



Современный фонд космических снимков и возможности их применения

ООО ИТЦ «СКАНЭКС»
2021



Современные космические программы и классификация данных ДЗЗ

Основные свойства КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

ООО ИТЦ «СКАНЭКС»
2021

США

NASA – NOAA, MODIS, Suomi NPP

USGS – Landsat 7, Landsat 8, Landsat 9

Maxar (DigitalGlobe) – QuickBird,

WorldView (1, 2, 3, 4), Ikonos, GeoEye

Европа

EUMETSAT\ESA – ENVISAT, MetOp-A,B

Airbus Defence and Space – Spot 5, 6&7,

Formosat, Pléiades 1A/1B, UK-DMC, TerraSAR-X/TanDEM-X

e-GEOS - COSMO-SkyMed

Россия

НЦ ОМЗ – МЕТЕОР-М; Ресурс-П,
Канопус-В, Электро-Л

Япония

JAXA – ALOS 1,2

Корея

SI Imaging Services – KOMPSAT 2,3,5

Индия

ANTRIX – IRS, Resourcesat-2

Израиль

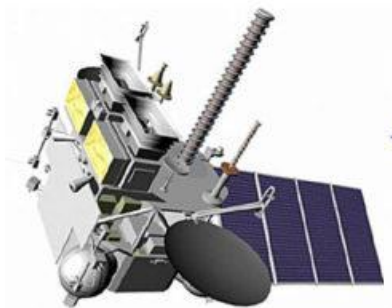
ImageSat – EROS B

Канада

MDA – Radarsat 1, 2

Российская орбитальная группировка и предоставление данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса

«Электро-Л»



1000 м/пикс в видимом
4000 м/пикс в ИК
5 каналов

«Метеор-М»



Различная бортовая
аппаратура и
характеристики

«Ресурс-П»



Различная бортовая
аппаратура и
характеристики

«Канопус-В»



2,5 м/пикс в панхром
12 м/пикс в мультиспектре
4 канала + панхром

По принадлежности:

- Коммерческие
- Государственные

По типу использования:

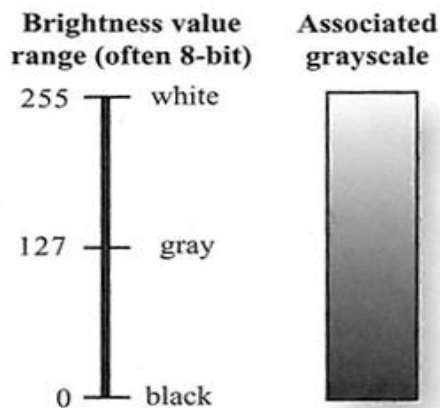
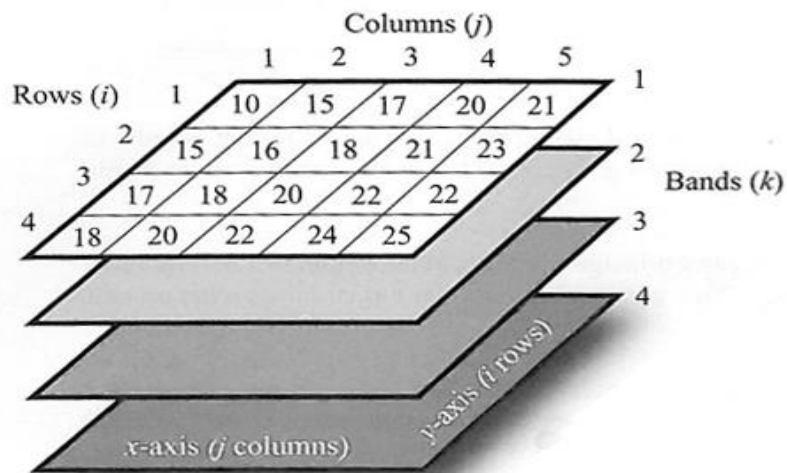
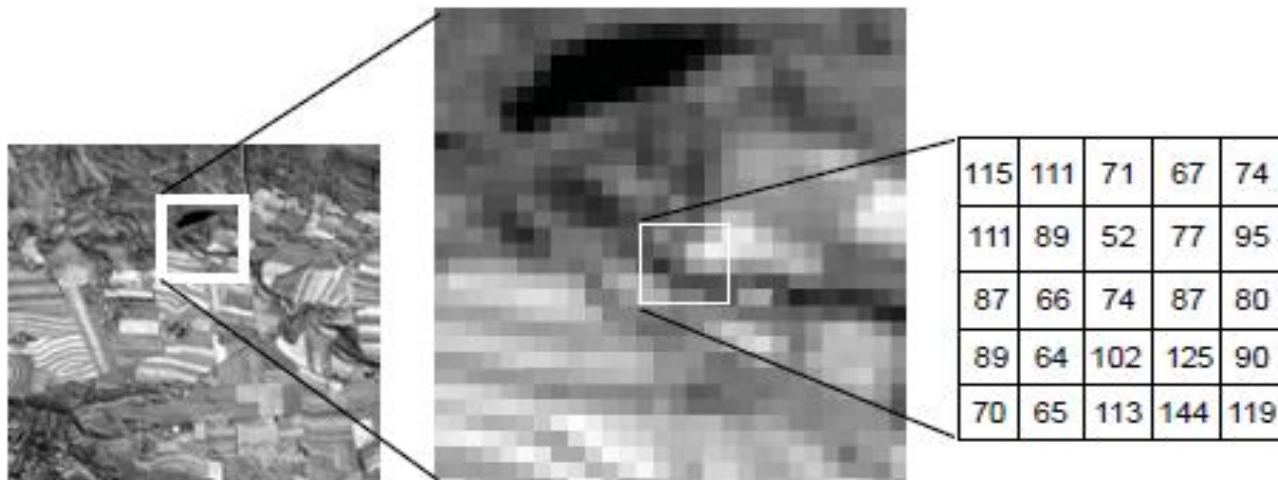
- Метеорологические
- Оперативно-мониторинговые
- Ресурсные
- Кадастровые

По типу сигнала:

- Аналоговые
- Цифровые

По способу зондирования:

- Пассивные
- Активные



Цифровой снимок – матрица пикселей, где значение яркости пикселя находятся в ряду i и колонке j в плоскости канала k

- **Пространственное разрешение**
- **Обзорность**
- **Радиометрическое разрешение**
- **Спектральное разрешение**
- **Временное разрешение**
- **Сезон съемки**

Пространственное разрешение

Классификация снимков	Разрешение (м)
Сверхвысокого разрешения	До 1
Высокого разрешения	1 – 10
Среднего разрешения	10 – 30
Низкого разрешения	30 - 250
Очень низкого разрешения	250 - 3000





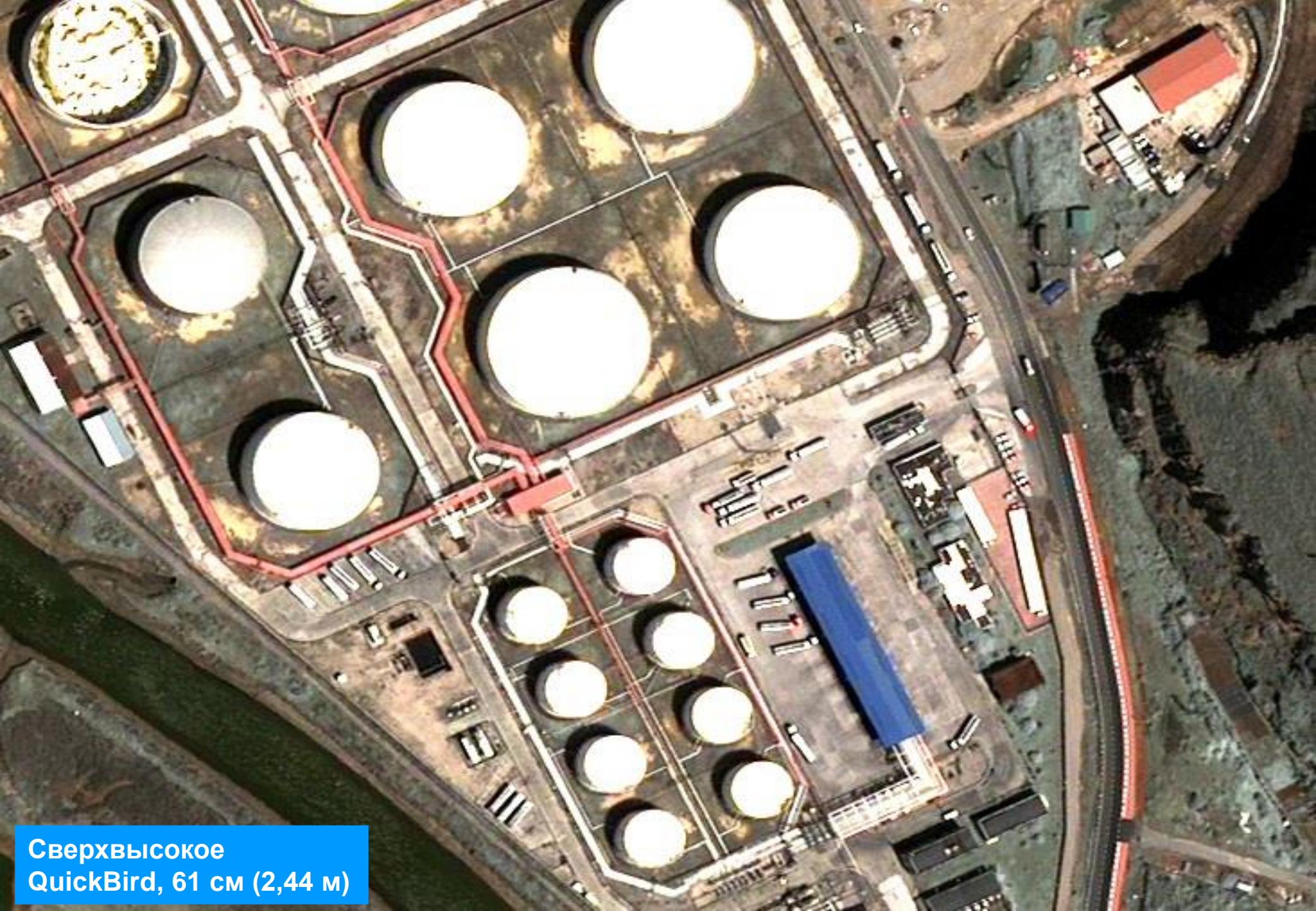
Сверхвысокое
GeoEye-1, 50 (41) см (1,65 м)



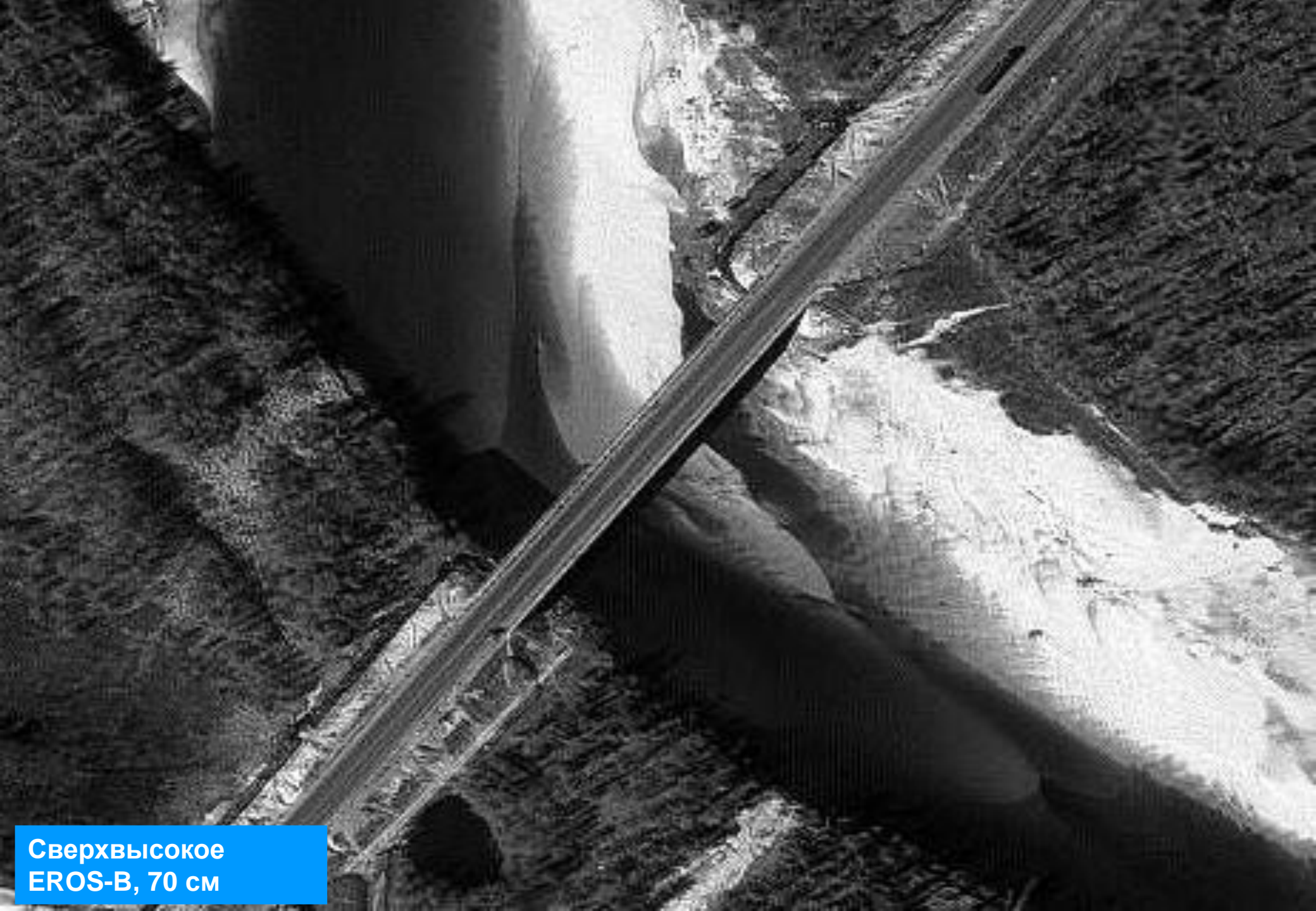
Сверхвысокое
WorldView-1, 50 см



Сверхвысокое
WorldView-2, 46 см (1,84 м)



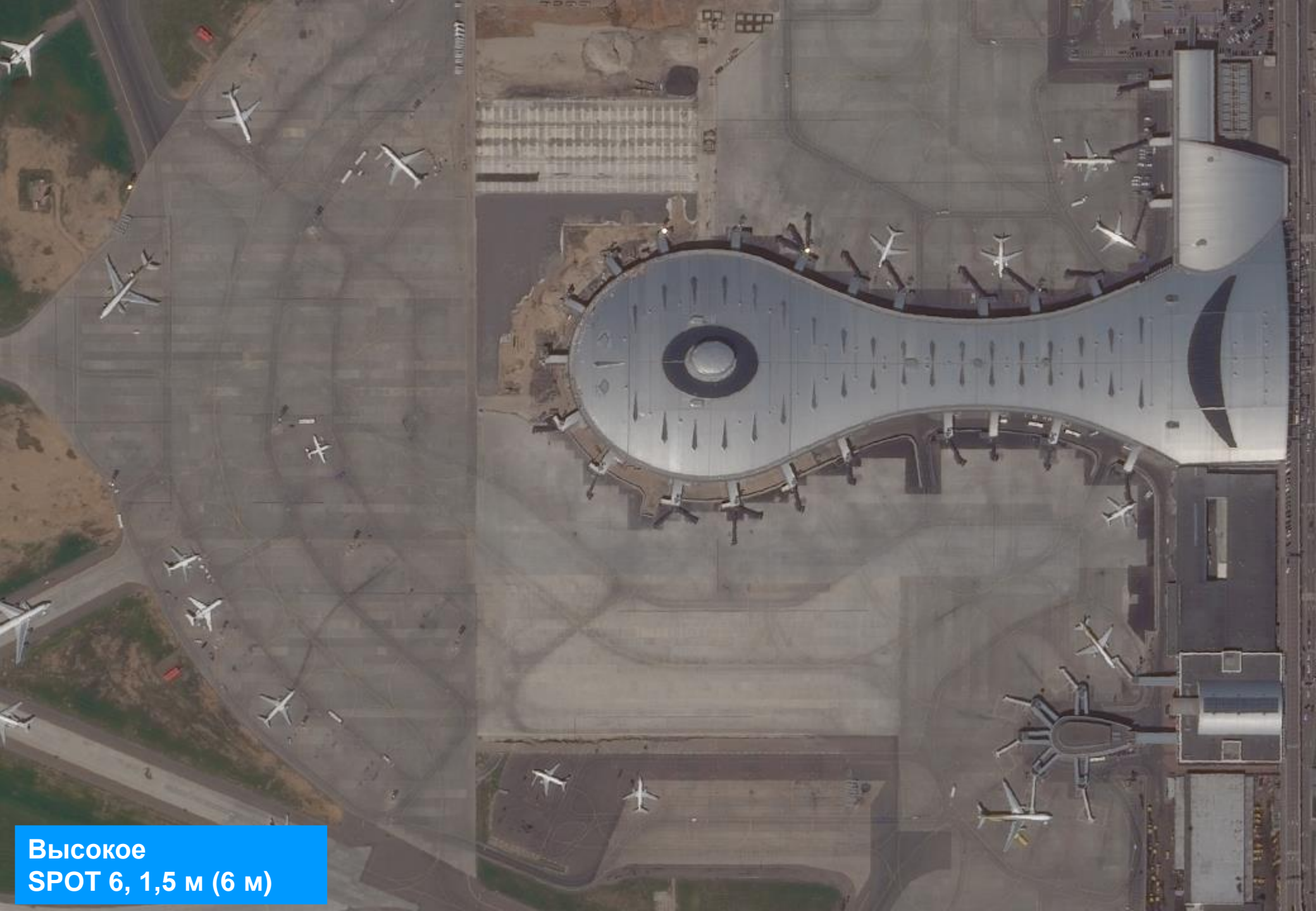
Сверхвысокое
QuickBird, 61 см (2,44 м)



