

Дистанционное зондирование Земли при эколого- геологических исследованиях

4. Системы съемки спутников типа Landsat

Содержание

4.1. История миссии

4.2. Технологии

Multispectral Scanner. Thematic Mapper. OLI. TIRS

4.3. Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+

Воронеж. Ковдор

История

- Программа Landsat — наиболее продолжительный проект по получению спутниковых фотоснимков планеты Земля.
- Первый из спутников в рамках программы был запущен в 1972; последний, на настоящий момент, Landsat 7 — 15 апреля 1999.
- Оборудование, установленное на спутниках Landsat сделала миллиарды снимков. Снимки, полученные в США и на станциях получения данных со спутников по всему миру, являются уникальным ресурсом для проведения множества научных исследований в области сельского хозяйства, картографии, геологии, лесоводства, разведки, образования и национальной безопасности.
- В момент создания в 1966 году программа называлась Earth Resources Observation Satellites (Спутники наблюдения за ресурсами Земли), но в 1975 программу переименовали.

Поколения

Four Decades of Earth Imaging

Avalanche (Peru)

1973 – Landsat 1



St. Louis Flood (Missouri)

1993 – Landsat 5



Camarillo Fire (California)

2013 – Landsat 8



1980 – Landsat 2



2005 – Landsat 7



Mount St. Helens (Washington)

Hurricane Katrina aftermath (New Orleans)

LANDSAT 1
1972

LANDSAT 2
1975

LANDSAT 3
1978

LANDSAT 4

LANDSAT 5

LANDSAT 7

Landsat 8

2013

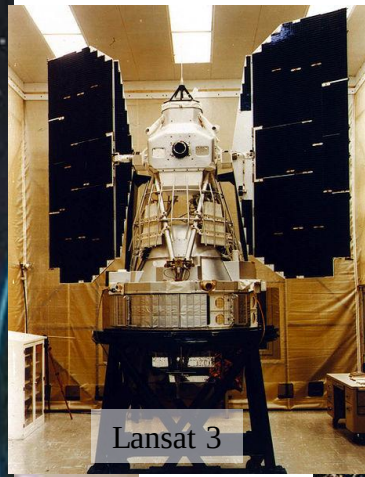
1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020



