

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОБЛАСТИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПО ДАННЫМ ДЗЗ

Цыгулёв К.С., Орлов С.А., Горковенко И.А.

Вычислительный центр ДВО РАН

Современные масштабы горнодобывающего производства характеризуются интенсивным извлечением природных ресурсов, нарастанием отходов и ухудшением качества окружающей среды. По этой причине, важным направлением является оценка негативного влияния горнодобывающего производства на экологическое состояние окружающей среды.

Одной из проблем этого направления является исследование пылевого загрязнения области буровзрывных работ открытого типа, проводимых на территории угольных месторождений. Для этого необходимо определить зону пылевого загрязнения, а затем, в её границах провести оценку экологического состояния окружающей среды. Для определения зоны загрязнения и оценки его экологического влияния проводится анализ компонентов природной среды непосредственно на территории, где проводятся буровзрывные работы. Это трудоемкий процесс, требующий большого количества времени и привлечения соответствующих специалистов. В связи с этим, всё чаще проводятся исследования возможности использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для определения зоны пылевого загрязнения.



Цель работы

Целью данной работы является разработка метода автоматического определения зоны пылевого загрязнения по данным ДЗЗ, возникающего по причине проведения буровзрывных работ открытого типа на территории угольных месторождений.

Исходные данные

В работе использовались данные со спутников семейства Sentinel-2. Для апробации метода рассматривалась территория правобережного разреза Ургальского месторождения.

Снимки брались за зимний и летний период времени, а именно за декабрь и август соответственно. В первом случае, это связано с наибольшим количеством выпавших осадков в виде снега, по которому определяется пылевое загрязнение. Летний снимок необходим для точного обозначения границ карьера.

Для анализа использовались значения альbedo поверхности Земли и нормализованный разностный снежный индекс NDSI.

Для обозначения границ карьера использовался нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI.

Проблема определения пылевого загрязнения



Правобережный разрез Ургальского месторождения

Сложность определения заключается в визуальном отделении пылевого следа от других объектов

Метод определения области пылевого загрязнения

- 1) Анализ спектральных характеристик снега для определения потенциальной области загрязнения.
- 2) Выделение карьера геометрической фигурой.
- 3) Создание маски потенциальной области интереса в виде «колец», разделенных на сектора, путём расширения полученной на предыдущем этапе фигуры с заданным шагом. Значения толщины «колец» и ширины полученных секторов в исследовании составляют 100 м каждый.
- 4) Отбрасывание секторов, не входящих в область загрязнения.
- 5) Локализация области загрязнения путём расчёта средних значений исследуемых индексов в полученных на предыдущем шаге секторах.