Сверхвысокое
EROS-B, 70 см



Сверхвысокое
IKONOS, 80 см (3,2 м)



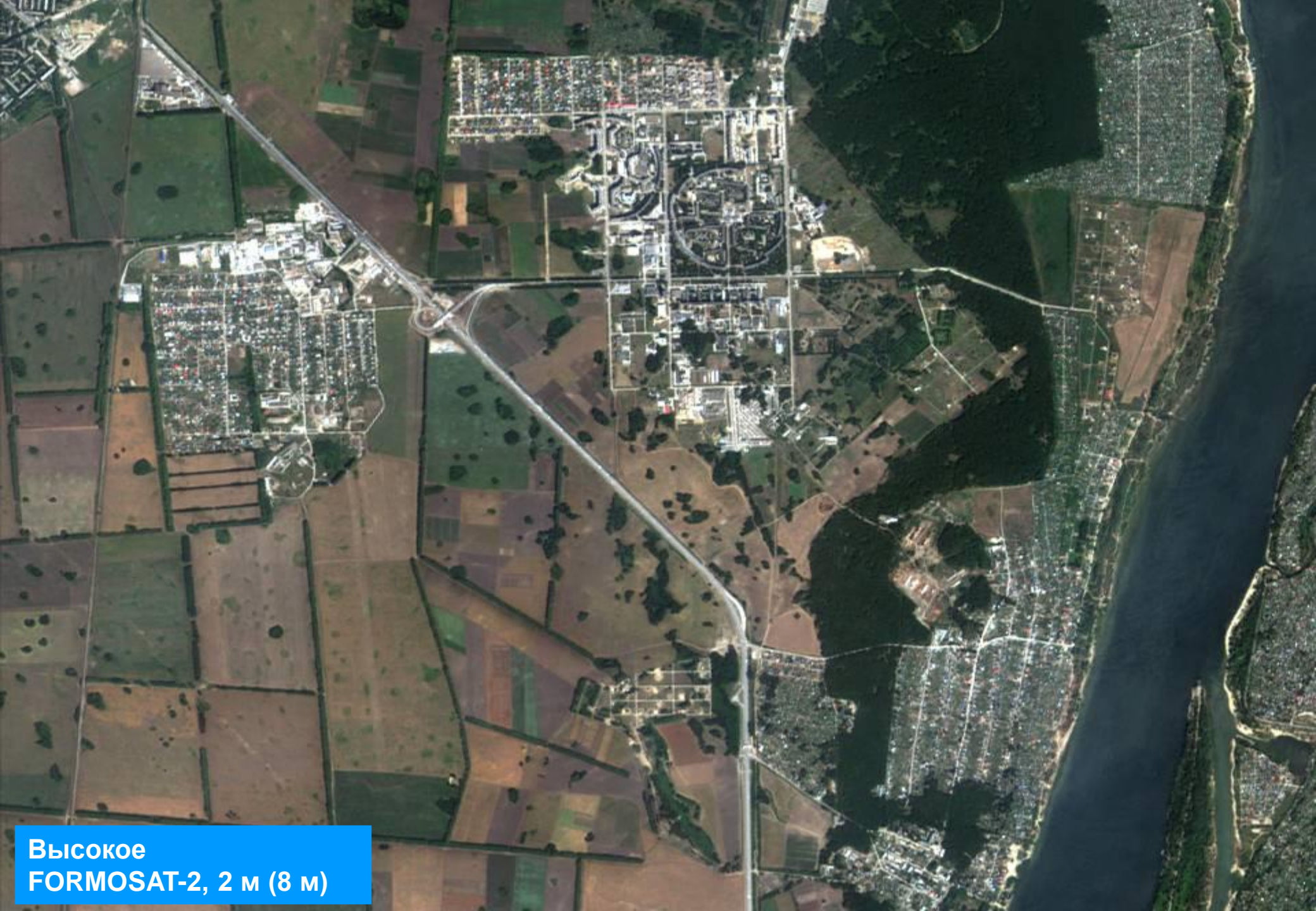
Высокое
SPOT 6, 1,5 м (6 м)



Высокое
SPOT 6-7, 1,5 м (6 м)



Высокое
EROS-A, 2 м



**Высокое
FORMOSAT-2, 2 м (8 м)**



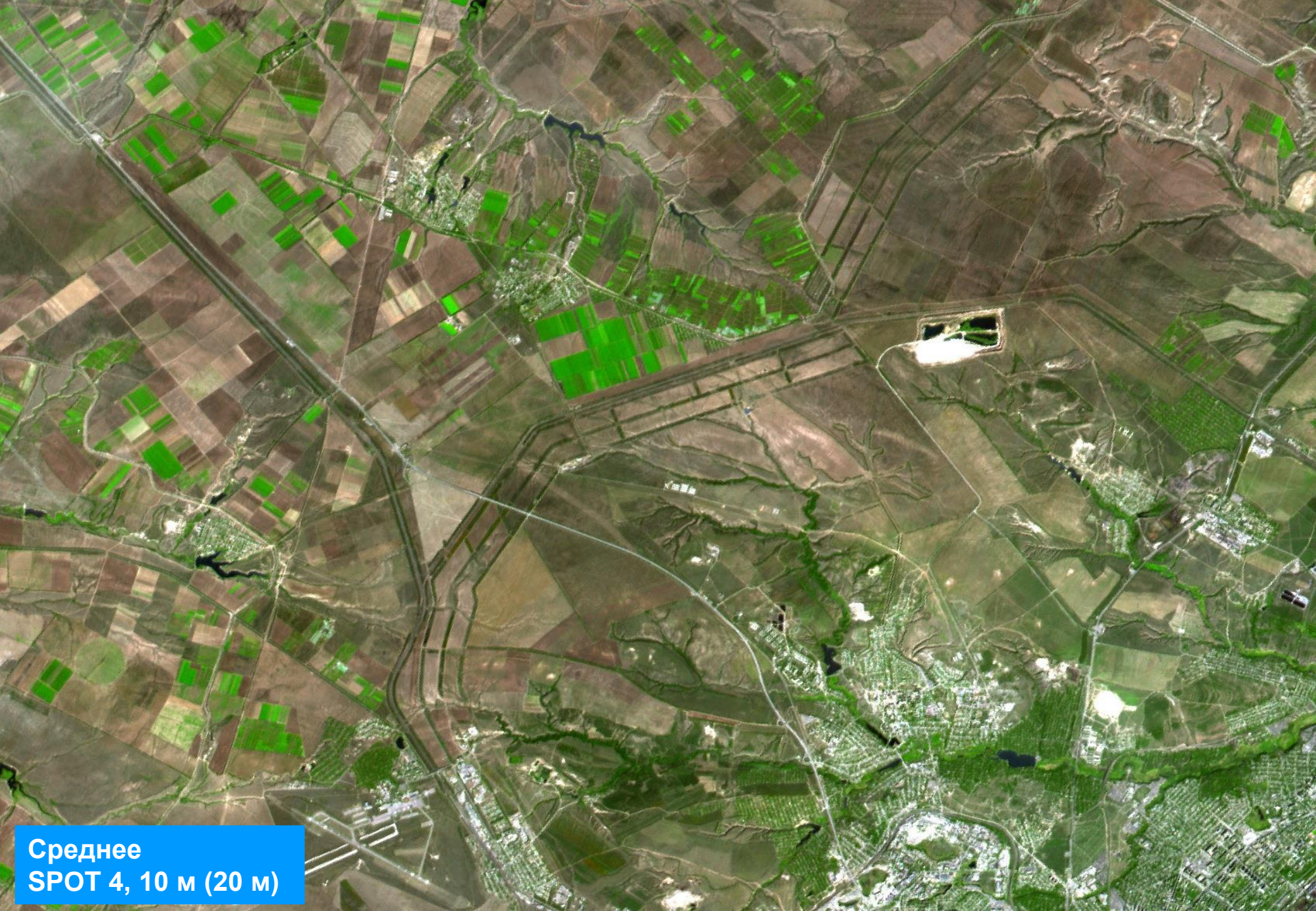
Высокое
IRS P5 (Cartosat-1), 2,5 м



Высокое
SPOT 5, 2,5 м (10 м)



Высокое
ALOS, 2,5 м (10 м)



Среднее
SPOT 4, 10 м (20 м)



Среднее
Terra ASTER, 15 м



Среднее
UK-DMC2, 22 м



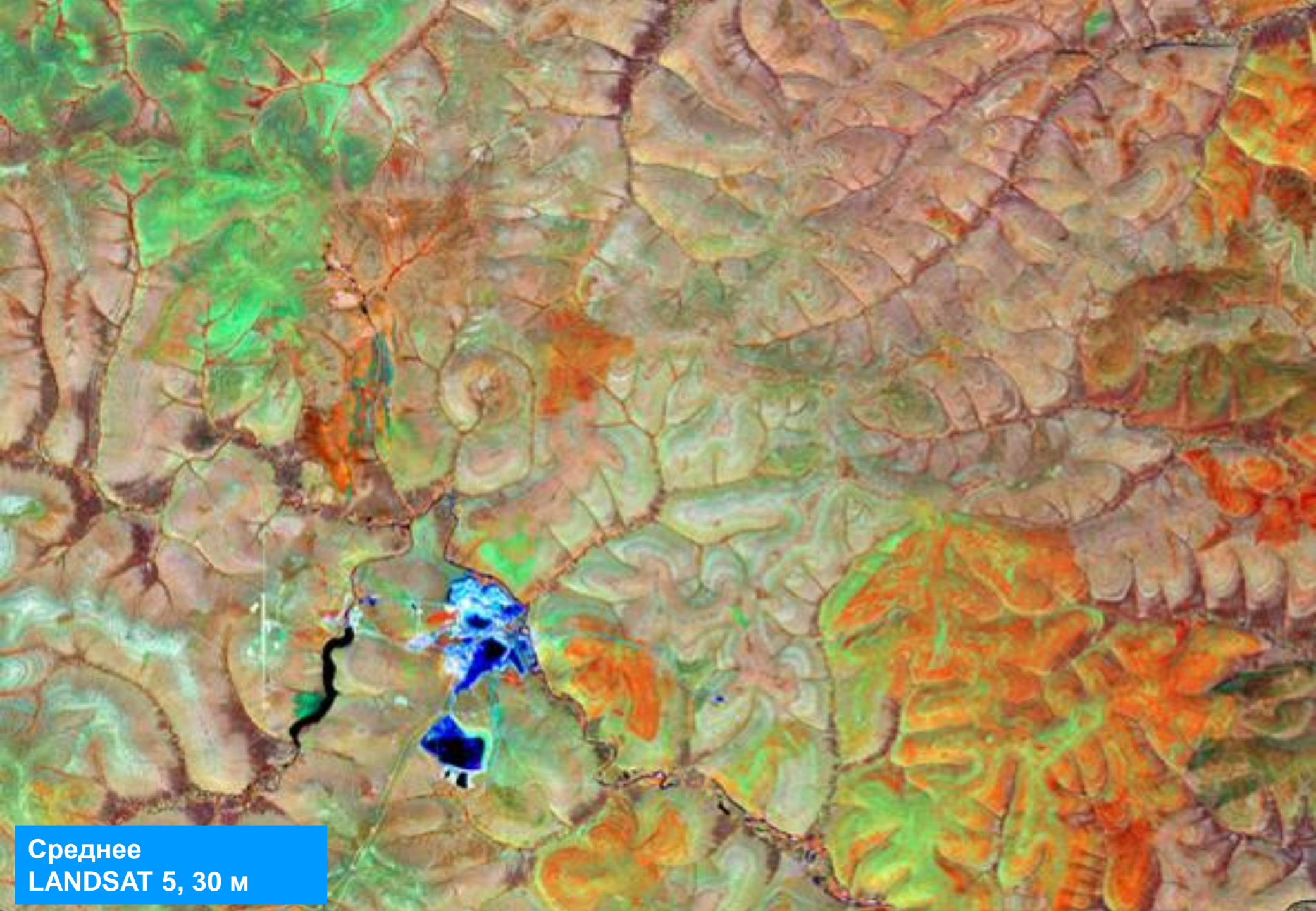
Среднее
IRS P6 LISS-3, 23 м



Среднее
LANDSAT 7, 15 м (30 м)



Среднее
LANDSAT 8, 15 м (30 м)



