



**Использование  
двухполяризационных  
радиолокационных данных при  
мониторинге схода лавин**

Сагатдинова Г.Н.

ТОО “Институт ионосферы”

Снегопады ежегодно приводят к большим человеческим жертвам и материальному ущербу.

Мониторинг схода лавин необходим для принятия своевременных мер по устранению последствий и выявления мест наиболее частого схода лавин. В настоящее время для территории Казахстана при мониторинге лавин преимущественно используются наземные методы наблюдения. Которые не дают общей картины для региона наблюдения, так как сосредоточены в местах активного присутствия людей.

Значительный рост спутниковых группировок ДЗЗ и развитие технологий их обработки позволяет активно внедрять методы обнаружения лавин основанных на их использовании для получения наиболее полной картины о лавиноопасности территории.

Это позволит превентивно выявлять наиболее опасные территории в отдаленных участках и учитывать данный фактор при их освоении.

## Исходные данные

В качестве исходных данных при разработке методики были использованы радиолокационные данные Sentinel-1. Вся обработка данных велась в среде GEE. Снимки в ней доступны в виде амплитудных изображений формата Ground Range Detected (GRD), прошедших этапы калибровки и ортотрансформирования в программном обеспечении Sentinel-1 Toolbox. В GEE снимки добавляются ежедневно.

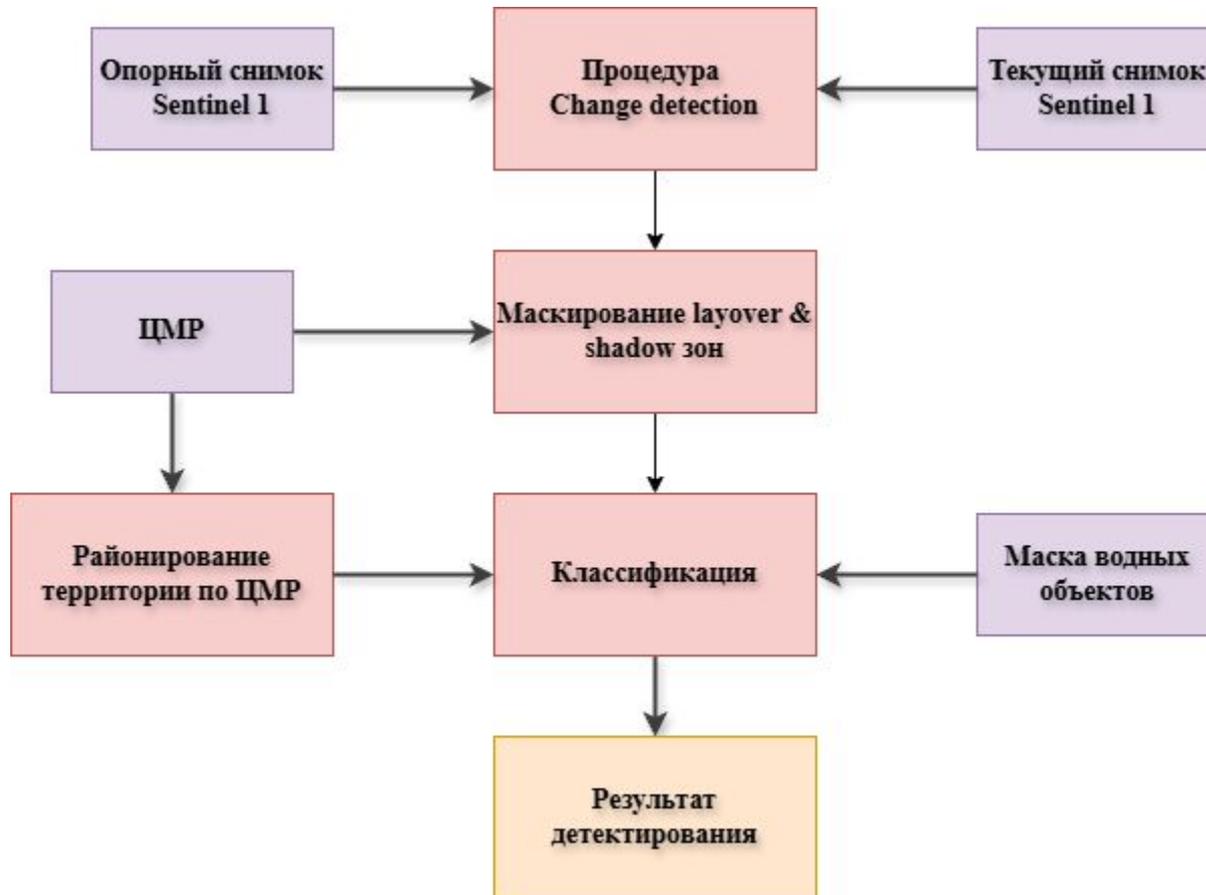
Также для выявления лавин используется ЦМР SRTM с пространственным разрешением 1 arc-second (приблизительно 30m), также доступная в GEE. Этот продукт является результатом международных усилий полученный в результате проведенной в 2000 году миссии под названием Shuttle Radar Topography Mission.

