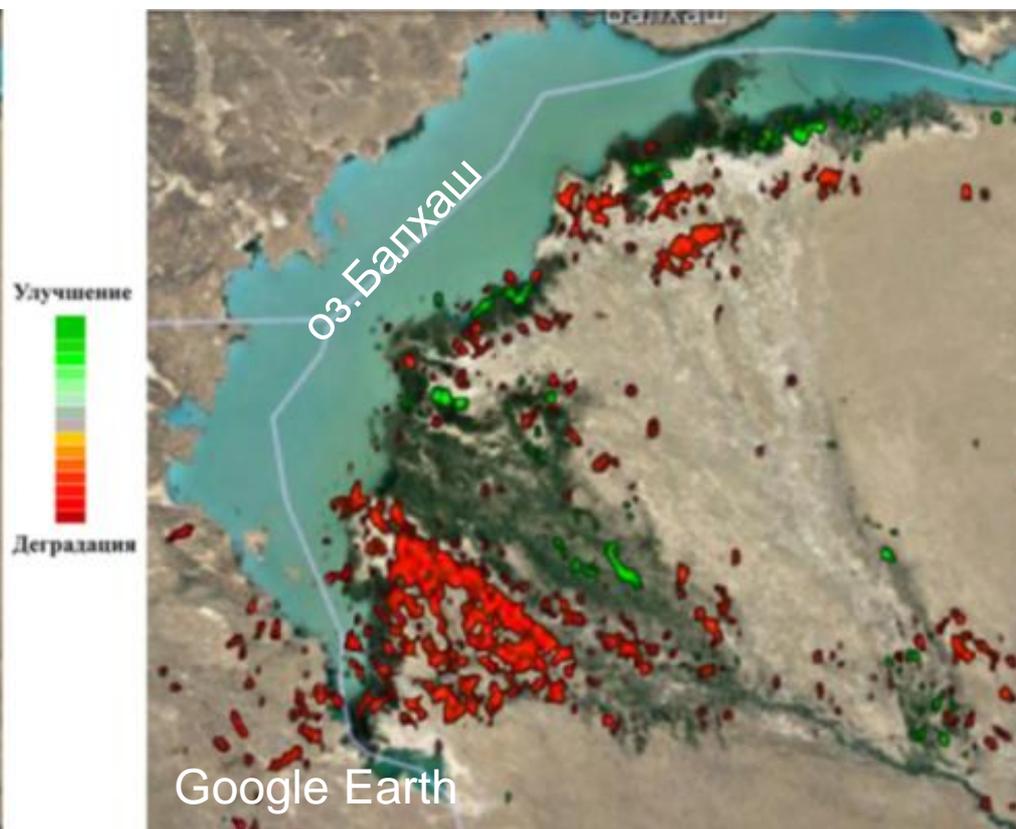
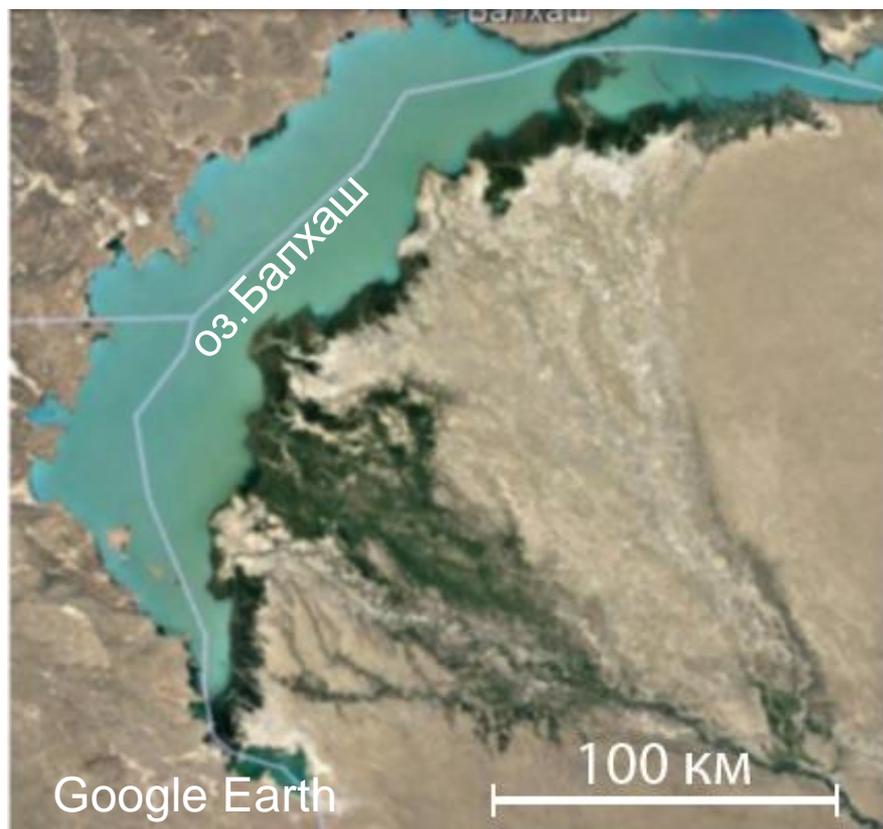
Результаты теста Манна-Кенделла для сезонных максимумов NDVI_MODIS