Lansat 1



Lansat 2



Lansat 3



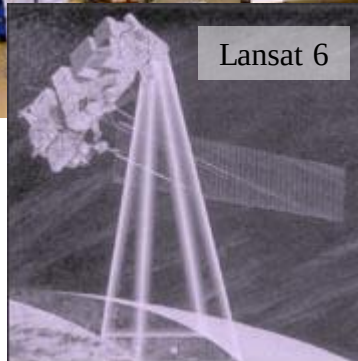
Lansat 5



Lansat 4



Lansat 8



Lansat 6

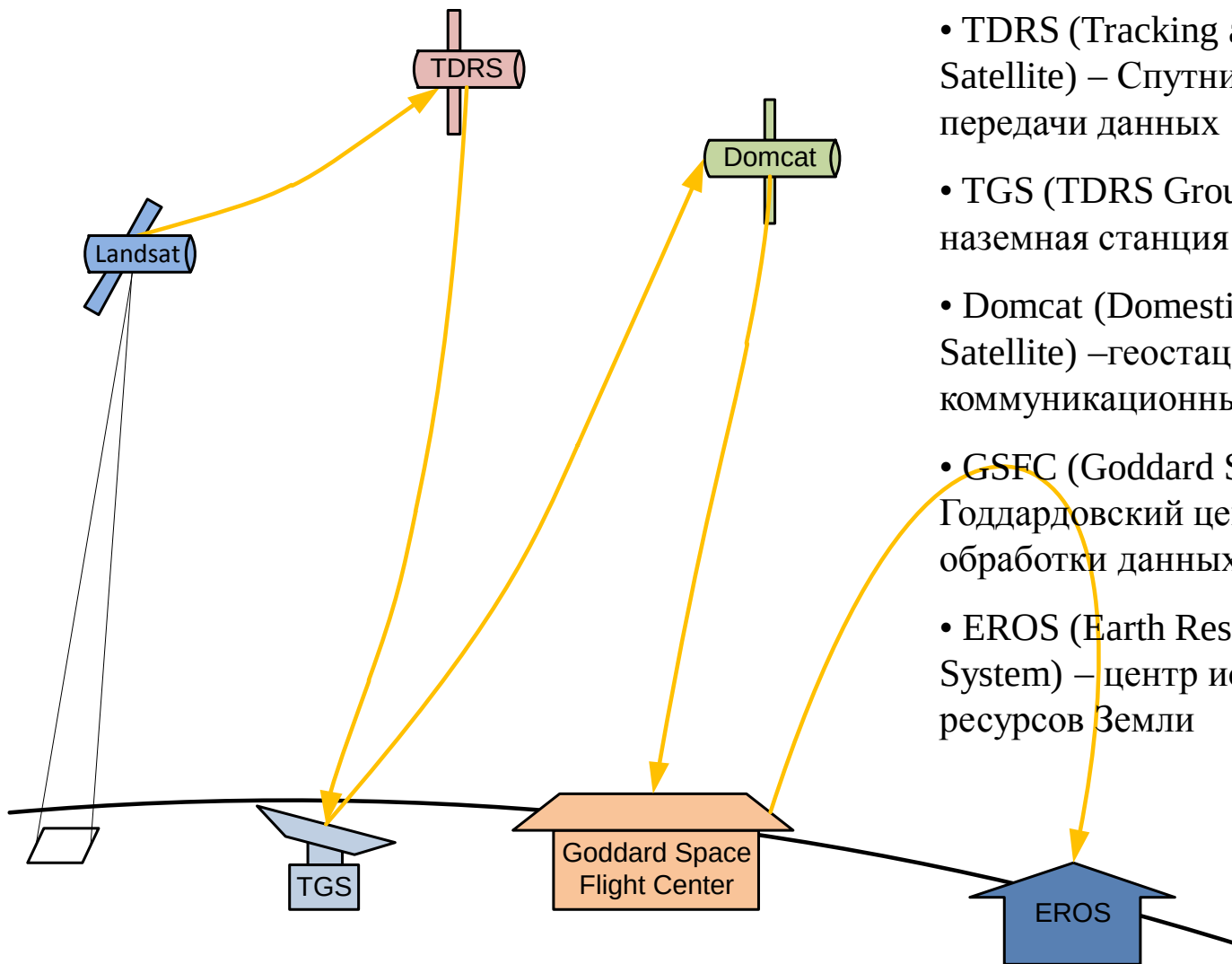


Lansat 7

Технология

- Съемочные системы спутников этой серии основаны на использовании сканирующих устройств. Это мультиспектральный сканер Multispectral Scanner (MSS) и тематический картограф Thematic Mapper (TM).
- Оптико-механические сканеры системы MSS начали использоваться с первых полетов ИСЗ Landsat – Landsat 1 и, по мере совершенствования, используются сейчас при полетах спутников второго («оперативного») поколения – Landsat 4 и Landsat 5. Тематический картограф Thematic Mapper (TM) впервые был установлен на ИСЗ Landsat 4.
- Снимки высокого разрешения с ресурсных спутников имеют небольшой охват. Повторяемость съемки с солнечно-синхронных орбит, используемых для таких ИСЗ, обеспечивается через 16-18 сут. Поэтому для сокращения периода повторения съемки использовалась съемка с двух одновременно работавших спутников «Landsat-1» и «Landsat-2».
- Орбита этих спутников солнечно-синхронная, имеет наклон к плоскости экватора (наклонение) $98,2^\circ$, при высоте 705 км (первые три спутника этой серии имели высоту 917 км). При таких параметрах орбиты возможна съемка территорий от 82° северной широты до 82° южной широты. Повторяемость съемки составляет 16 дней.

Передача данных



- TDRS (Tracking and Data Relay Satellite) – Спутник отслеживания и передачи данных
- TGS (TDRS Ground Station) – наземная станция
- Domcat (Domestic Communication Satellite) – геостационарный коммуникационный спутник
- GSFC (Goddard Space Flight Center) – Годдардовский центр приема и обработки данных
- EROS (Earth Resource Observation System) – центр исследования ресурсов Земли

Multispectral Scanner

- Multispectral Scanner (MSS) сканирует Землю вертикально, строго в надир, поперек направления полета спутника. На поверхности Земли захватывается полоса шириной 185 км. Съёмка проводится в четырех спектральных зонах, мкм:
 1. 0,50-0,60 (зеленый);
 2. 0,60- 0,70 (красный);
 3. 0,70-0,80 (ближний инфракрасный);
 4. 0,80-1,10 (ближний инфракрасный).
- Разрешение на местности при этом составляет 80 м для оптического диапазона и 240 м для теплового, масштаб изображения (приведенный) – 1:400 000.