Анализ спектральных характеристик снега



Альbedo поверхности

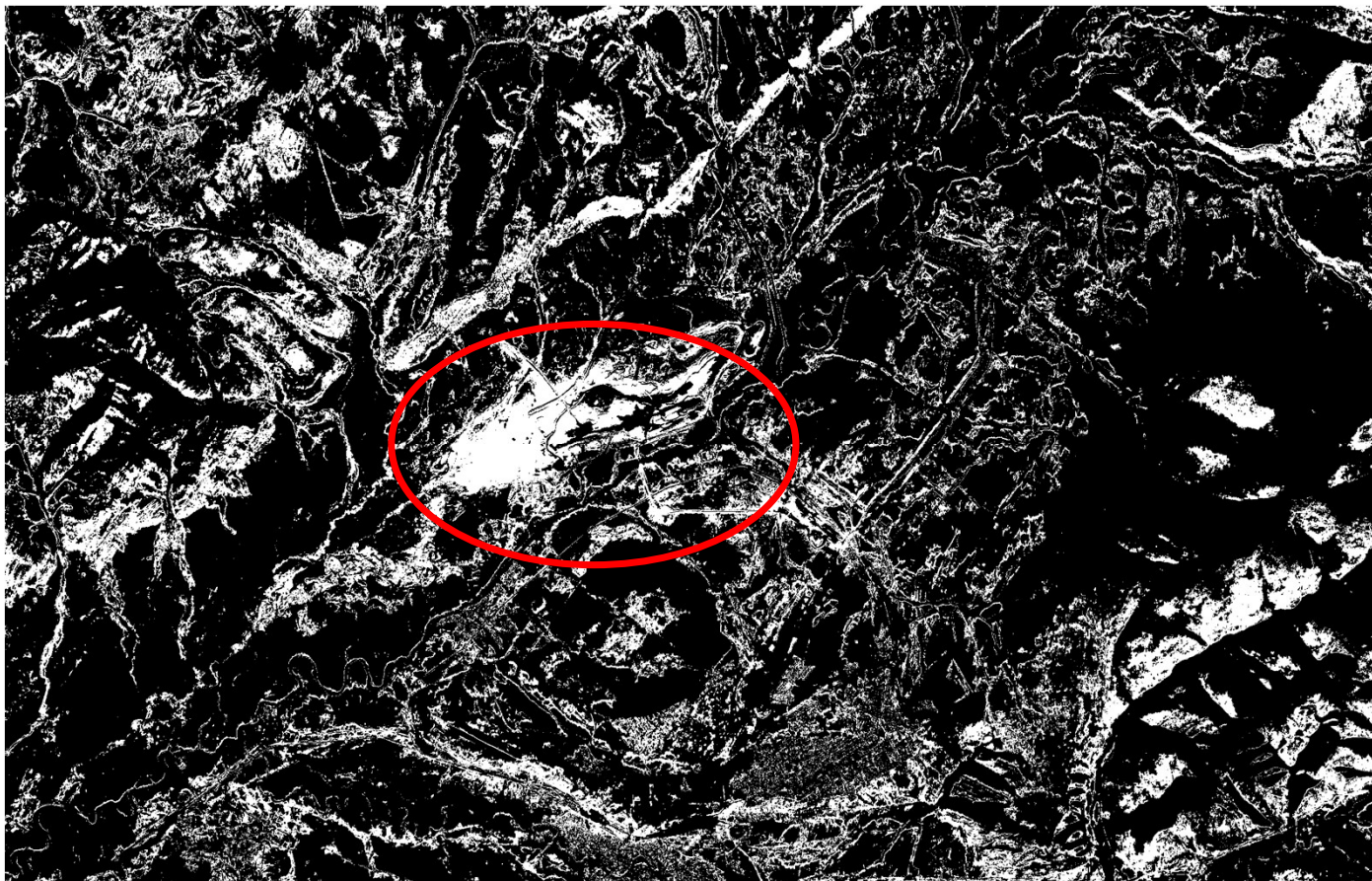
$$\text{Albedo} = 0.726 * \text{GREEN} - 0.322 * \text{GREEN}^2 - \\ - 0.015 * \text{NIR} + 0.581 * \text{NIR}^2$$