Среднее
LANDSAT 5, 30 м



Низкое
Terra MODIS, 250 м



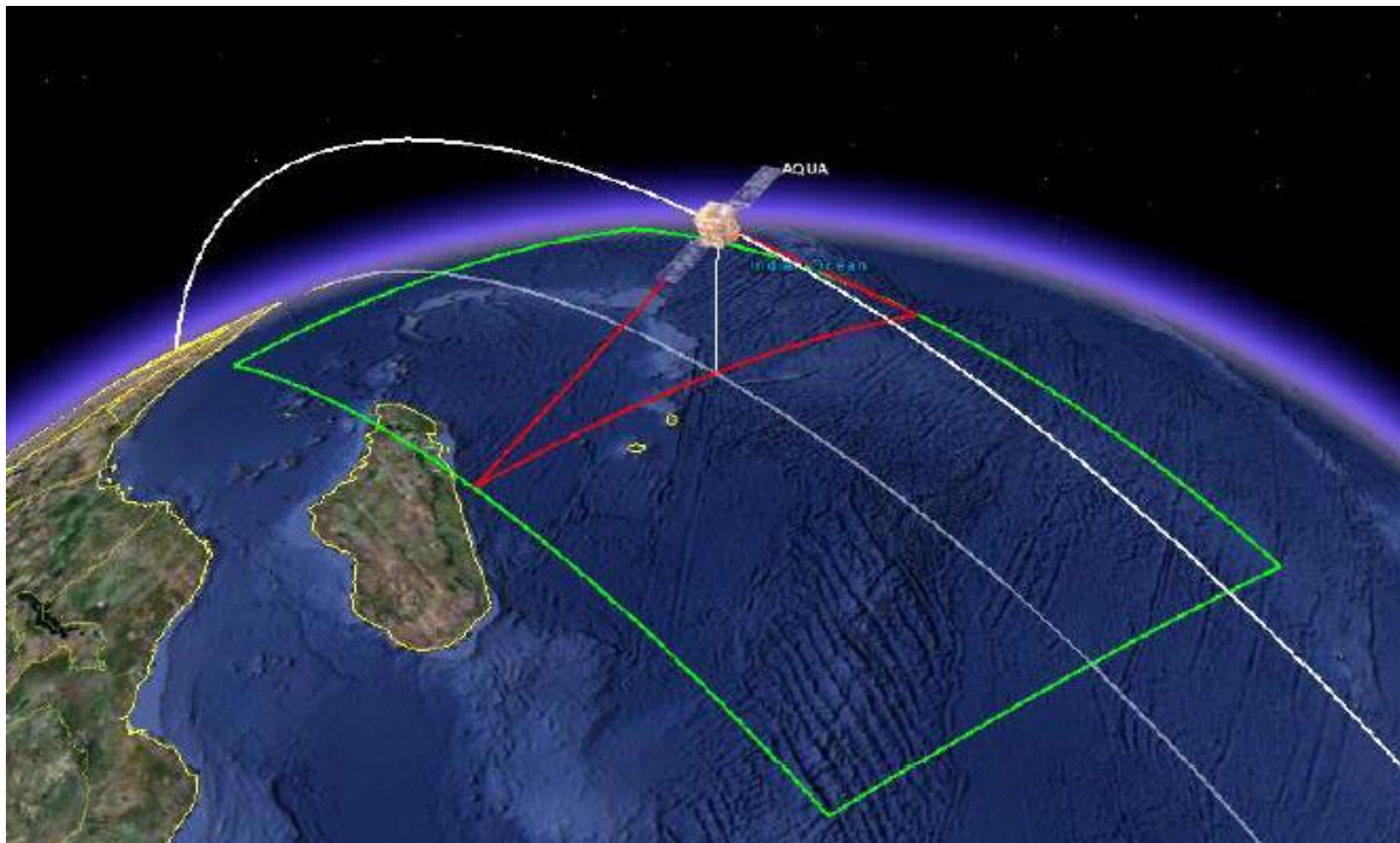
Сверхнизкое
НОАА, <1 км

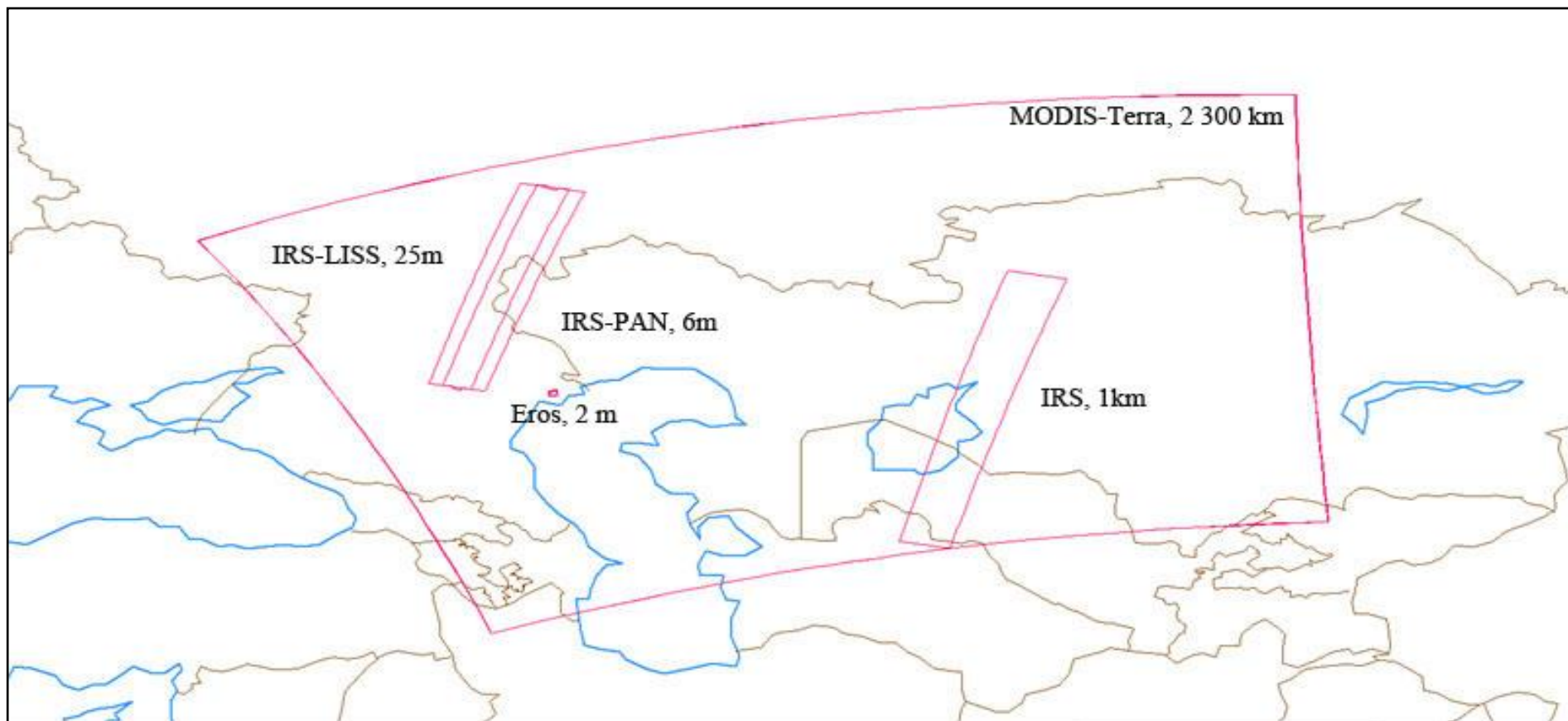
Обзорность (ширина полосы обзора)

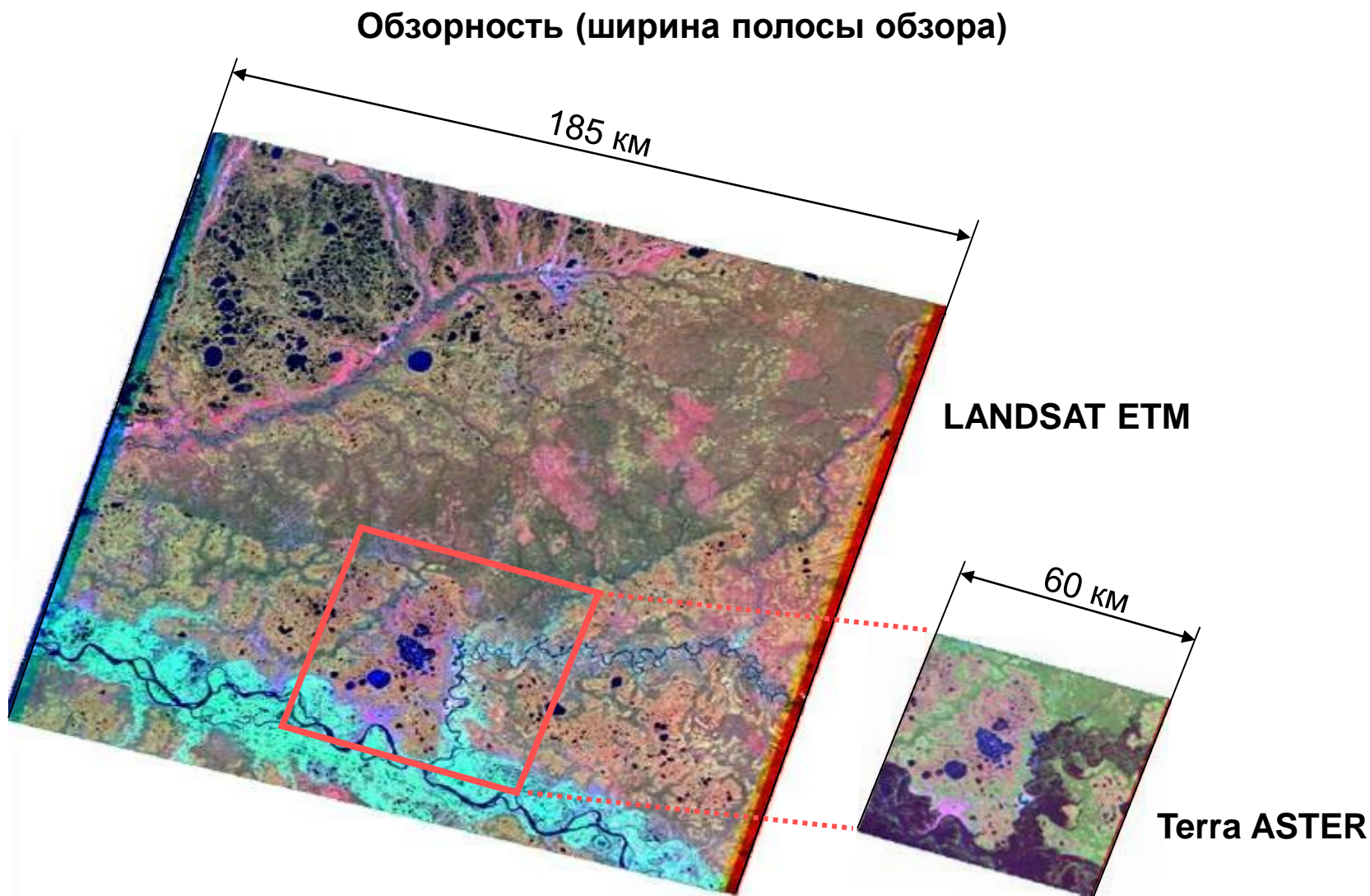
Съемочная аппаратура	Полоса обзора (км)
Terra MODIS	2300
IRS 1C/1D WIFS	810
RADARSAT	50-500
LANDSAT TM, ETM+	185
IRS 1C/1D LISS-3	142
IRS 1C/1D PAN	70
Terra ASTER	60
SPOT 2-5	60
SPOT 6-7	60

Обзорность (ширина полосы обзора)

Съемочная аппаратура	Полоса обзора (км)
Pléiades-1A/1B	20
WorldView-1	17,6
GeoEye-1	17,3
QuickBird	16,5
KOMPSAT-2	15
KOMPSAT-3	16
WorldView-2	16,4
WorldView-3	13,1
IKONOS	11,3
EROS-B1	7





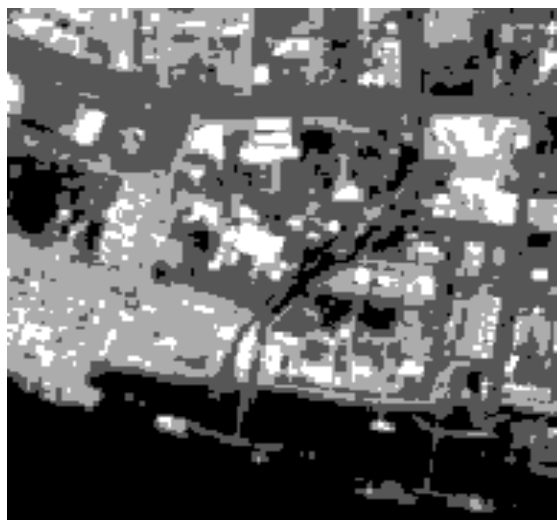


Радиометрическое разрешение



2 уровня

$2^1 = 1$ бит



4 уровня

$2^2 = 2$ бита



16 уровней

$2^4 = 4$ бита

Человеческий глаз обычно не может различить градации яркости свыше 16 уровней, поэтому снимок с 64 уровнями будет выглядеть как с 16 уровнями

Снимок аэродрома Якутск с помощью оптической аппаратуры EROS-A

Кодирование отсчетов яркости сигнала:



10 бит



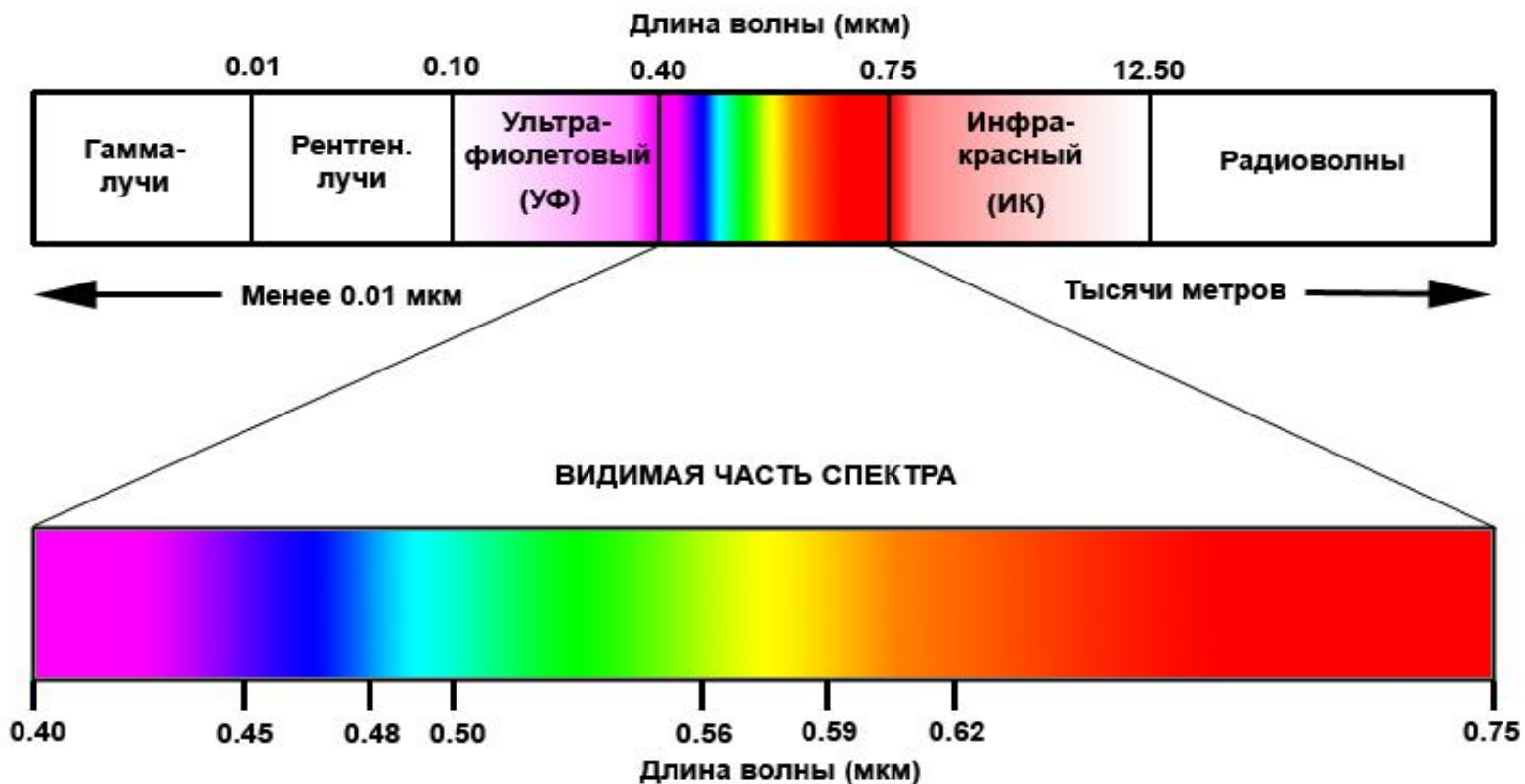
8 бит



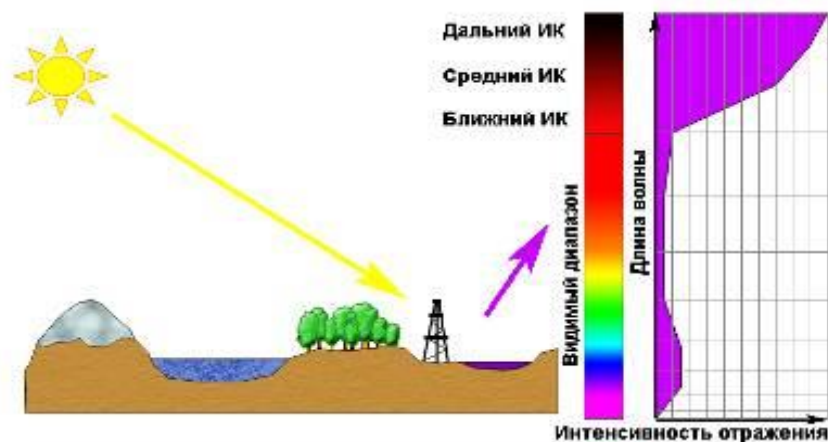
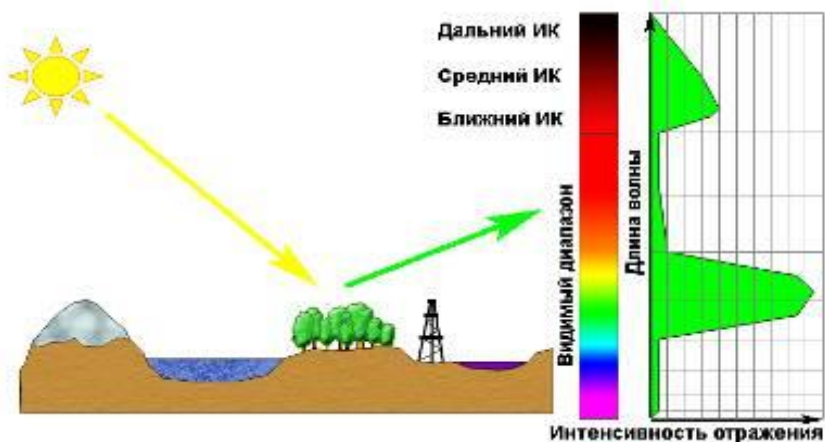
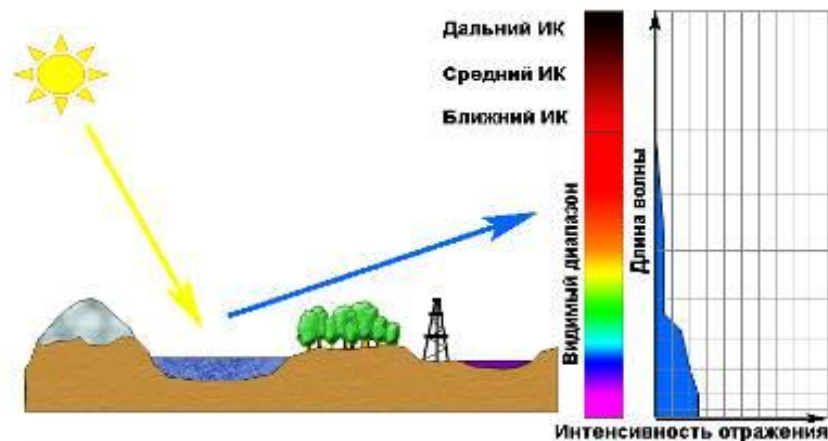
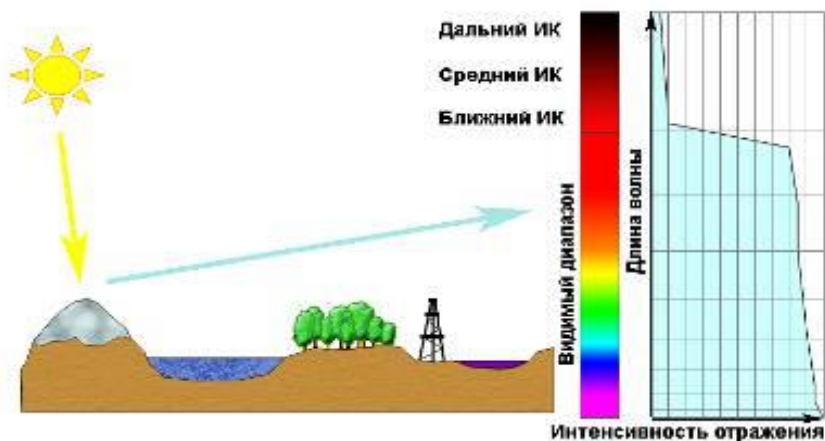
7 бит