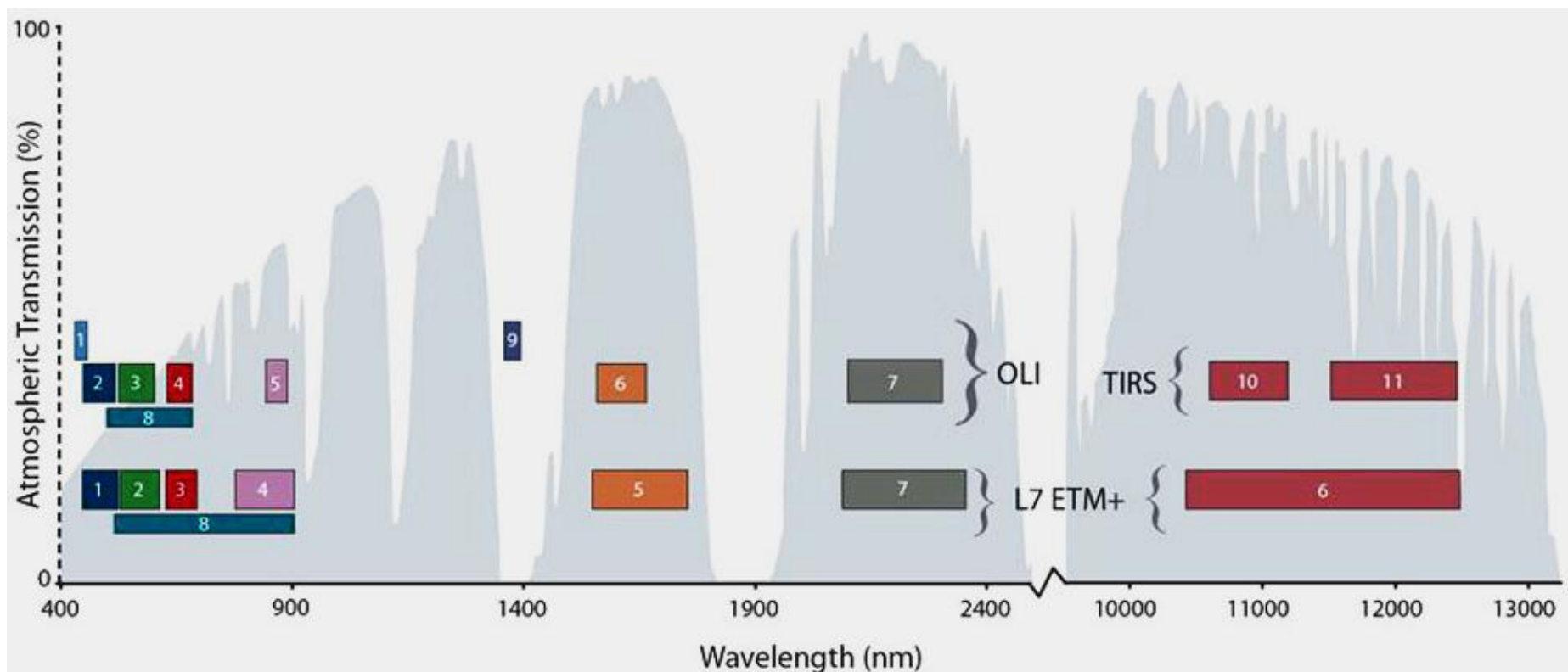
Thematic Mapper

- Thematic Mapper (TM) сканирует Землю также при вертикальном направлении оптической оси, с такой же, как у MSS, шириной захвата на местности (185 км), в семи спектральных зонах, мкм:
 1. 0,45-0,52 (синий);
 2. 0,52- 0,60 (зеленый);
 3. 0,63-0,69 (красный);
 4. 0,76-0,90 (ближний инфракрасный);
 5. 1,55-1,75 (инфракрасный);
 6. 2,08-2,35 (инфракрасный);
 7. 10,4-12,4 (тепловой).
- Разрешение на местности при этом составляет 30 м для первых пяти и седьмого каналов и 120 м для шестого. Масштаб изображения (приведенный) – 1:150000 (для шестого канала – 1:600).