Маска постоянных водных объектов полученная по данным JRC Global Surface Water

## Среда разработки

Облачная платформа Google Earth Engine

Технологическая схема процесса обработки радарных данных при мониторинге схода лавин

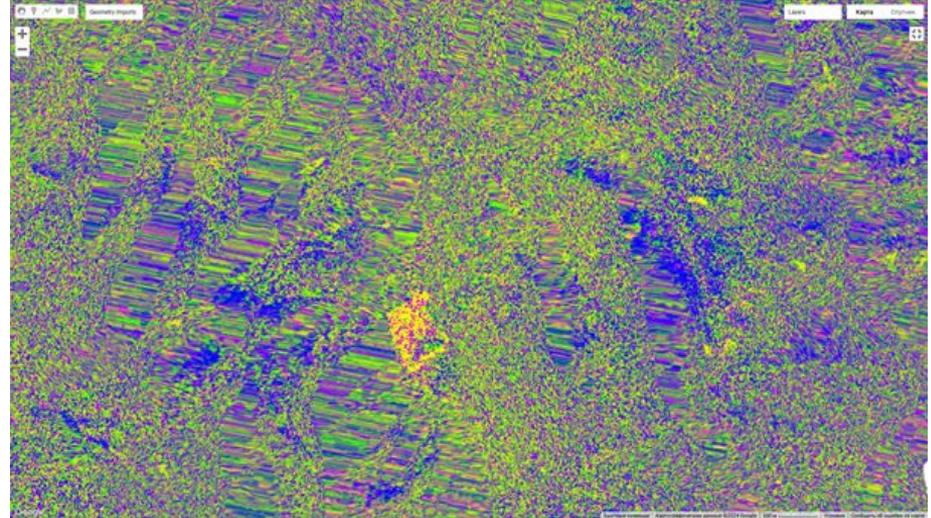


## Обработка радиолокационных данных

Вследствие того, что снимки находящиеся в среде GEE уже приведены к нужному формату. Этап предварительной обработки в рамках данной цепочки обработки не используется.

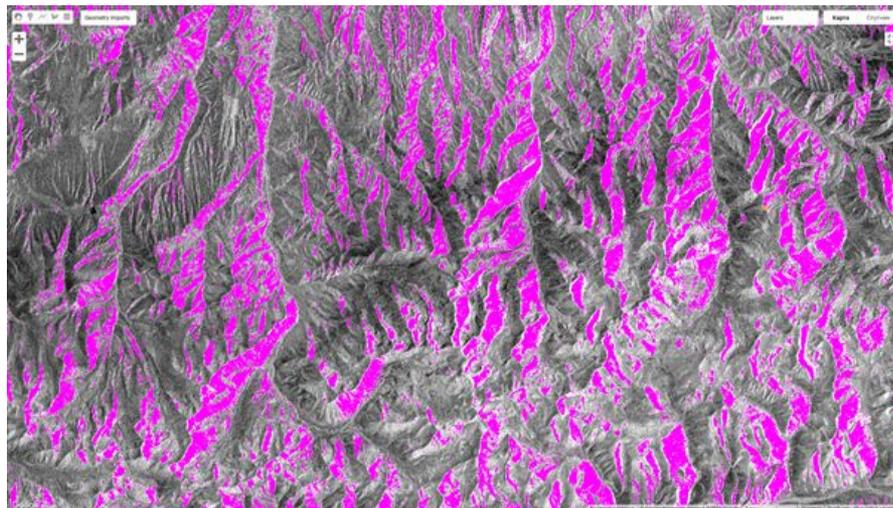
Таким образом процесс обработки начинается с этапа применения процедуры Change Detection. Он основан на обнаружении временных изменений значений интенсивности обратного рассеяния, характеризующих шероховатость поверхности. Так как используемые данные со спутника Sentinel-1 доступны в двух поляризационном режиме имеется возможность применять этот метод для двух поляризаций (VV, VH).