Радиометрическое разрешение ОЭС современных космических аппаратов ДЗЗ составляет **8-16 бит**

Спектральное разрешение и диапазоны



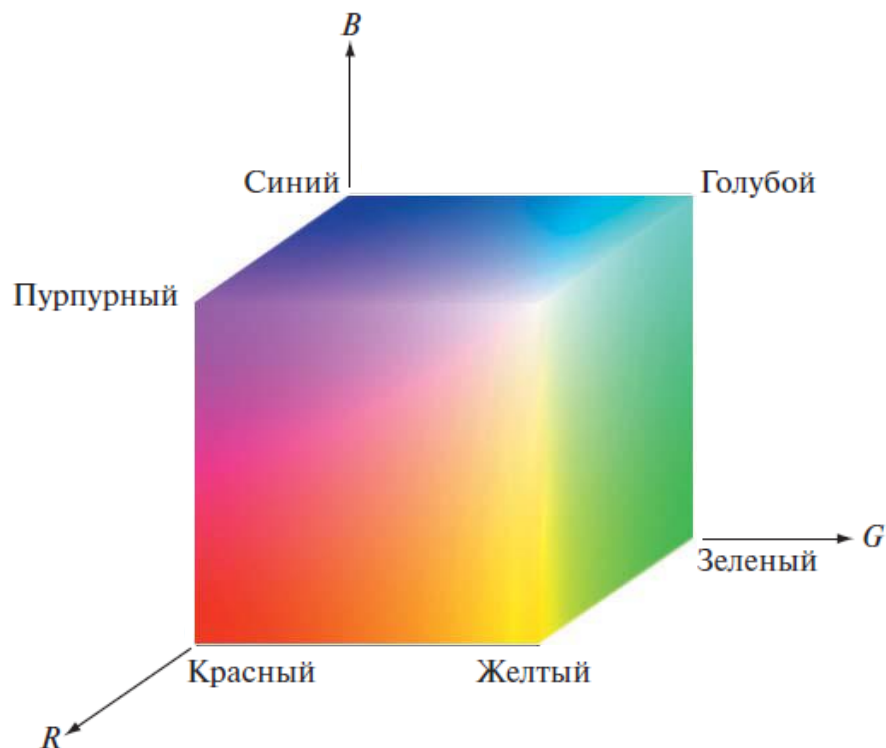
Спектральное разрешение и спектральные характеристики наземных объектов



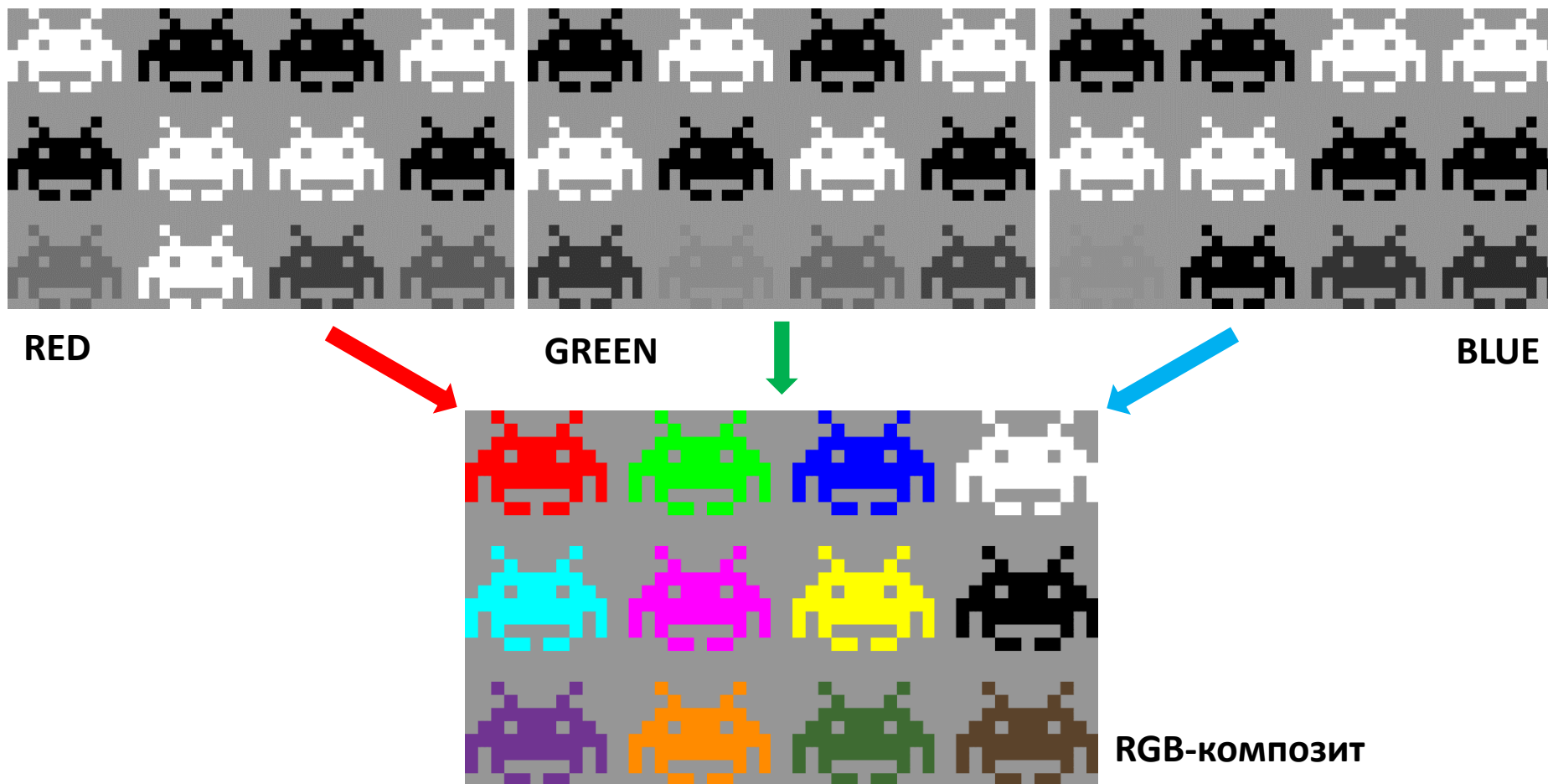
Спектральный синтез и цветовая модель RGB

Рассмотрим ситуацию, в которой
компоненты
8-битные:

- Компоненты являются полутоновыми изображениями, где 0 соответствует черному, 255 — белому
- Каждый цветной пиксель (триплет значений R, G, B) имеет глубину 24 бита
- Суммарное число возможных цветов:
 $(2^8)^3 = 16\,777\,216$



Спектральный синтез и цветовая модель RGB



Спектральное разрешение и диапазоны

Каналы космических снимков

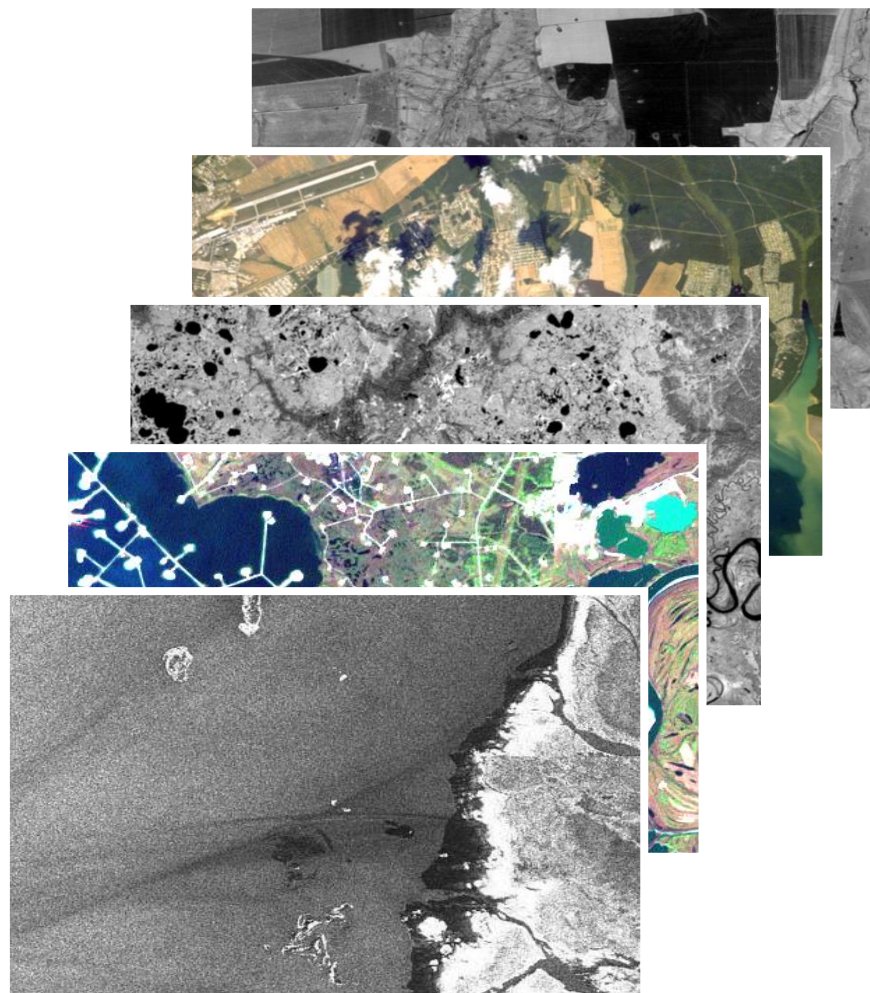
Панхроматические

Визуальные (*)

Спектрональные

Инфракрасные (*)

Радарные

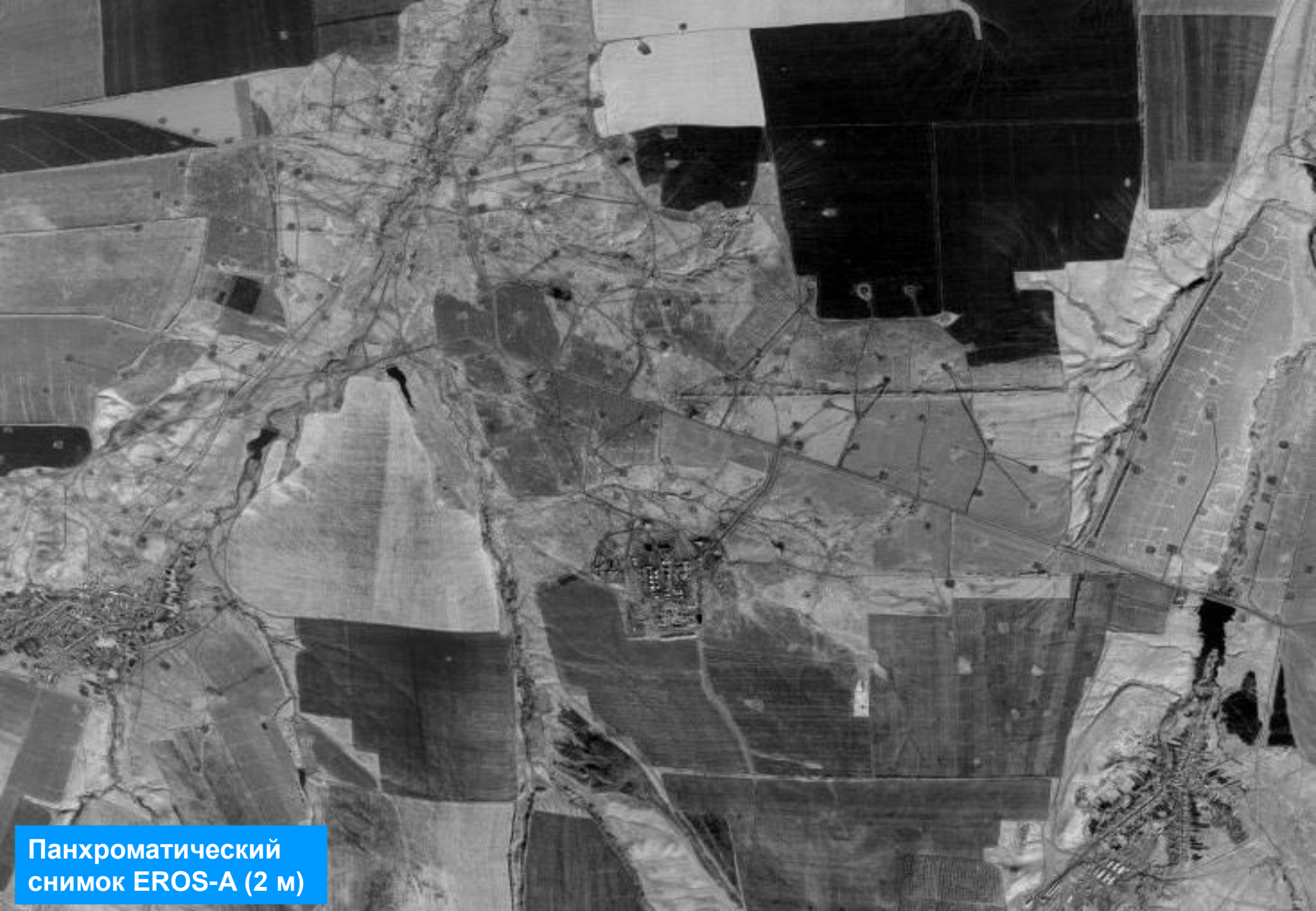




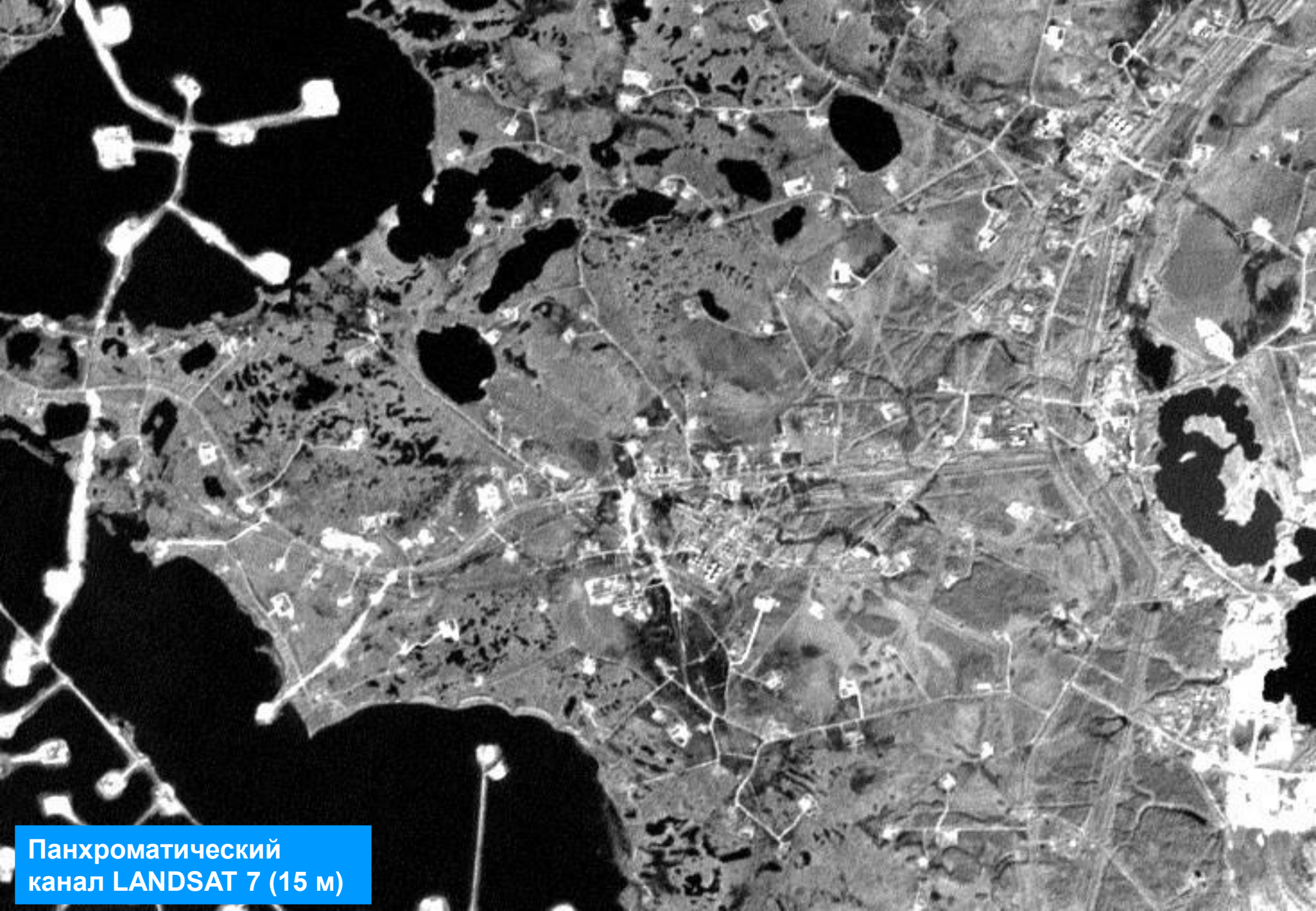
Панхроматический канал QuickBird (61 см)