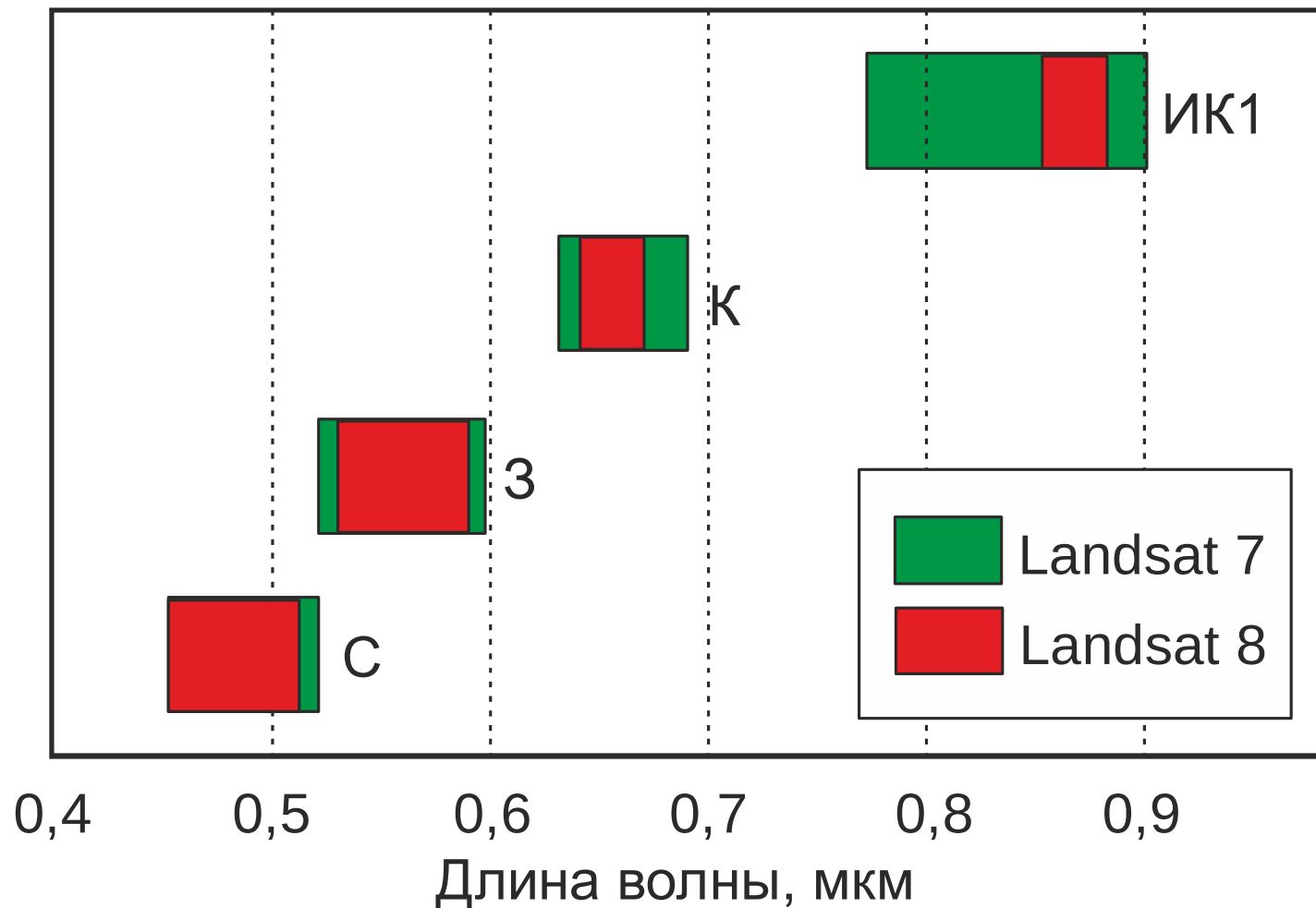
Landsat 8

- Начиная с ноября 2012 года начал работать спутник Landsat 8. По территории России материалы с него начали поступать с марта 2013 года
- На Landsat 8 установлены 2 инструмента:
 - Operational Land Imager (OLI) – оперативный картограф Земли
 - Thermal Infrared Sensor (TIRS) – Тепловой ИК-сенсор
- Спектральные зоны сенсора OLI довольно близки к сенсору ETM+ (Landsat 7). Кроме имевшихся ранее, также добавлены 2 новые зоны:
 - Глубокий синий (канал 1), разработанный для исследования водных ресурсов и прибрежной зоны.
 - Инфракрасный канал, лежащий на границе диапазонов NIR и SWIR (канал 9) для исследования перистых облаков
- Также добавлен канал обеспечения качества (Quality Assurance), содержащий сведения о присутствии таких объектов как облака, вода и снег.
- Инструмент TIRS (каналы 10 и 11) покрывает с разделением на два канала диапазон, соответствующий тепловому каналу 6 сенсора ETM
- Для повышения качества материалов была увеличена разрядность данных с 8 до 12 бит на пиксель
- Всё это привело к увеличению объёма одной сцены с 200 до 800 Мб

Сравнение полос пропускания инструментов Landsat 8: OLI и TIRS с сенсором Landsat 7 ETM+



Сравнение характеристик спектральных каналов сенсоров Landsat 7 и Landsat 8



Границы каналов Landsat 8

Каналы	Длина волны (мкм)	Разрешение (м)
Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+

Воронеж

3-2-1 «Естественные цвета» (К-3-С)



4-3-2 «Искусственные цвета» (ИК₁-К-3)



Здоровые
хвойные
деревья

Редколесье

7-4-2 (МКВ-ИК₁-3)