Апрель - Май 2000-2022

Июль - Август 2000-2022



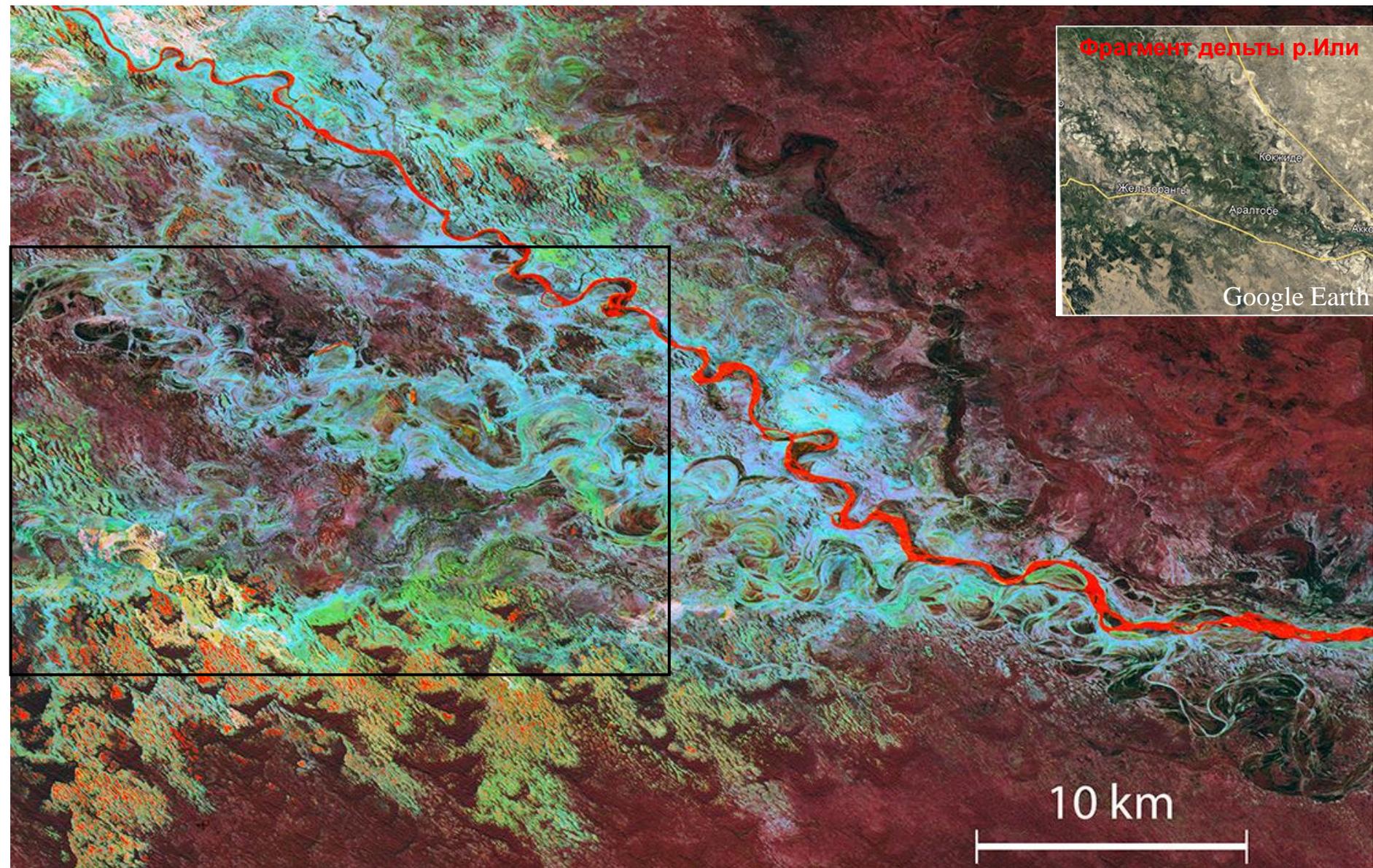
Пространственная структура и направления достоверных трендов изменений состояния растительности дельты р.Или на озере Балхаш в июле-августе периода 2000-2022 гг.