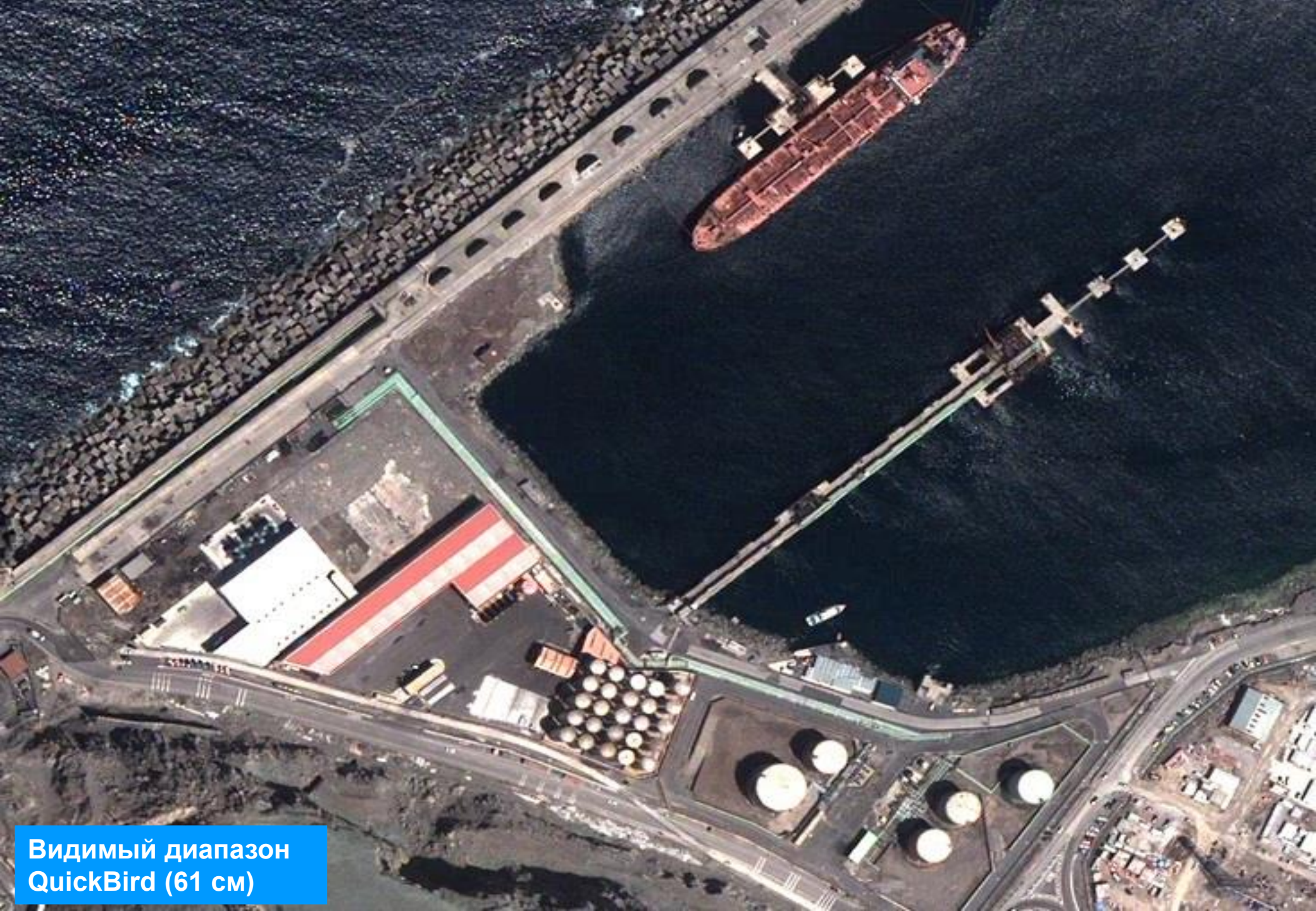
Панхроматический
снимок EROS-B (70 см)



Панхроматический
снимок EROS-A (2 м)



Панхроматический канал LANDSAT 7 (15 м)



Видимый диапазон
QuickBird (61 см)

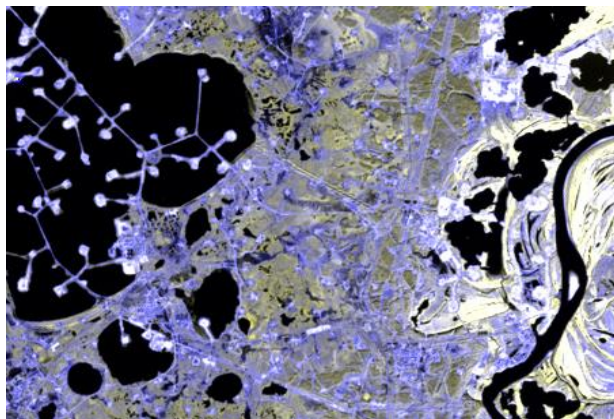


Видимый диапазон
МКС (10 м)

Спектральное разрешение и диапазоны (на примере Landsat)



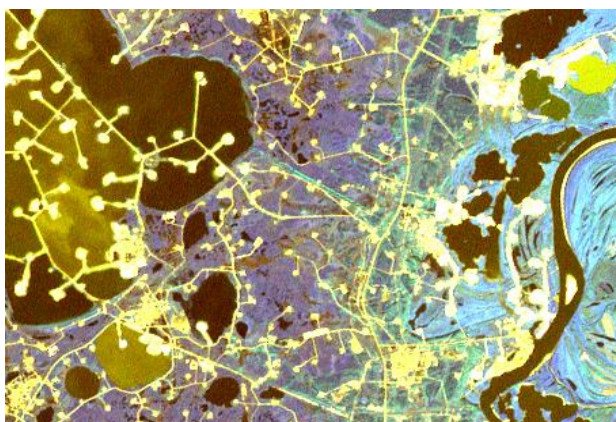
Синтез 3-2-1, псевдонатуральные цвета



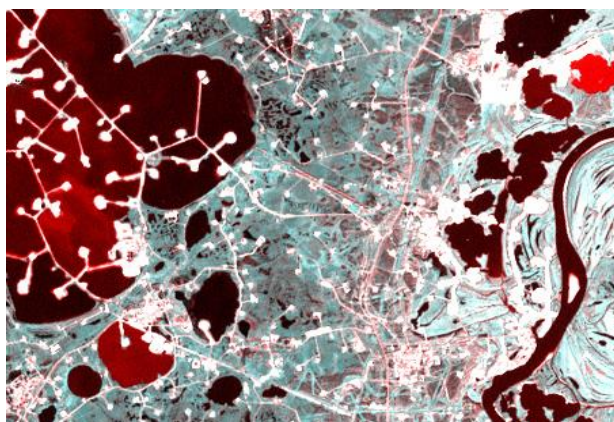
Синтез 4-5-7, водные объекты



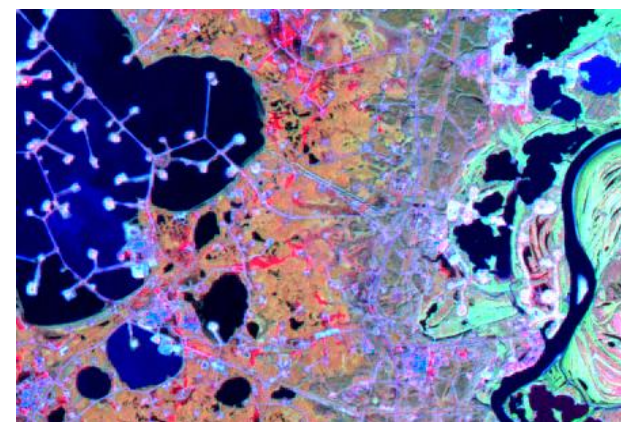
Синтез 5-4-3, типы растительности



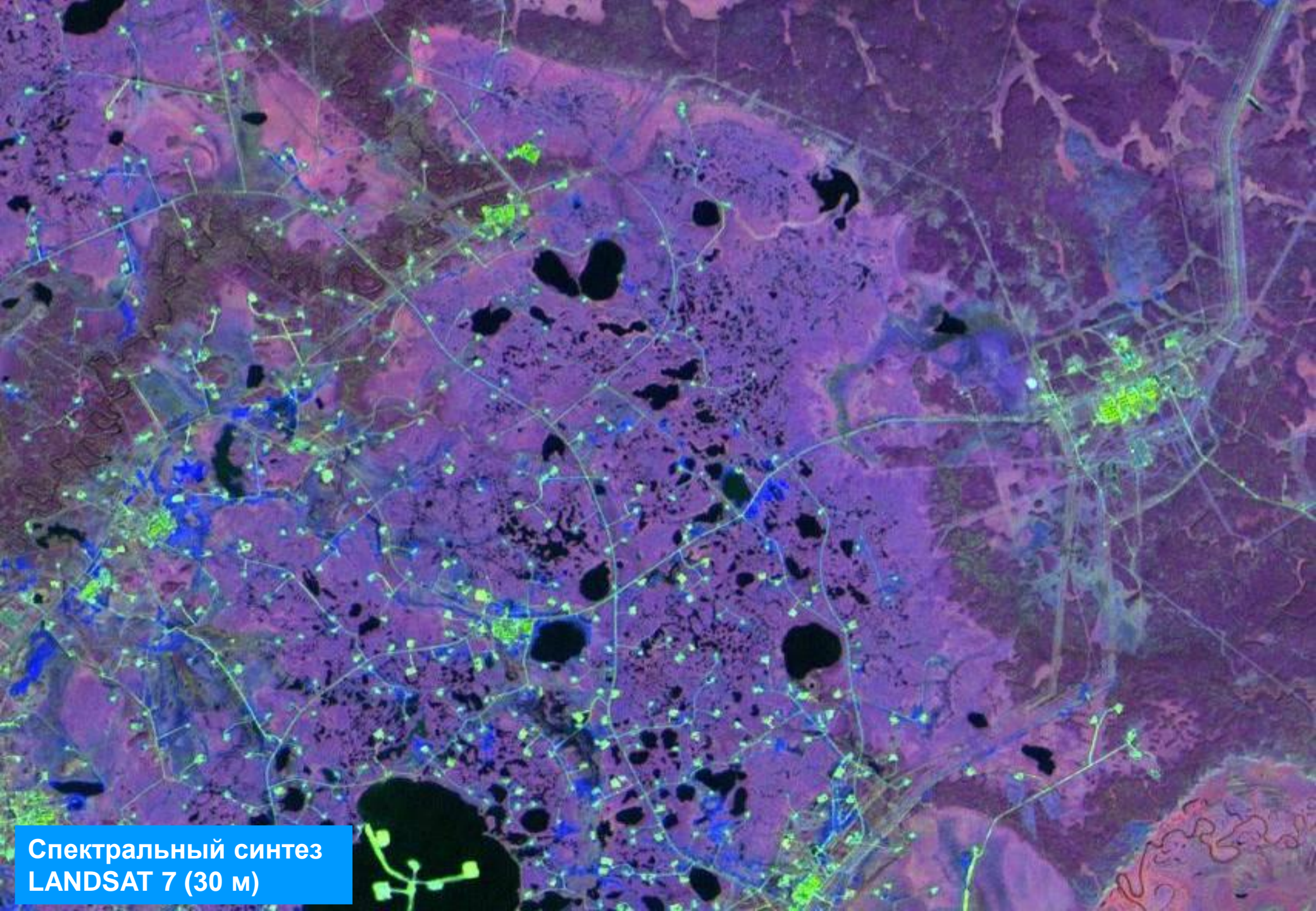
Синтез 1-3-4, инфраструктура.



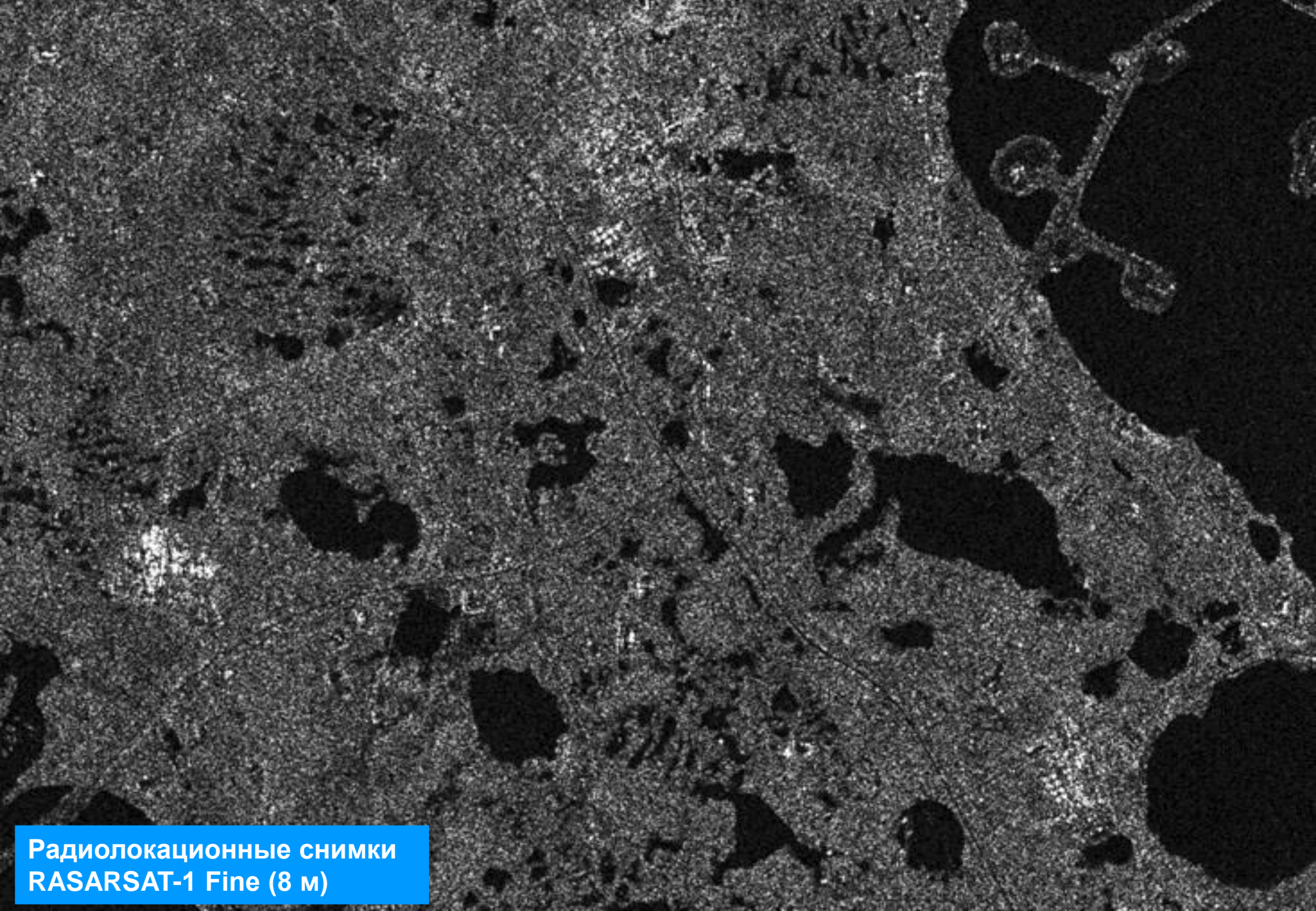
Синтез 2-5-5, замутнение водных объектов