Сухостой

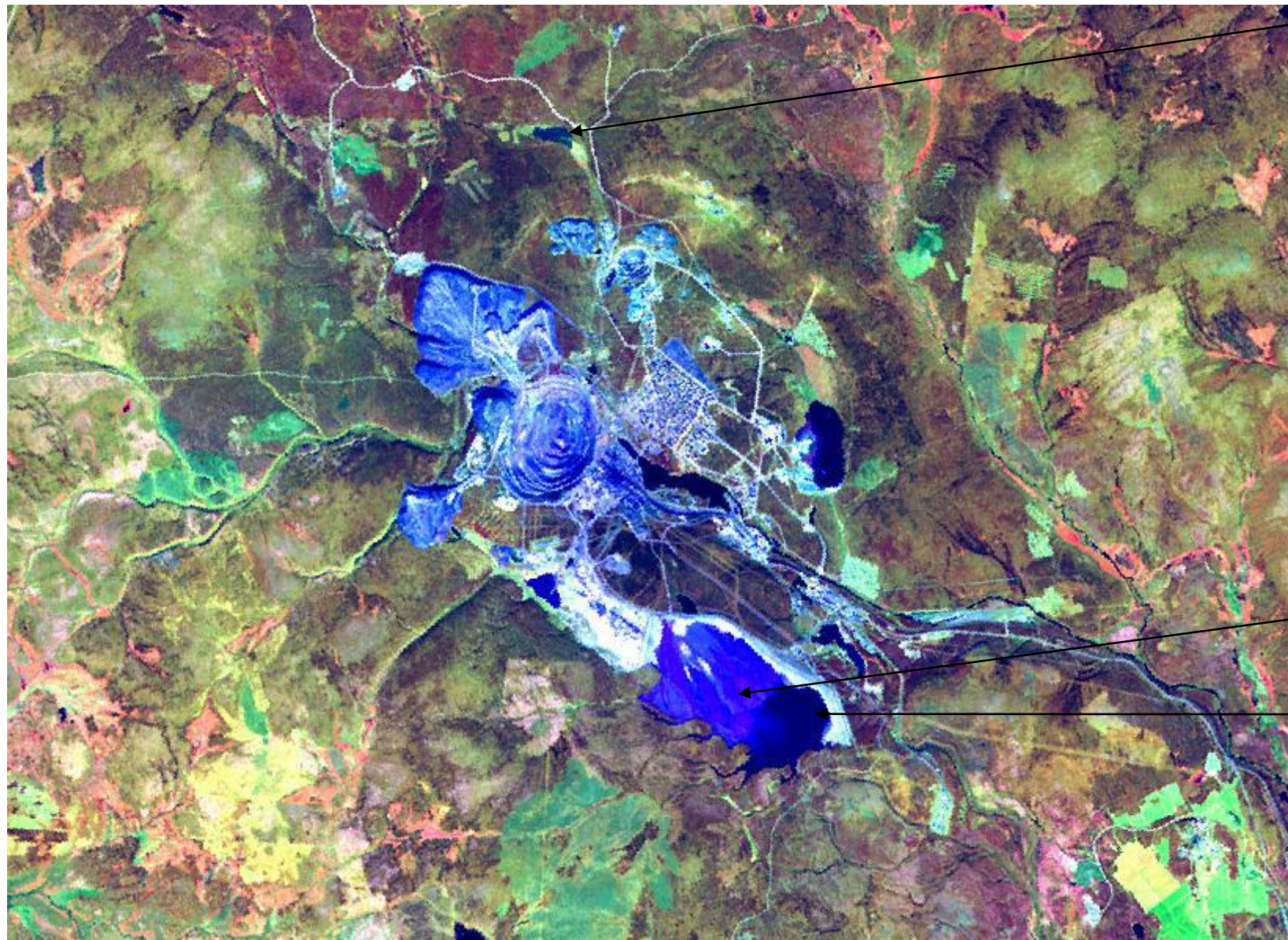
Открытая
почва

Пром.
застройка

Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+

Ковдор

4-5-1 (ИК₁-ИК₂-С)