Индекс NDSI поверхности

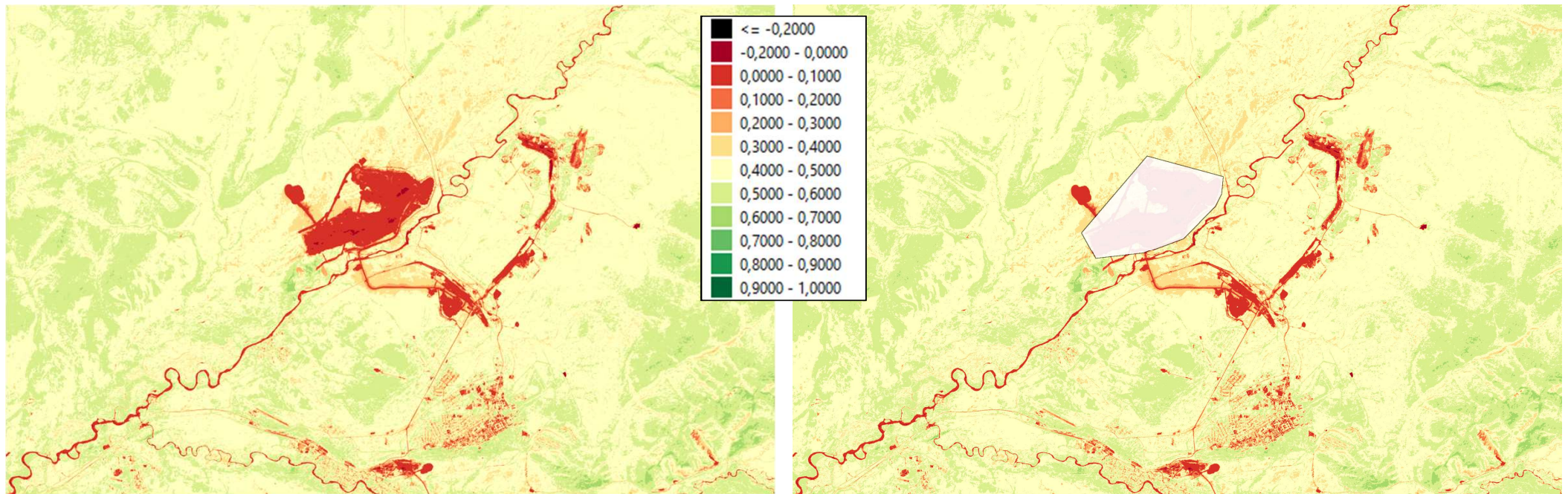
$$\text{NDSI} = (\text{GREEN} - \text{SWIR}) / (\text{GREEN} + \text{SWIR})$$

Анализ спектральных характеристик снега



Проведена бинаризация по
следующему порогу:
Альbedo поверхности \geq