Псевдоцветной композит: Sentinel-2 (разрешение 20 м), 2018-2021 гг.

Red – ноябрьский максимум VSSI; **Green** – средний NDVI (апрель – октябрь);

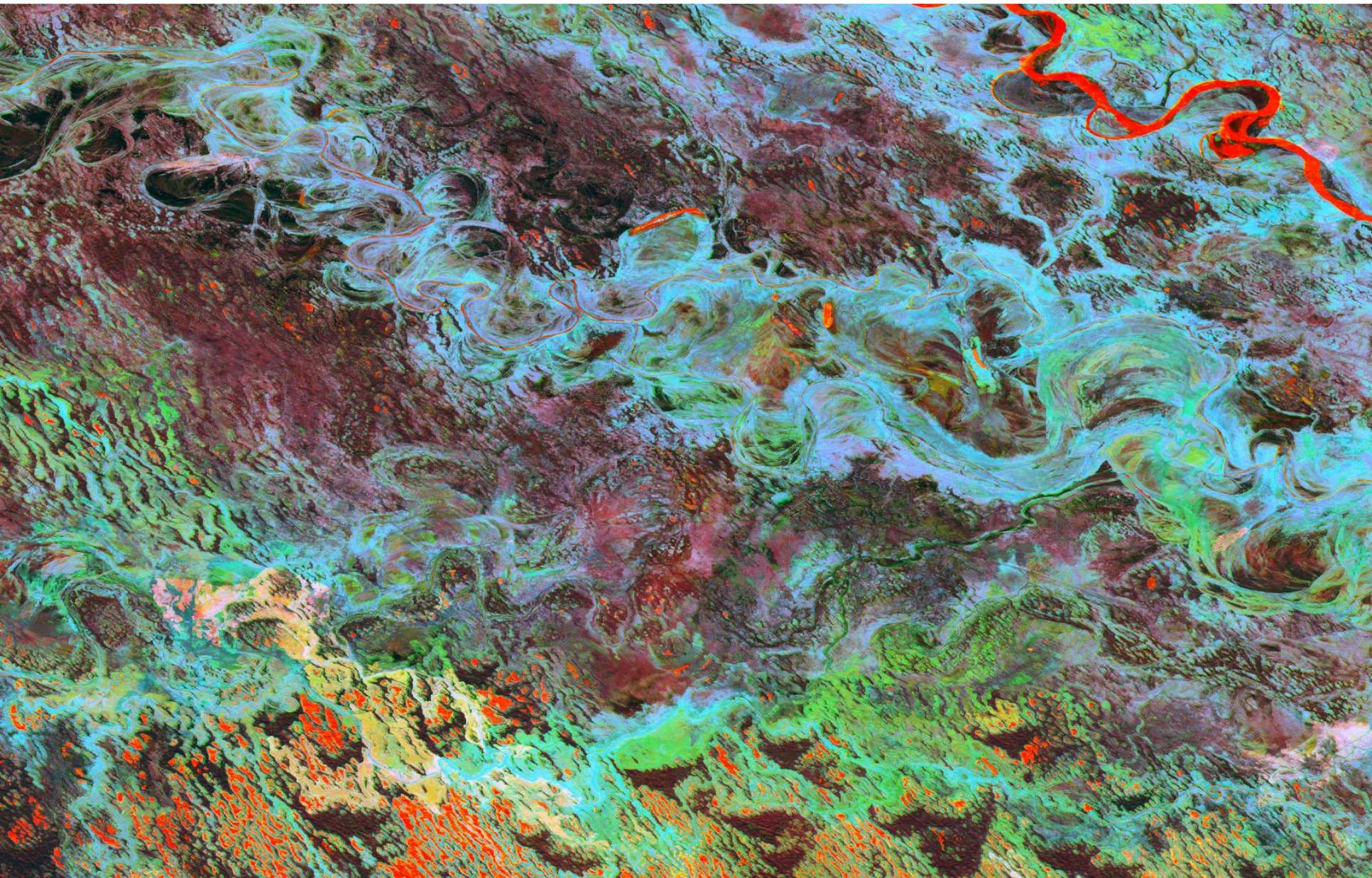
Blue - средний максимум NDVI (апрель – октябрь).