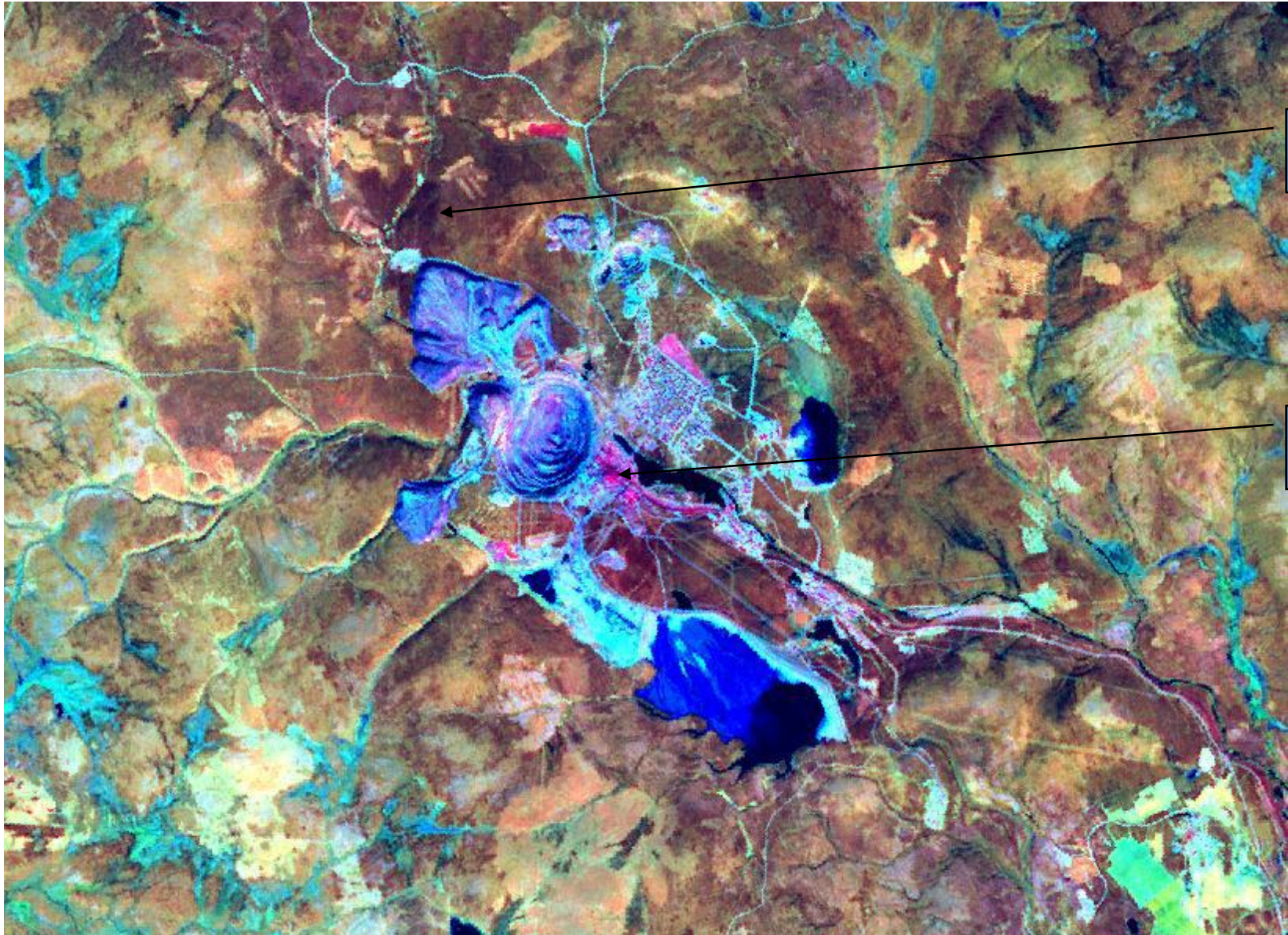


Недавняя
вырубка

Мелкая
вода