## Космоснимок Sentinel-1 за 14 апреля 2019 года



## Маска для территорий соответствующих зонам layover and shadow на радиолокационном изображении Sentinel - 1

У радиолокаторов бокового обзора несмотря на существенное преимущество по сравнению с оптическими спутниковыми данными, всепогодности, имеется существенный недостаток, который особо заметен при решении задачи мониторинга лавин. А именно, это наличие слепых зон при съемке на горных территориях, где особенно сильно проявляются эффекты layover и shadow.

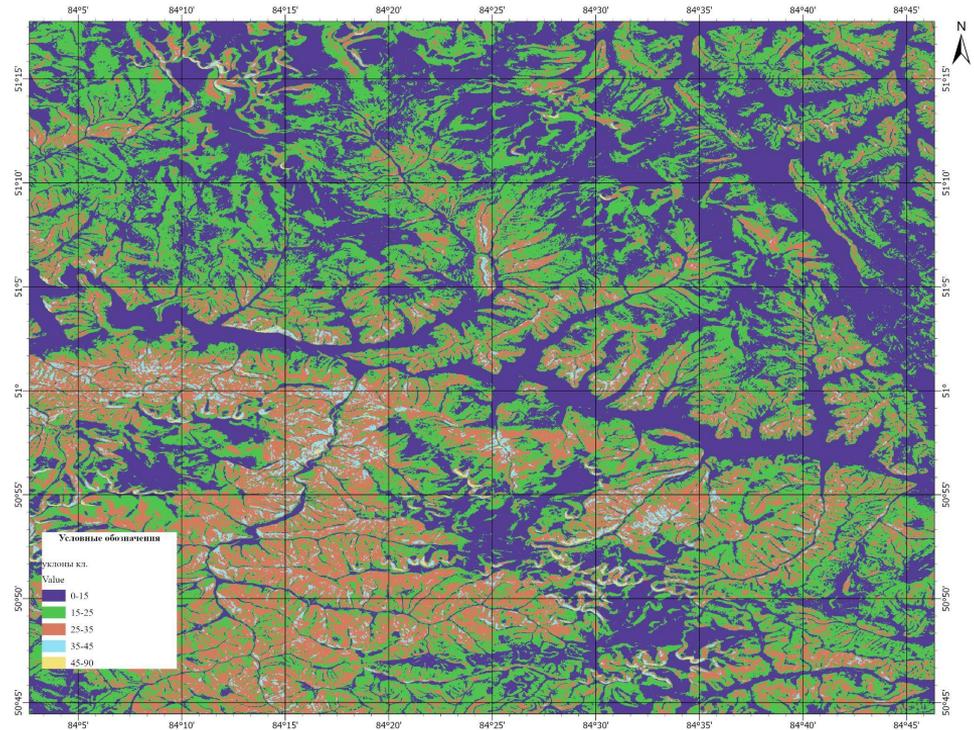


Именно для того чтобы минимизировать площадь таких искажений и выбирается предшествующий снимок, снятый с точно такими же параметрами как и основной. Помимо этого, для этих зон в процессе обработки рассчитываются и применяются layover & shadow маски создаваемые на основе геометрии съемки конкретной сцены и экспозиции поверхности местности. Они исключаются из дальнейшего анализа.