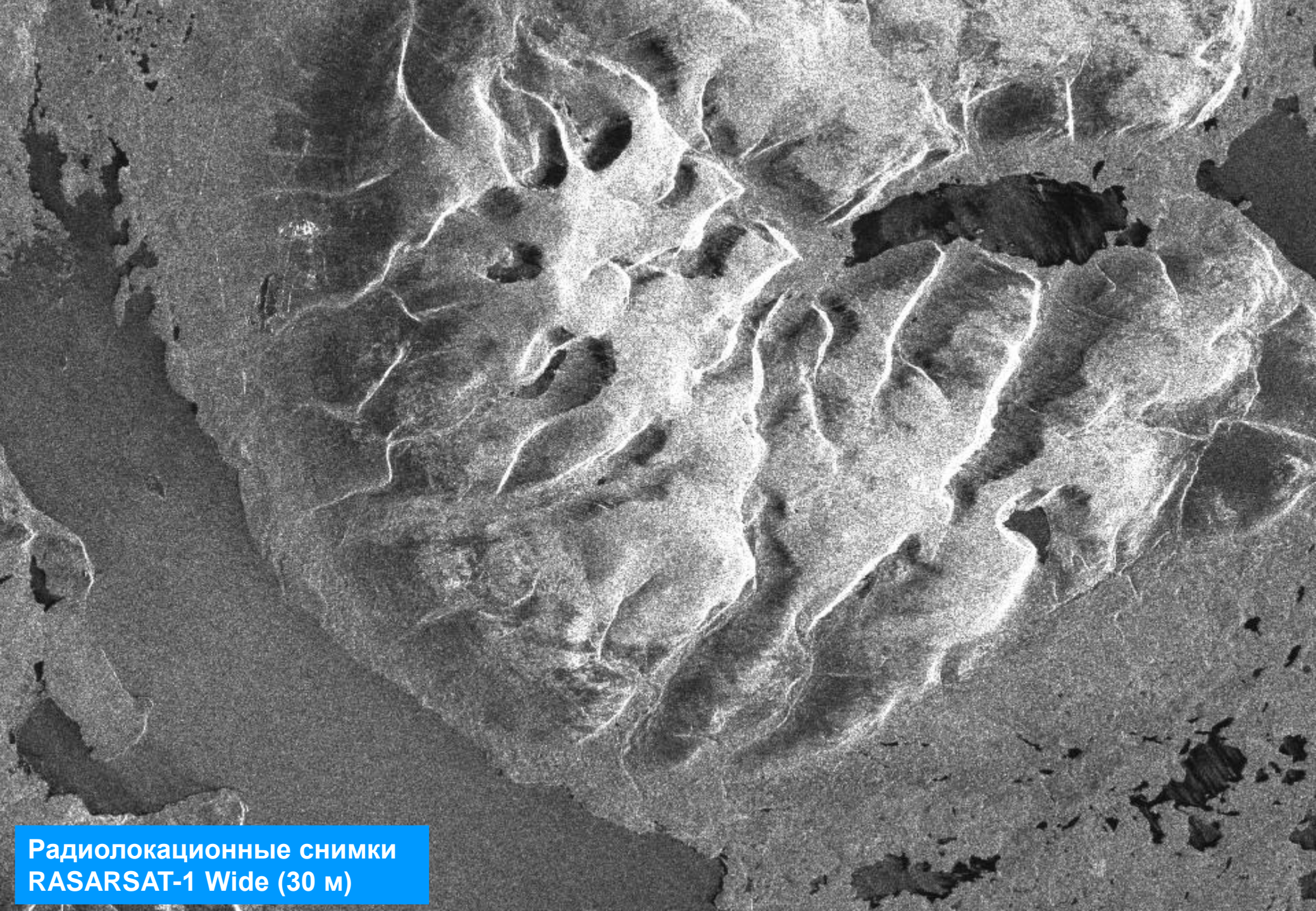
Синтез 6-4-2, ареалы загрязнения



Спектральный синтез
LANDSAT 7 (30 м)



Радиолокационные снимки
RASARSAT-1 Fine (8 м)



Радиолокационные снимки
RASARSAT-1 Wide (30 м)



Радиолокационные снимки
TerraSAR-X SpotLight (1 м)



Радиолокационные снимки
RASARSAT-2 (8 м) HH-VH-VV

Временное разрешение (периодичность съемки)

Съемочная аппаратура	Периодичность съемки (сут)
GeoEye-1	2-3
SPOT 6-7	ежедневно (в группировке)
Pléiades-1A/1B	ежедневно (в группировке)
WorldView-1,2,3,4	1-5
QuickBird	1-5
IKONOS	3
KOMPSAT-3	2-3
FORMOSAT-2	1

Временное разрешение (периодичность съемки)

Съемочная аппаратура	Периодичность съемки (сут)
LANDSAT	16
Terra MODIS	1-2
Terra ASTER	4-16
IRS 1C/1D LISS-3	24
IRS P5 PAN, P6	5
SPOT 2-5	26
EROS A1, B1	3

От чего зависит периодичность съемки:

- **Параметры орбиты** – периодичность возврата в одну и ту же точку над земной поверхностью;
- **Обзорность** – возможность съемки одной и той же точки с соседних витков;
- **Маневренность** – возможность изменения ориентации съемочной аппаратуры для съемки одной и той же точки;
- **Количество КА одного типа** – возможность получения съемки последовательно с разных КА;
- **Широта места съемки** (для радаров) – возможность более частой съемки территорий в высоких широтах;
- **Условия лицензии и загруженность спутника** – возможное снижение частоты съемки из-за ограничений на включение, перегрузки спутника, конфликта заказов.

Сезон (даты) съемки

Задача	Сезон
Детектирование нефтяного загрязнения на суше	Июль-сентябрь
Детектирование пылевого атмосферного загрязнения	Февраль - апрель
Детектирование аэрозольного атмосферного загрязнения	Июнь-август
Определение видового состава древостоя	Август-октябрь
Определение различных параметров пахотных земель	Апрель-май
Мониторинг эрозионных процессов	Май-июнь
Определение состояния сельскохозяйственных культур	Июнь-июль
Состояние снежного покрова	Ноябрь-февраль
Сход снега и прогноз паводковых наводнений	Февраль-апрель

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ: СЕЗОН И ДАТЫ СЪЕМКИ



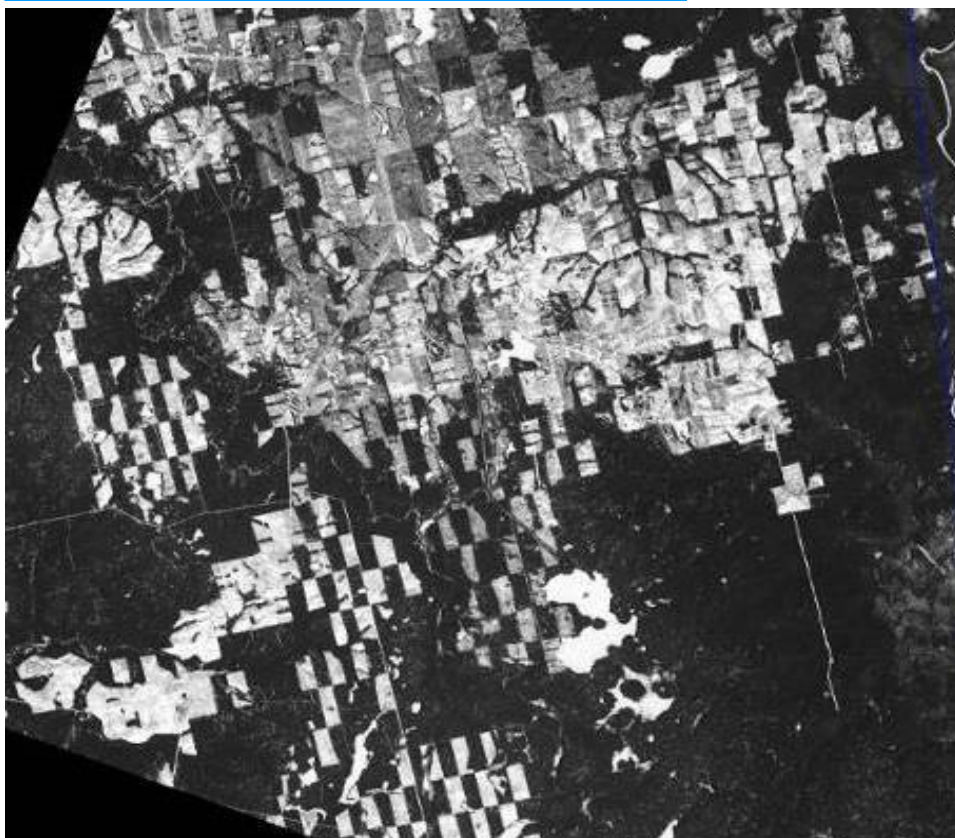
Граница Россия – Казахстан в районе г. Троицка Челябинской области

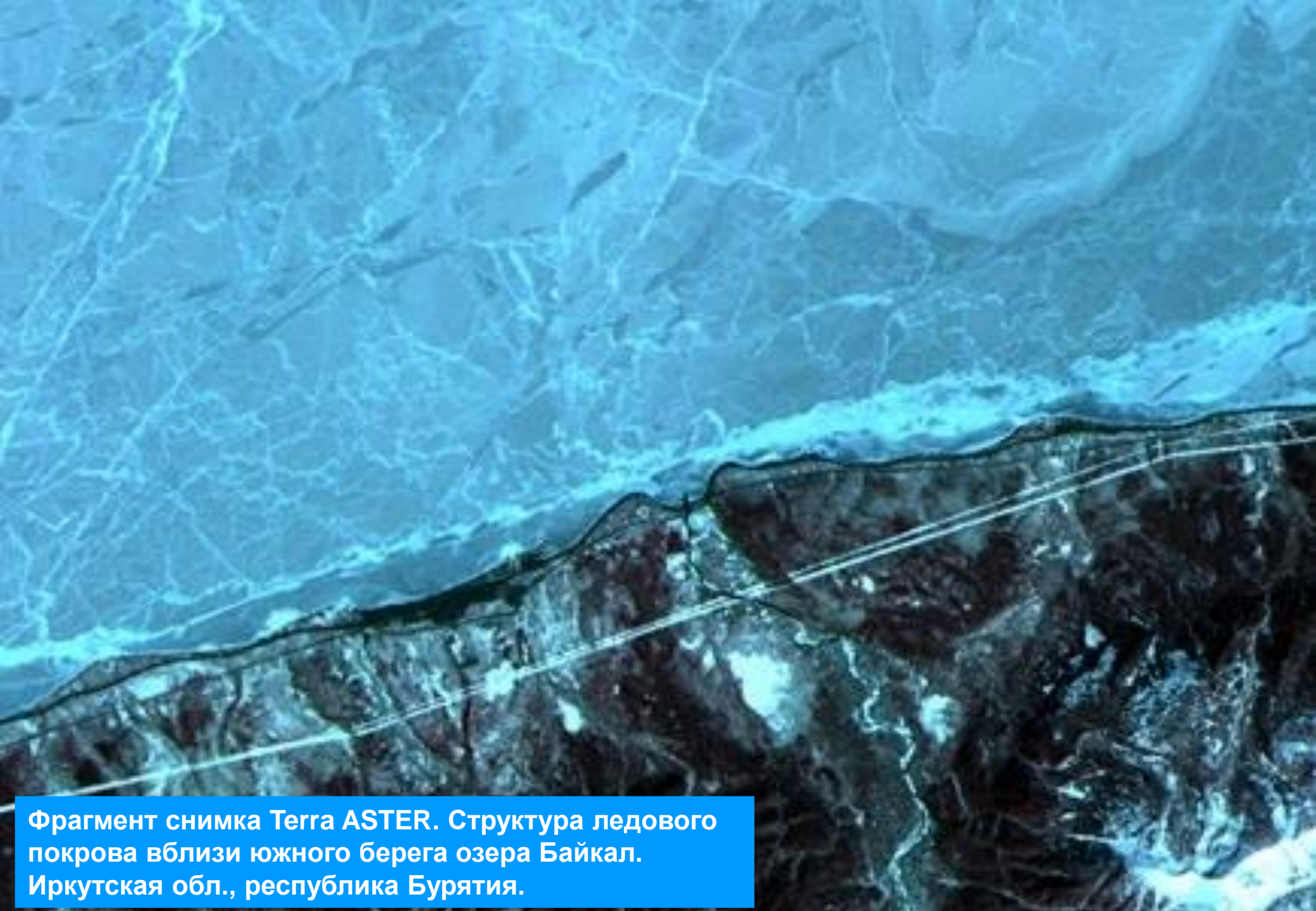
ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ: СЕЗОН И ДАТЫ СЪЕМКИ

Архангельская область, Пинежский р-н
Снимок LANDSAT 5, 21 августа 2011



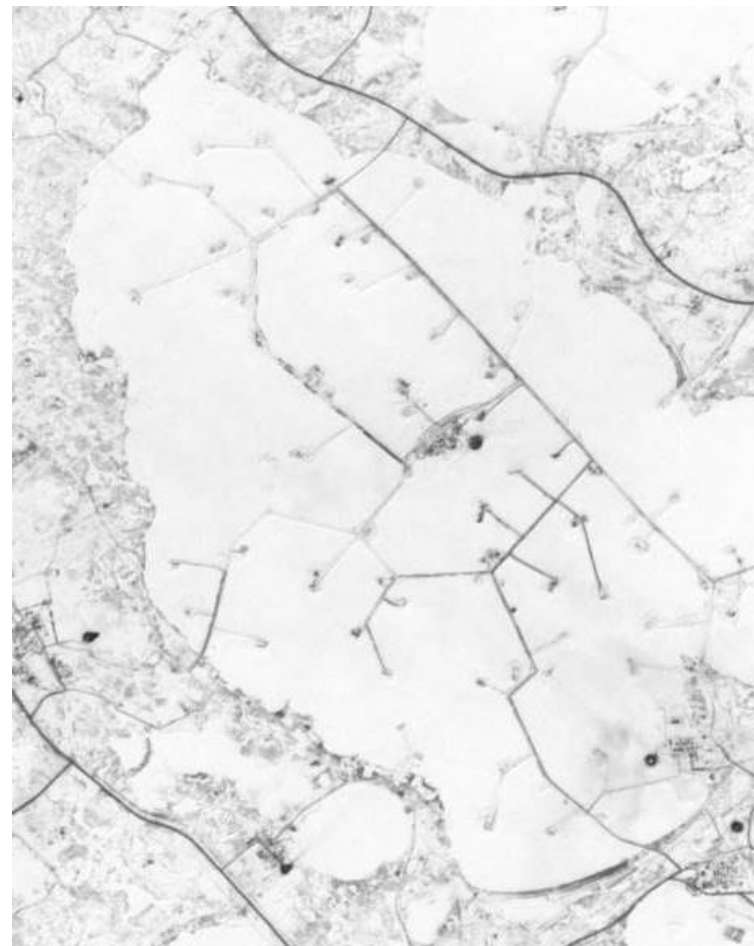
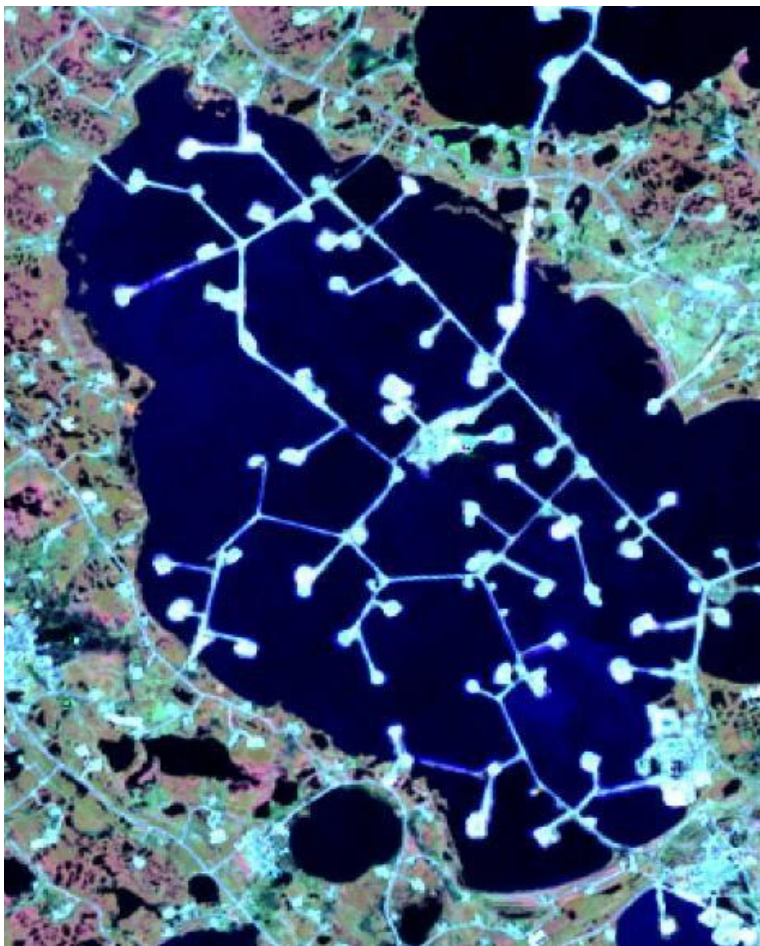
Архангельская область, Пинежский р-н
Снимок SPOT 5, 10 марта 2011





Фрагмент снимка Terra ASTER. Структура ледового покрова вблизи южного берега озера Байкал. Иркутская обл., республика Бурятия.