Глубокая
вода

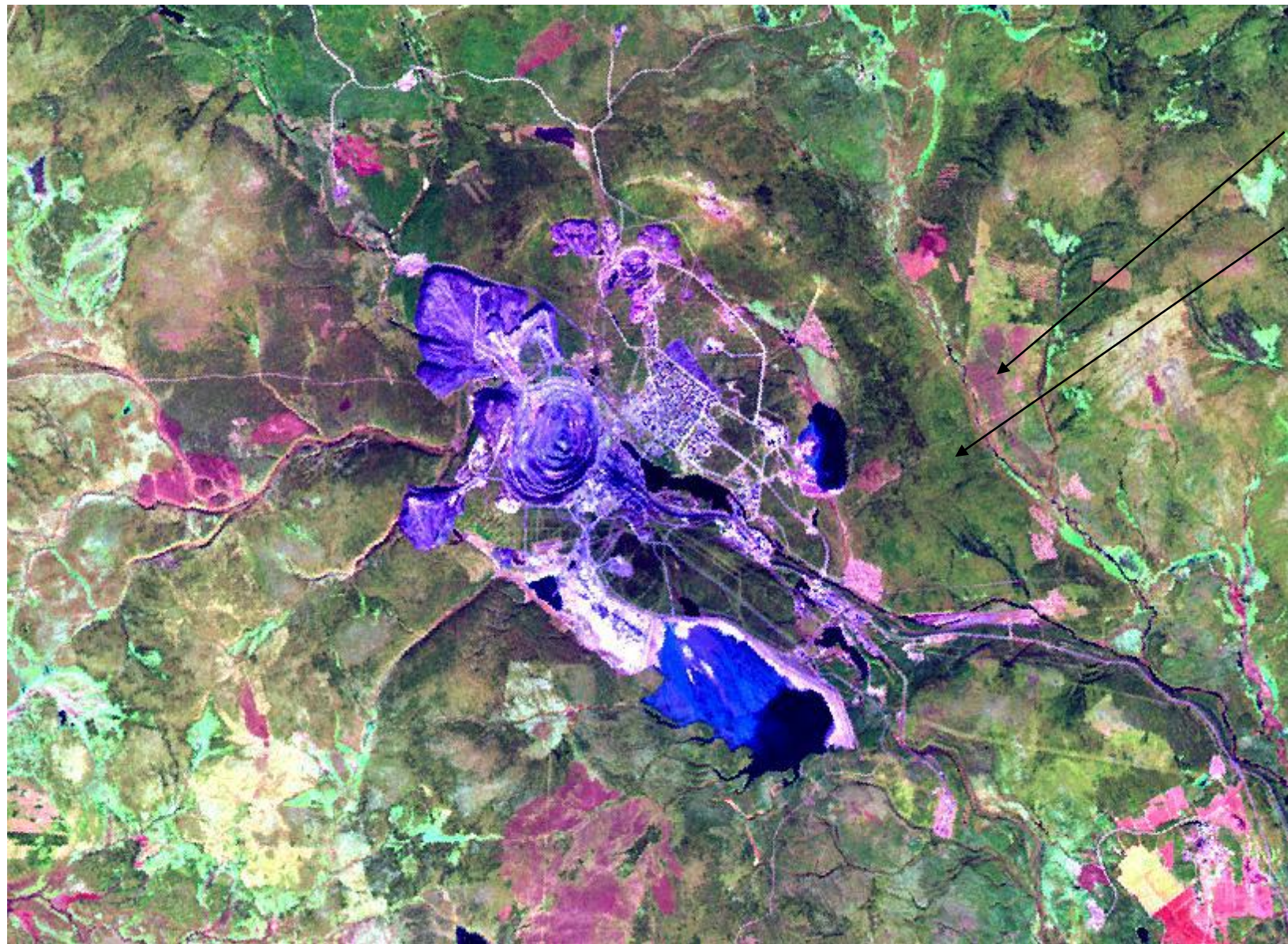
7-5-3 (МКВ-ИК₂-К)