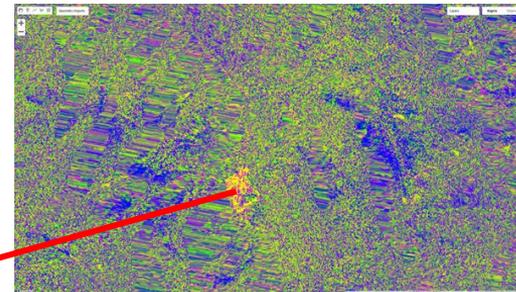
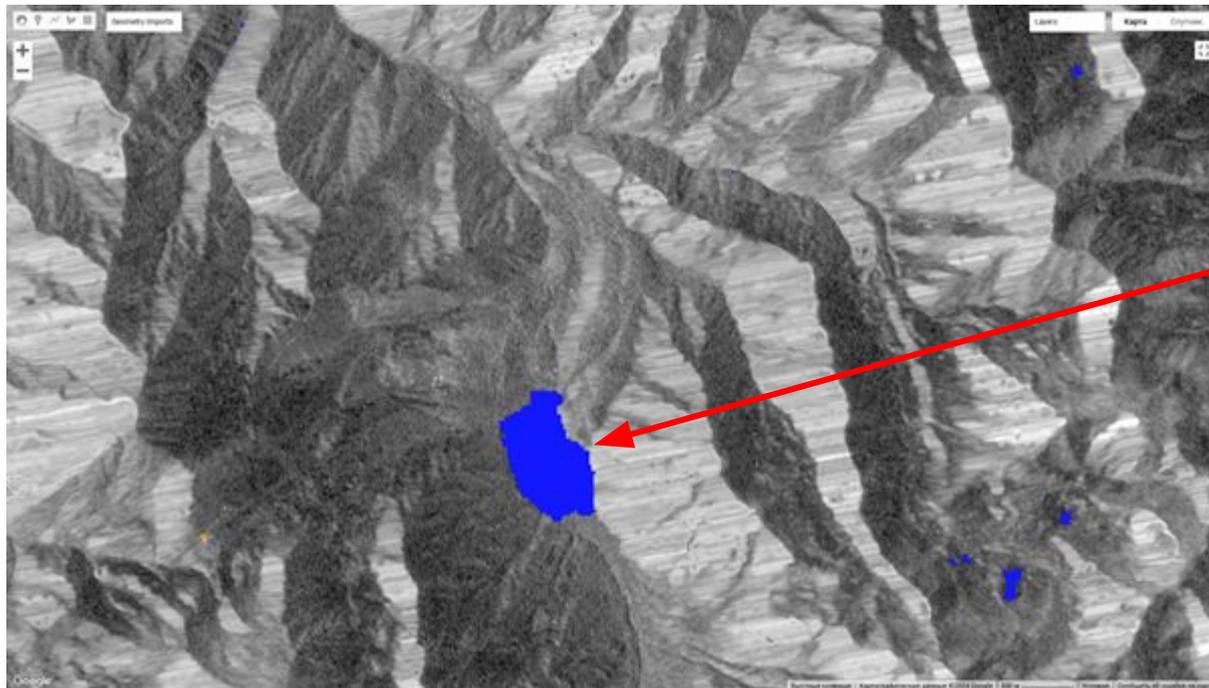
## Фрагмент ранжированного уклона рельефа

Оценка лавинного риска напрямую связана с величиной крутизны склона, так как для определения лавинной опасности важное значение имеет вопрос о минимальном угле наклона, при котором возможен сход снежных лавин.

Для учета данного фактора по ЦМР рассчитывается уклон, который в свою очередь ранжируется на условные зоны отложения, транзита и зарождения лавин и их промежуточные области.



## Маска постоянных водных объектов



На этапе постклассификационной обработки также применяется маска постоянной водной поверхности, которая при использовании метода change detection зачастую ошибочно может быть выделена как класс лавина.

## Картирование лавин по радиолокационным данным на примере космоснимка Sentinel-1 за 14 апреля 2019 года

В результате, получается маска показывающая границы выделенных снежных лавин, которая экспортируется из среды GEE в виде растрового изображения в формате GeoTIFF.