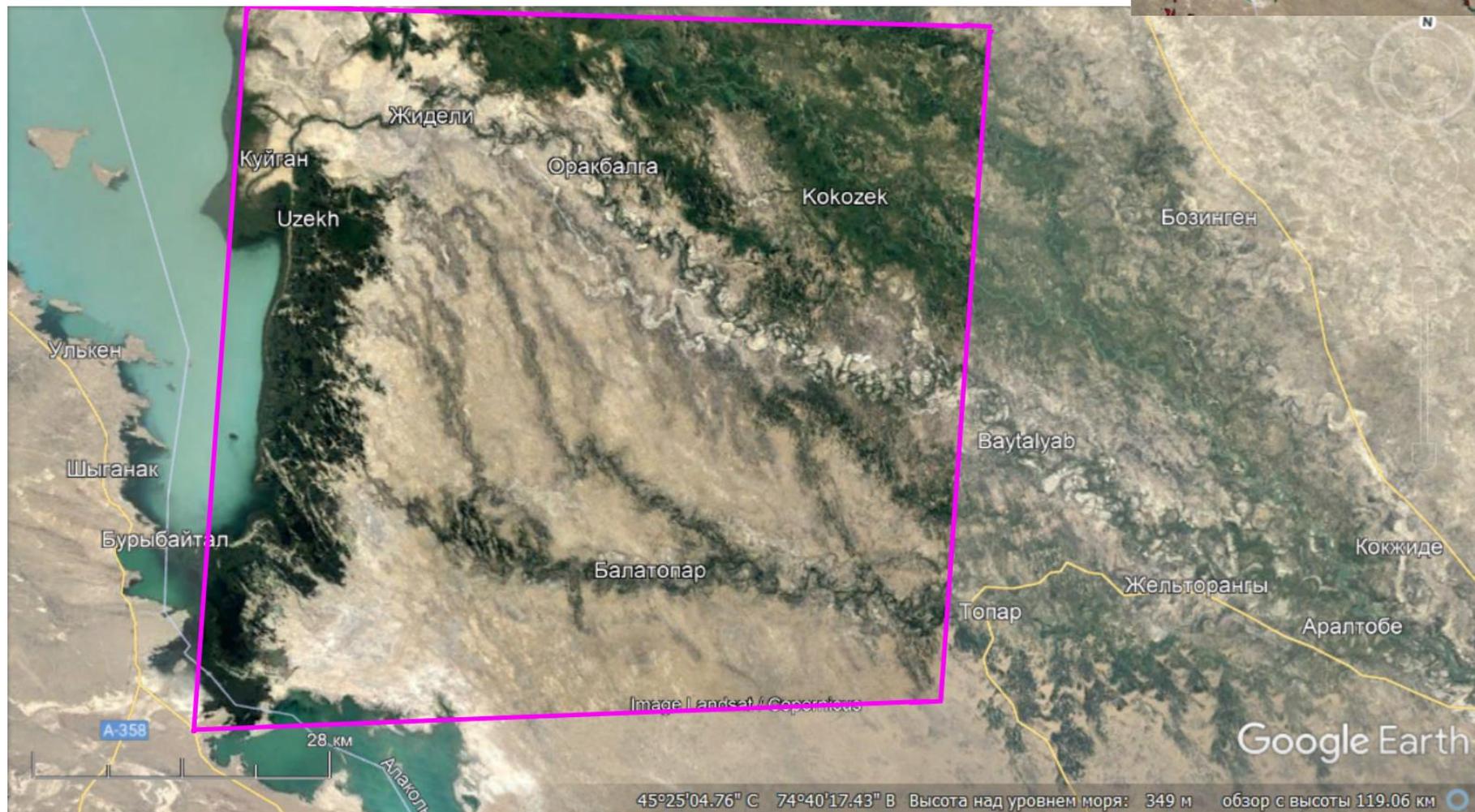
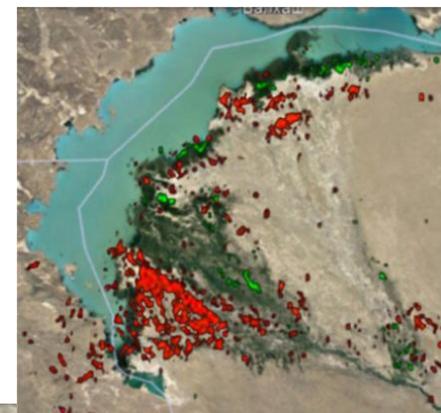
Псевдоцветной композит: Sentinel-2 (разрешение 20 м), 2018-2021 гг.