0.3 и NDSI \leq 0.4

Выделение карьера геометрической фигурой



Индекс NDVI поверхности за летнее время

Полигон, охватывающий область карьера

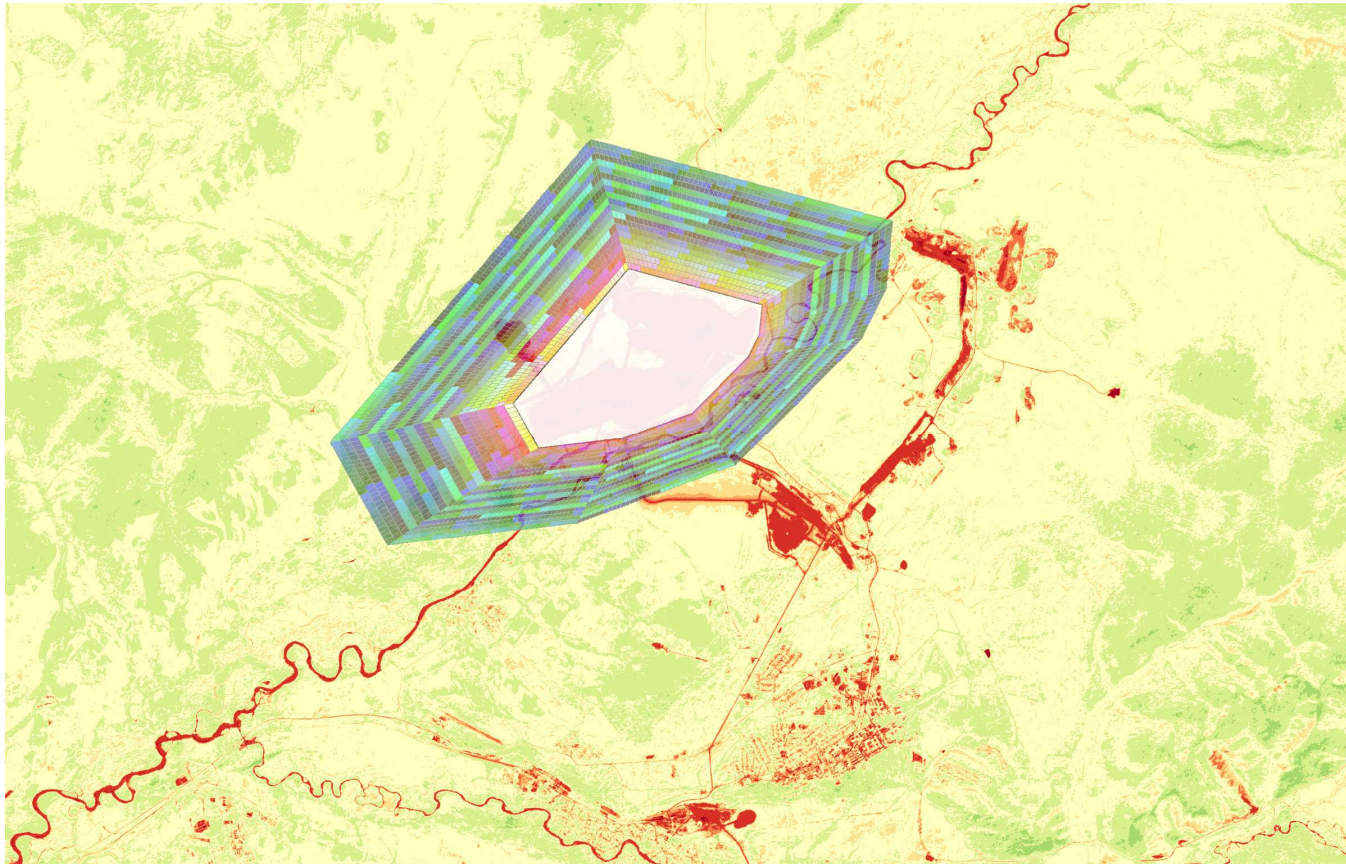
$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