**Использование разносезонной съемки для оценки состояния
промышленных объектов. LANDSAT-7. Западная Сибирь**



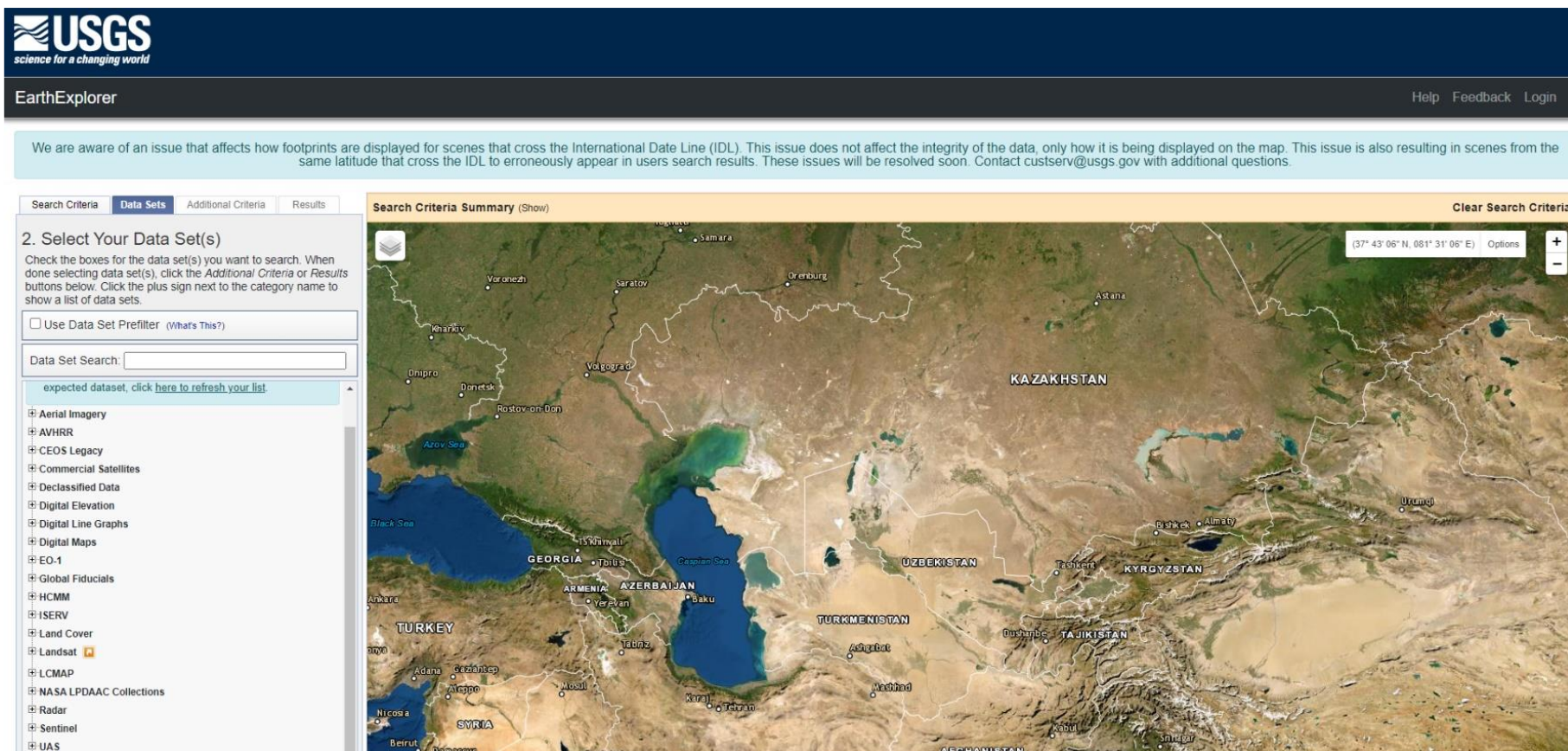


Геопорталы для доступа к данным дистанционного зондирования Земли

ООО ИТЦ «СКАНЭКС»
2021

EarthExplorer от USGS

<https://earthexplorer.usgs.gov/>



USGS
science for a changing world

EarthExplorer Help Feedback Login

We are aware of an issue that affects how footprints are displayed for scenes that cross the International Date Line (IDL). This issue does not affect the integrity of the data, only how it is being displayed on the map. This issue is also resulting in scenes from the same latitude that cross the IDL to erroneously appear in users search results. These issues will be resolved soon. Contact custserv@usgs.gov with additional questions.

Search Criteria **Data Sets** Additional Criteria Results

2. Select Your Data Set(s)
Check the boxes for the data set(s) you want to search. When done selecting data set(s), click the *Additional Criteria* or *Results* buttons below. Click the plus sign next to the category name to show a list of data sets.

Use Data Set Prefilter (What's This?)

Data Set Search:

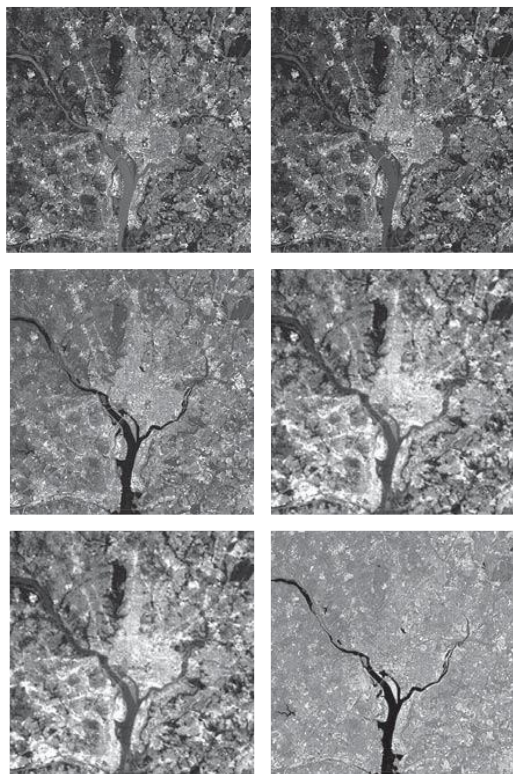
expected dataset, click [here to refresh your list](#)

- Aerial Imagery
- AVHRR
- CEOS Legacy
- Commercial Satellites
- Declassified Data
- Digital Elevation
- Digital Line Graphs
- Digital Maps
- EO-1
- Global Fiducials
- HCMM
- ISERV
- Land Cover
- Landsat
- LCMAP
- NASA LPDAAC Collections
- Radar
- Sentinel
- UAS

Search Criteria Summary (Show) Clear Search Criteria

37° 43' 06" N, 081° 31' 06" E Options + -

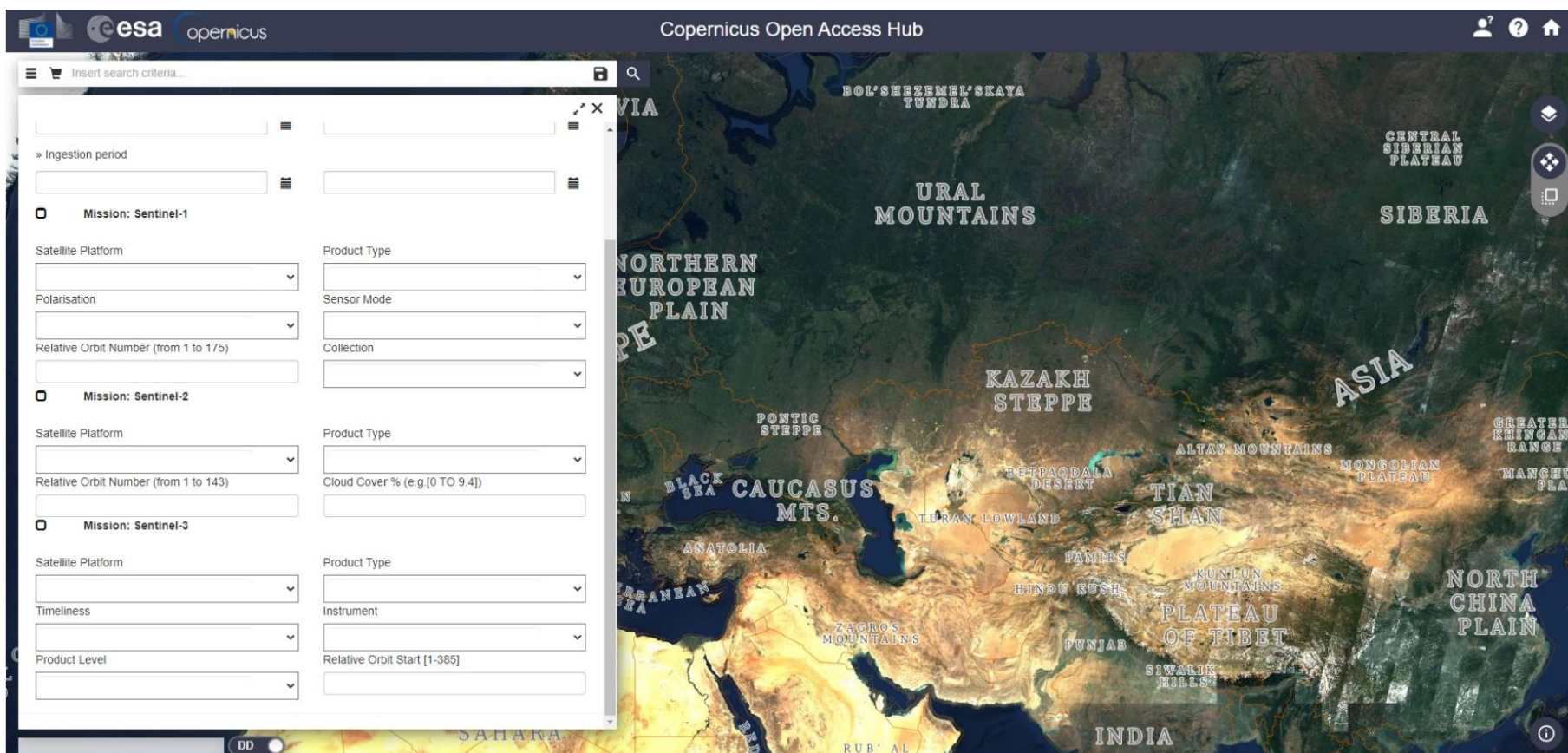
Основные свойства открытых данных спутниковой съемки Landsat-8



Канал	Длина волны	Разрешение
Band 1 - Coastal / Aerosol	0.433 – 0.453 μm	30 m
Band 2 - Blue	0.450 – 0.515 μm	30 m
Band 3 - Green	0.525 – 0.600 μm	30 m
Band 4 - Red	0.630 – 0.680 μm	30 m
Band 5 - Near Infrared	0.845 – 0.885 μm	30 m
Band 6 - Short Wavelength Infrared	1.560 – 1.660 μm	30 m
Band 7 - Short Wavelength Infrared	2.100 – 2.300 μm	30 m
Band 8 - Panchromatic	0.500 – 0.680 μm	15 m
Band 9 - Cirrus	1.360 – 1.390 μm	30 m
Band 10 - Long Wavelength Infrared	10.30 – 11.30 μm	100 m
Band 11 - Long Wavelength Infrared	11.50 – 12.50 μm	100 m

Copernicus Open Access Hub

<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>



The screenshot displays the Copernicus Open Access Hub interface. On the left, there is a search and filter panel with the following sections:

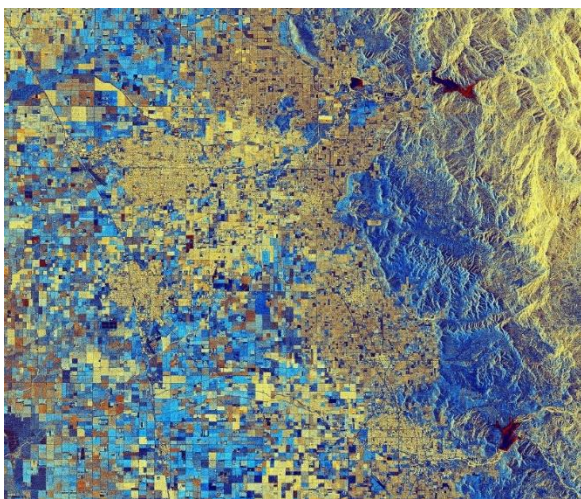
- Search:** A search bar with the placeholder text "Insert search criteria...".
- Ingestion period:** Two input fields for date selection.
- Mission: Sentinel-1:** Includes dropdowns for "Satellite Platform", "Polarisation", "Relative Orbit Number (from 1 to 175)", "Product Type", "Sensor Mode", and "Collection".
- Mission: Sentinel-2:** Includes dropdowns for "Satellite Platform", "Relative Orbit Number (from 1 to 143)", "Product Type", and "Cloud Cover % (e.g [0 TO 9.4])".
- Mission: Sentinel-3:** Includes dropdowns for "Satellite Platform", "Timeliness", "Product Level", "Product Type", "Instrument", and "Relative Orbit Start [1-385]".

The main area on the right shows a satellite imagery map of Eurasia with various geographical features labeled, including the Ural Mountains, Kazakh Steppe, Caucasus Mts., and Plateau of Tibet. The map is titled "Copernicus Open Access Hub" at the top.

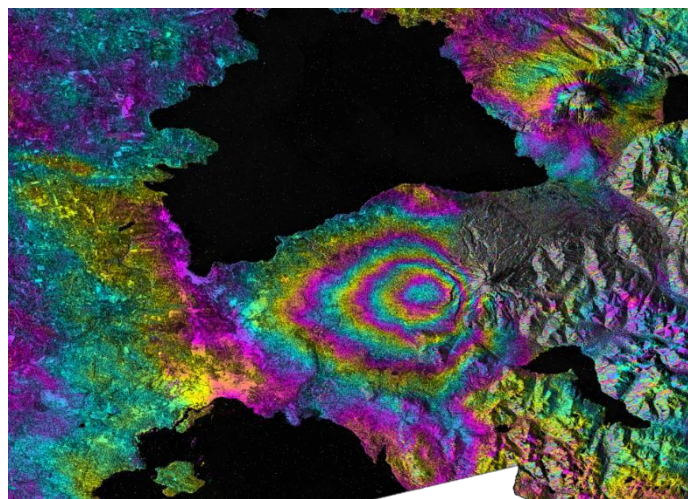
Основные свойства открытых данных спутниковой съемки Sentinel-2

Канал	Длина волны (центр)	Разрешение
Band 1 – Coastal aerosol	442.7 μm	60 m
Band 2 – Blue	492.4 μm	10 m
Band 3 – Green	559.8 μm	10 m
Band 4 – Red	664.6 μm	10 m
Band 5 – Vegetation red edge	704.1 μm	20 m
Band 6 – Vegetation red edge	740.5 μm	20 m
Band 7 – Vegetation red edge	782.8 μm	20 m
Band 8 – Near Infrared	832.8 μm	10 m
Band 8A – Narrow Near Infrared	864.7 μm	20 m
Band 9 – Water vapour	945.1 μm	60 m
Band 10 – Cirrus	1373.5 μm	60 m
Band 11 – Short Wavelength Infrared	1613.7 μm	20 m
Band 12 – Short Wavelength Infrared	2202.4 μm	20 m

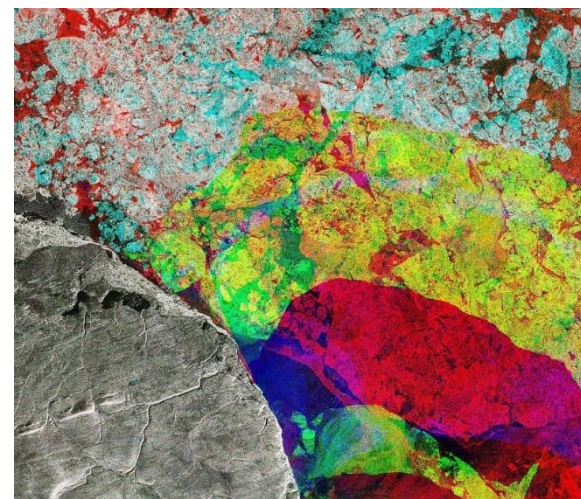
Открытые данные радиолокационной спутниковой съемки Sentinel-1