Red – ноябрьский максимум VSSI; **Green** – средний NDVI (апрель – октябрь);

Blue - средний максимум NDVI (апрель – октябрь).



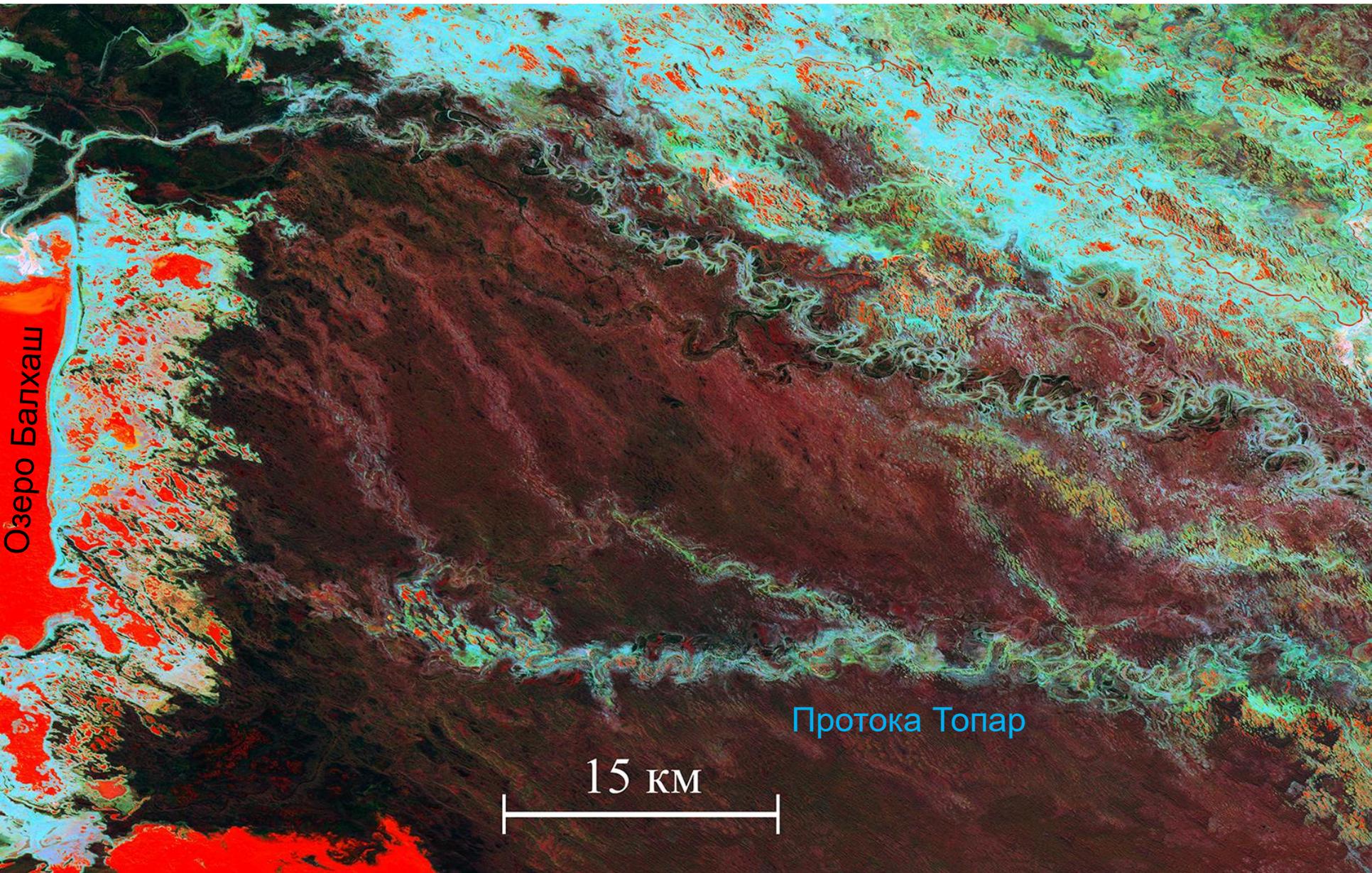
Зона деградации растительности



Псевдоцветной композит: Sentinel-2 (разрешение 20 м), 2018-2021 гг.

Red – ноябрьский максимум VSSI; **Green** – средний NDVI (апрель – октябрь);

Blue - средний максимум NDVI (апрель – октябрь).