Определение оптимальной фигуры для выделения области

В ходе исследования подтвердилось, что оптимальной является выпуклая фигура, так как её форма получается максимально приближенной к форме карьера.

Фигура	Мин. значение	Макс. значение	Сред. значение
Эллипс	22,04%	76,4%	52%
Прямоугольник	22,71%	66,01%	44%
Выпуклая фигура	16,43%	42,22%	26%

Определение области интереса

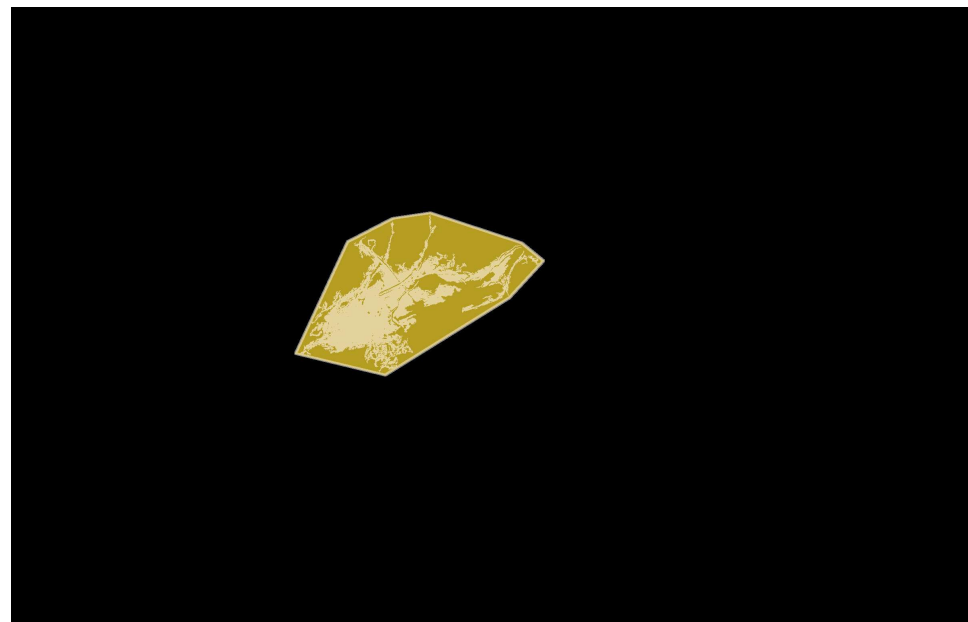


Обозначенная область интереса

Отбрасывание секторов, не входящих в область загрязнения

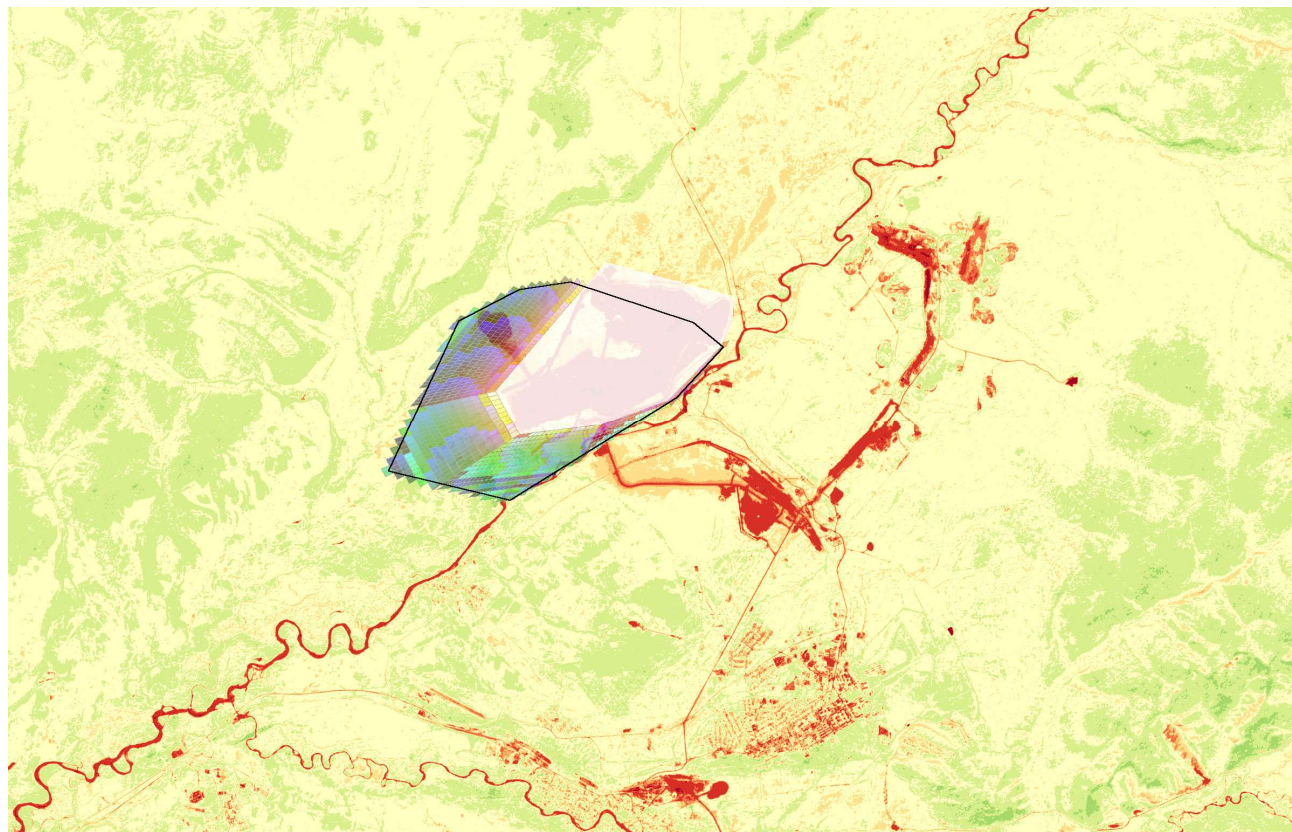


Пересечение примерной области загрязнения с
полигоном карьера



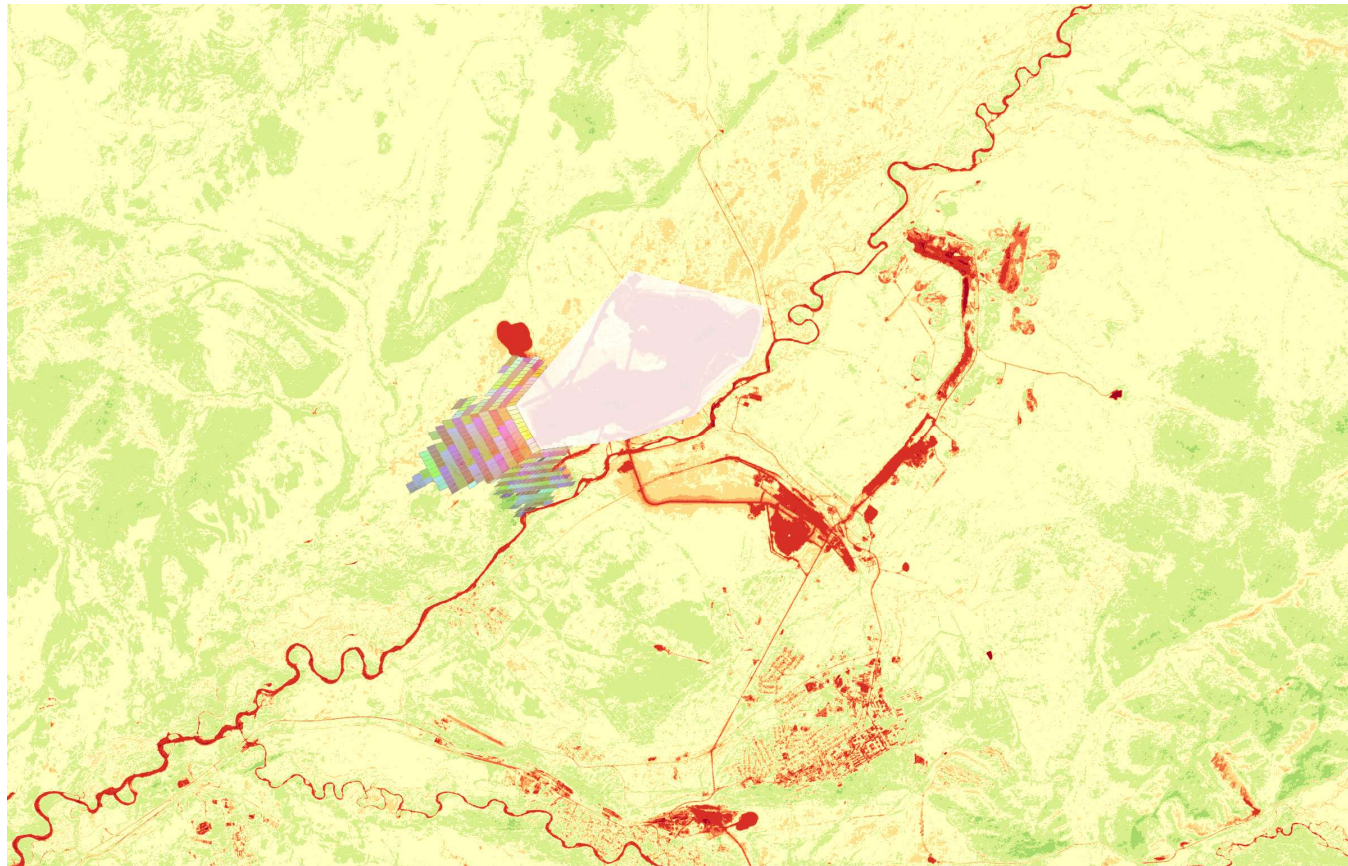
Создание полигона примерной области загрязнения

Отбрасывание секторов, не входящих в область загрязнения



Отбрасывание секторов, не входящих в область загрязнения

Локализация области пылевого загрязнения



Локализованная область пылевого загрязнения

Заключение

В результате, разработан метод автоматического определения зоны пылевого загрязнения, позволяющий провести разведочный анализ и определить зону пылевого загрязнения. Впоследствии данные могут быть переданы специалисту для верификации. Полученная зона является предварительной, но этого уже достаточно для проведения оценки пылевого загрязнения. Такая оценка может позволить оперативно выявлять повышенную степень загрязнения вблизи территории угольных карьеров и осуществлять соответствующие действия по контролю.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