

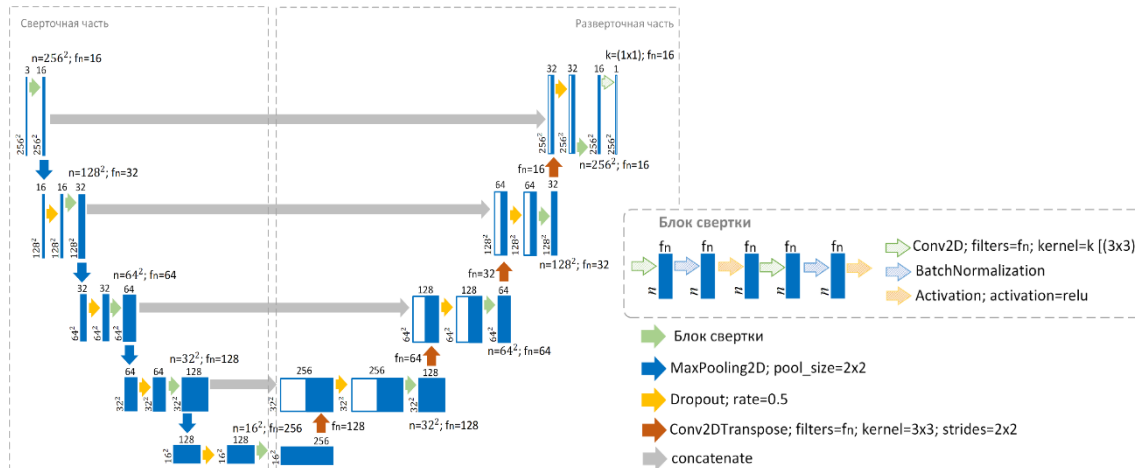
Отображение трещин и расчет их свойств на примере аэрофотосъемки  
разреза Восточный, Кемеровская область

## ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ОТВАЛАХ И БОРТАХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

В основе разработанного научно-методического подхода к локализации и определению свойств неоднородностей, лежит аппарат сверточных нейронных сетей с применением бинаризованных изображений и теория построения графов, служащая для для определения геометрических характеристик линейризованных объектов (промыслов и трещин) на аэрофотоснимках горнодобывающих предприятий (карьеров, разрезов).

Информационная модель программного модуля логически разделена на три уровня: предобработка, детектирование и постобработка.

Первый уровень включает в себя предобработку входных данных для формирования обучающей выборки сверточной нейронной сети. Второй уровень информационной модели представлен нейронной сетью типа U-Net. Третий уровень модели отвечает за расчет площадей и длин трещин. Модель может работать с входными изображениями любого размера, путем разбиения его на базисные суб-изображения заданного размером (например, 256x256 пикселей), с их последующим результирующим объединением к размеру исходного изображения, с последующей их передачей на вычислительный геомеханический блок.



Конфигурация нейронной сети

### Публикации:

1. Потапов В. П., Опарин В. Н., Миков Л. С., Попов С. Е. Применение информационных технологий в решении задач нелинейной геомеханики. Часть I: Спутниковые данные дистанционного зондирования земли и метод линейментного анализа деформационно-волновых процессов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2022. №3. С. 157-176. DOI: 10.15372/FTPRPI20220316

# ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ОТВАЛАХ И БОРТАХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

## Объект исследования

Отвалы (расширяющиеся, усадочные или переходные) на разрезах и карьерах

## Методы исследования

В основе подхода лежит аппарата сверточных нейронных сетей на основе бинаризованных изображений и теория построения графов для определения длин линеаризованных объектов (промыслов и трещин) на аэрофотоснимках угольных карьеров.

## Сущность результата

Информационная модель программного модуля логически разделена на три уровня: предобработка, детектирование и постобработка.

Первый уровень включает в себя предобработку входных данных для формирования обучающей выборки сверточной нейронной сети. Предобработка строилась на базе последовательных преобразований RGB-изображения в бинарное с применением библиотеки OpenCV.

Второй уровень информационной модели представлен нейронной сетью типа U-Net, включающую блоки сверточной (Encoder) и разверточной частей (Decoder). Они позволяют уменьшать пространственное разрешение картинки, с последующим увеличением и объединением с данными слоев свёртки. Таким образом, работая с меньшим количеством обучающих образов и проводя более точную сегментацию изображений.

Третий уровень модели отвечает за расчет площадей и длин трещин. На вход ему передается результат работы сверточной нейронной сети, т.е. комплексное бинарное изображение, содержащие все детектированные трещины, в виде облаков точек – площадных объектов. Площадь линияментов вычисляется путем суммирования общего числа точек с умножением на размер пиксела (например, разрешением 10 см). Длина линияментов рассчитывается путем линиаризации площадного объекта в сегментарный объект с узловыми точками и последующим расчетом длин между ними, опираясь, также, на разрешение исходного изображения.

Модель может работать с входными изображениями любого размера, путем разбиения его на базисные суб-изображения заданного размером (например, 256x256 пикселей), с их последующим результирующим объединением к размеру исходного изображения.

**Новизна предложенного подхода** заключается в применении аппарата нейронных сверточных сетей для автоматизированного поиска характерных риск-объектов (крупных трещин и промыслов) на открытых участках (отвалах) угольных разрезов, используя изображения аэрофотосъемки высокого разрешения.

Предложенный подход позволяет в процессе постобработки результатов вычислять количественные характеристики поверхностных неоднородностей (трещин, промыслов, разрывов и пр.), что имеет **практическое значение** для определения механического поведения сплошных массивов горных пород.

**Область применения:** Автоматический мониторинг угледобычи открытым способом

## Исполнители

К.т.н. Попов Семен Евгеньевич, д.т.н. Потапов Вадим Петрович

## Публикации

1. Потапов В. П., Опарин В. Н., Миков Л. С., Попов С. Е. Применение информационных технологий в решении задач нелинейной геомеханики. Часть I: Спутниковые данные дистанционного зондирования земли и метод линияментного анализа деформационно-волновых процессов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2022. №3. С. 157-176. DOI: 10.15372/FTPRPI20220316