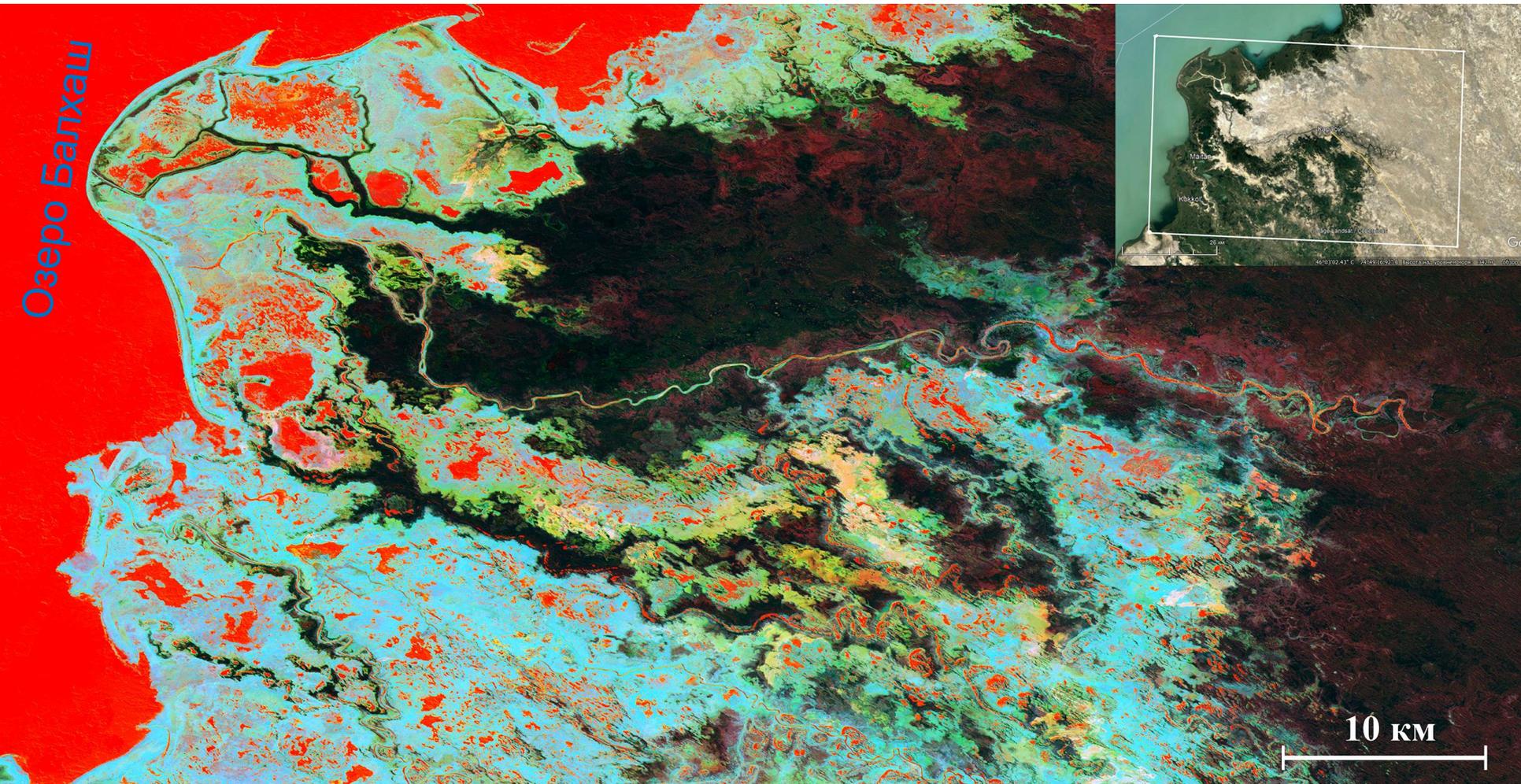


Северная часть дельты реки Или в озере Балхаш

Псевдоцветной композит: Sentinel-2 (разрешение 20 м), 2018-2021 гг.

Red – ноябрьский максимум VSSI; **Green** – средний NDVI (апрель – октябрь);

Blue - средний максимум NDVI (апрель – октябрь).



Выводы :

Изменения растительного покрова дельты реки Или на озере Балхаш в период 2000-2022 годов, сопровождались доминированием отрицательного тренда в значениях сезонного максимума вегетационного индекса NDVI_MODIS в юго-западной части (район протоки Топар). Причины изменений, очевидно, связаны с уменьшением расхода воды в протоке из-за ее заиливания и зарастания.

.

Спасибо за внимание