Высокая
влажность

Пром.
застройка

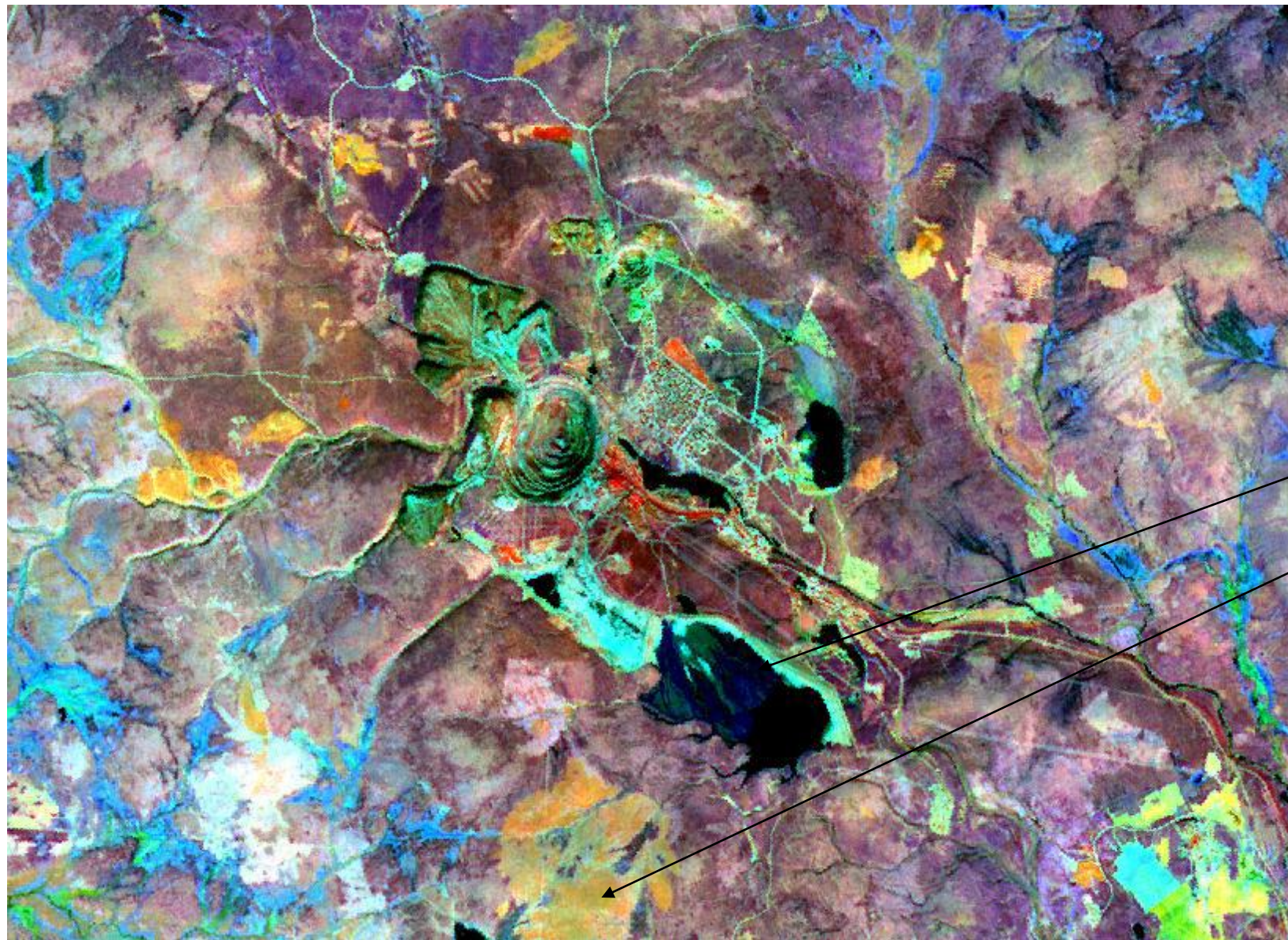
5-4-3 (ИК₂-ИК₁-К)



Голая почва

Здоровые
растения

7-5-4 (МкВ-ИК₂-ИК₁)



Влажный
грунт

Голая
почва