Пример композита данных разной
поляризации



Пример интерферометрической обработки данных
для демонстрации смещения



Мультивременной композит данных

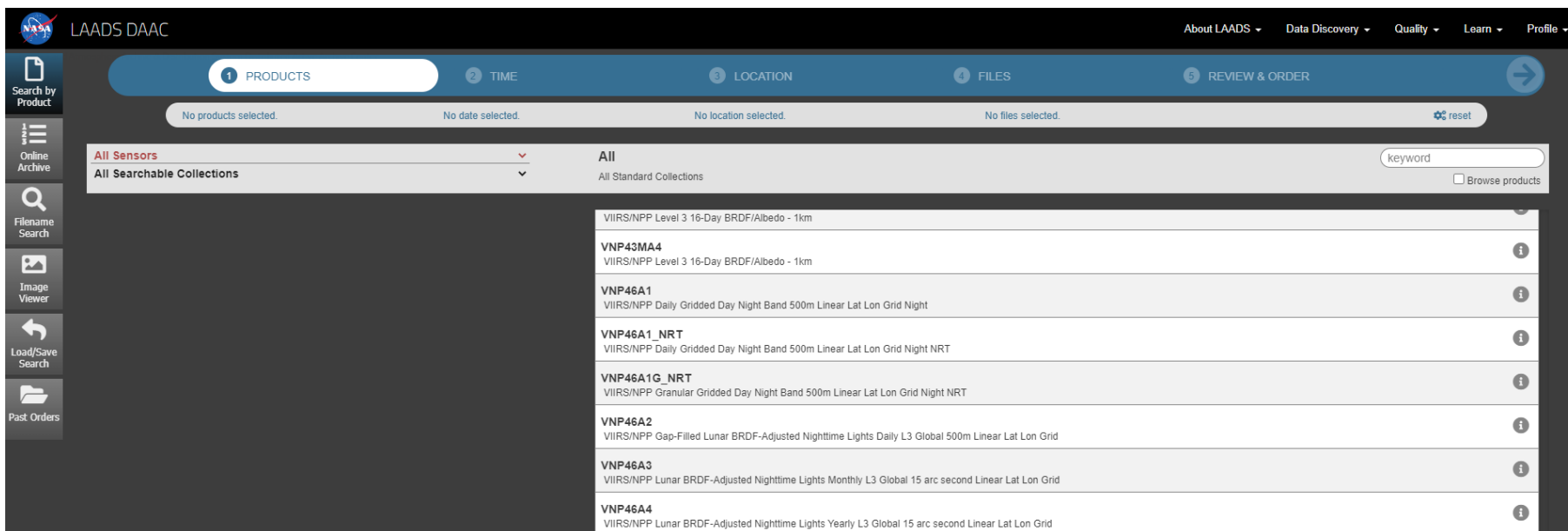
Загрузка данных MODIS: LAADS DAAC

Ссылка на описание продуктов MODIS:

<https://gis-lab.info/qa/modislandprod.html>

Ссылка на данные, структурированные по индексу продукта:

<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/>



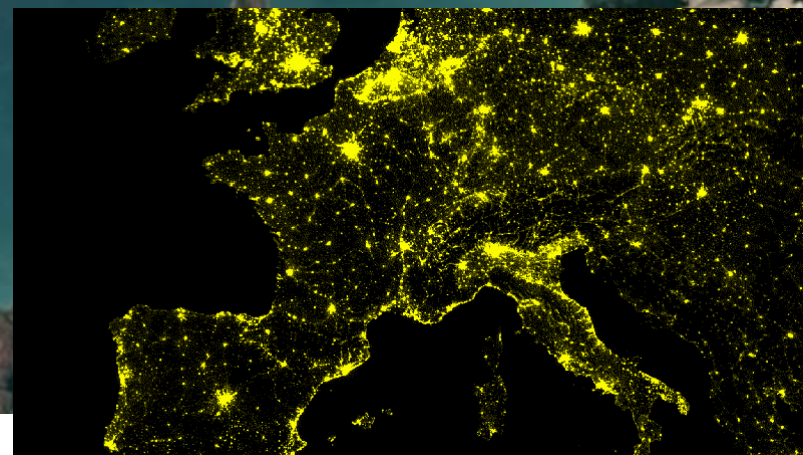
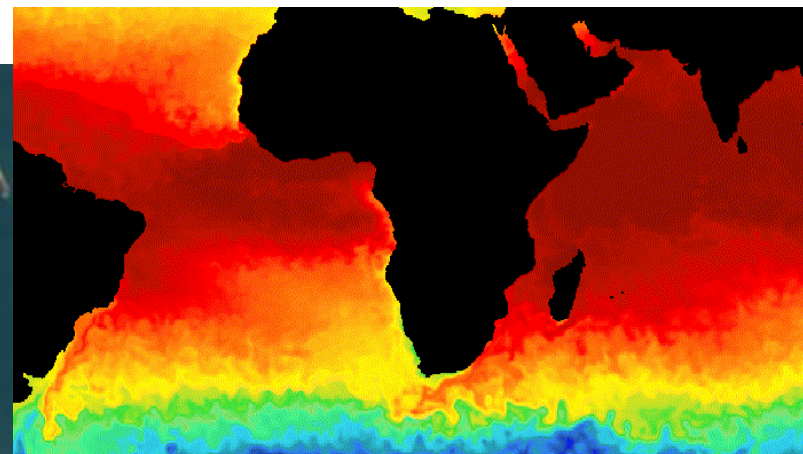
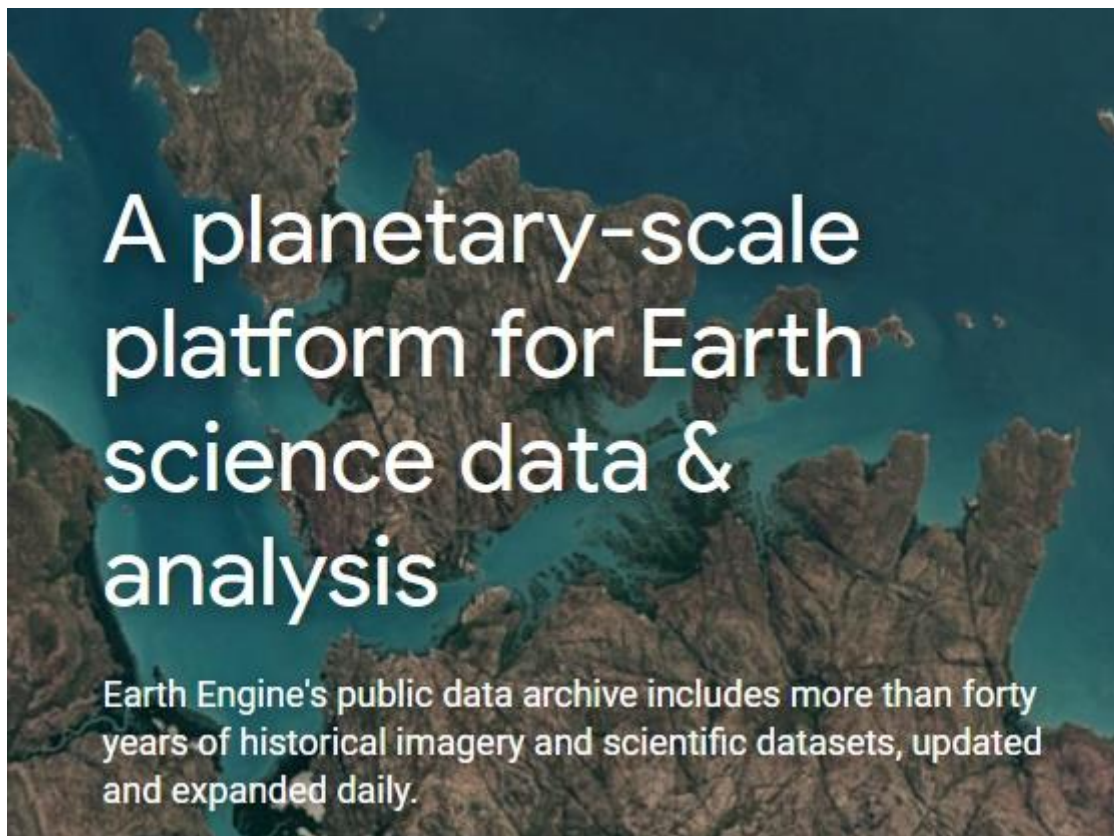
The screenshot shows the LAADS DAAC search interface. The top navigation bar includes links for 'About LAADS', 'Data Discovery', 'Quality', 'Learn', and 'Profile'. Below this is a search progress bar with five steps: 1. PRODUCTS, 2. TIME, 3. LOCATION, 4. FILES, and 5. REVIEW & ORDER. The current step is 'PRODUCTS', which shows 'No products selected.' and a 'reset' button. The main content area is divided into two columns. The left column has dropdown menus for 'All Sensors' and 'All Searchable Collections'. The right column has a search bar with the text 'keyword' and a 'Browse products' checkbox. Below these are several product entries, each with a name and a description, and an information icon (i) to the right. The entries are:

Product Name	Description
VIIRS/NPP Level 3 16-Day BRDF/Albedo - 1km	
VNP43MA4	VIIRS/NPP Level 3 16-Day BRDF/Albedo - 1km
VNP46A1	VIIRS/NPP Daily Gridded Day Night Band 500m Linear Lat Lon Grid Night
VNP46A1_NRT	VIIRS/NPP Daily Gridded Day Night Band 500m Linear Lat Lon Grid Night NRT
VNP46A1G_NRT	VIIRS/NPP Granular Gridded Day Night Band 500m Linear Lat Lon Grid Night NRT
VNP46A2	VIIRS/NPP Gap-Filled Lunar BRDF-Adjusted Nighttime Lights Daily L3 Global 500m Linear Lat Lon Grid
VNP46A3	VIIRS/NPP Lunar BRDF-Adjusted Nighttime Lights Monthly L3 Global 15 arc second Linear Lat Lon Grid
VNP46A4	VIIRS/NPP Lunar BRDF-Adjusted Nighttime Lights Yearly L3 Global 15 arc second Linear Lat Lon Grid

Основные свойства открытых данных спутниковой съемки MODIS

Группа каналов	Номер канала	Длина волны, мкм	Объект (предмет) исследования
Разрешение 250 м			
А	1	0.620-0.670	Контуры облаков и земных объектов
	2	0.841-0.876	
Разрешение 500 м			
Б	3	0.459-0.479	Свойства облаков и земных объектов
	4	0.545-0.565	
	5	1.230-1.250	
	6	1.628-1.652	
	7	2.105-2.155	
Разрешение 1000 м			
В	8	0.405-0.420	Цвет, фитопланктон и биогеохимия океана
	9	0.438-0.448	
	10	0.483-0.493	
	11	0.526-0.536	
	12	0.546-0.556	
	11	0.526-0.536	
	12	0.546-0.556	
	13	0.662-0.672	
	14	0.673-0.683	
	15	0.743-0.753	
Г	16	0.862-0.877	Водяной пар
	17	0.890-0.920	
	18	0.931-0.941	
Е	19	0.915-0.965	Температура облаков и поверхности Земли
	20	3.660-3.840	
	21	3.929-3.989	
	22	3.929-3.989	
Ж	23	4.020-4.080	Температура воздуха
	24	4.433-4.498	
Д	25	4.482-4.549	Перистые облака, водяной пар
	26	1.360-1.390	
З	27	6.535-6.895	Свойства облаков
	28	7.175-7.475	
	29	8.400-8.700	
И	30	9.580-9.880	Озоновый слой
	31	10.780-11.280	
К	32	11.770-12.270	Температура облаков и поверхности Земли
	33	13.185-13.485	
Л	34	13.485-13.785	Высота верхней границы облаков
	35	13.785-14.085	
	36	14.085-14.385	

Платформа Google Earth Engine



Платформа Google Earth Engine

Ссылка на Google Earth Engine Explorer:

<https://explorer.earthengine.google.com>

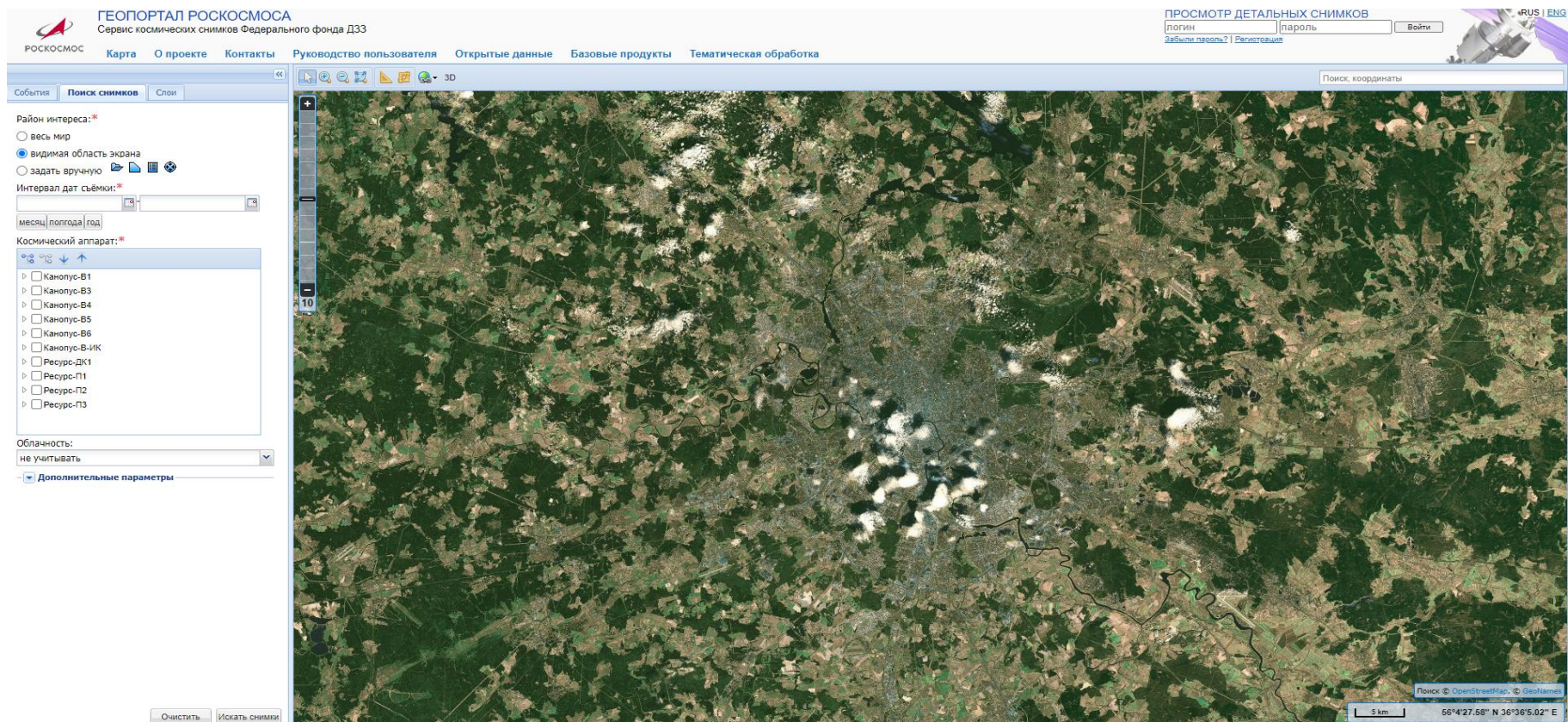
Ссылка на Google Earth Engine Code Editor:

<https://code.earthengine.google.com>

Для полноценного доступа необходимо войти как пользователь Google Account и пройти предлагаемую авторизацию для Google Earth Engine Code Editor

Геопортал Государственной корпорации по космической деятельности (Геопортал Роскосмоса)

<https://gptl.ru/>



The screenshot displays the Geoportal Roscosmos interface. At the top, the logo for Roscosmos and the text "ГЕОПОРТАЛ РОСКОСМОСА" are visible, along with the subtitle "Сервис космических снимков Федерального фонда Д33". Navigation links include "Карта", "О проекте", "Контакты", "Руководство пользователя", "Открытые данные", "Базовые продукты", and "Тематическая обработка". On the right, there are links for "ПРОСМОТР ДЕТАЛЬНЫХ СНИМКОВ", a login field, and a "Войти" button. The main content area features a satellite map of a forested region. On the left, a sidebar contains search and filter options: "Район интереса" (with radio buttons for "весь мир", "видимая область экрана", and "задать вручную"), "Интервал дат съёмки" (with a date range selector), "Космический аппарат" (with a list of satellite names and checkboxes), and "Облачность" (with a dropdown menu set to "не учитывать"). At the bottom of the sidebar, there are "Очистить" and "Искать снимки" buttons. The map itself shows a dense forest with some cleared areas and a river. A scale bar and coordinates (56°42'58" N 36°36'5.02" E) are visible in the bottom right corner of the map area.

Пример Геопортала для поиска и заказа коммерческих данных

<https://search.kosmosnimki.ru/>



Спасибо за внимание!
Приглашаем к сотрудничеству!

142784, Москва, Киевское шоссе, стр. 1,
БИЗНЕС-ПАРК «Румянцево», корп. А, 8 подъезд, офис 732

Тел.: +7-495-739 73 85

www.scanex.ru

info@scanex.ru

