

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

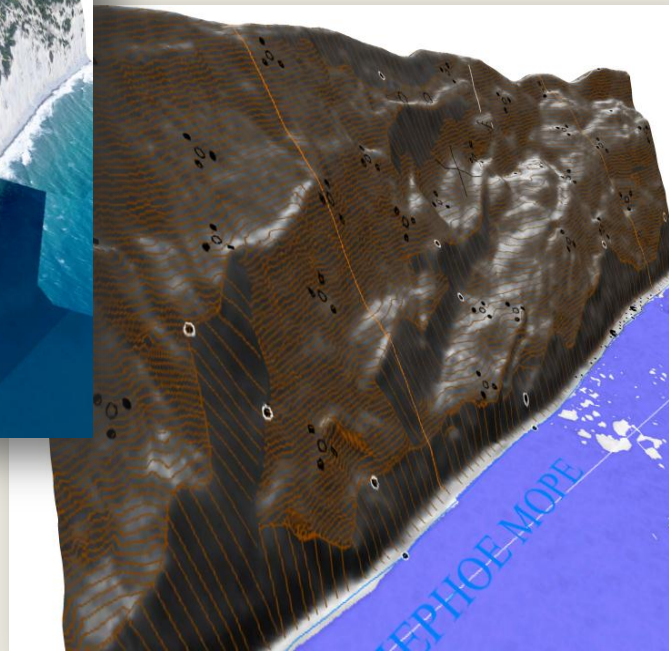
Баборыкин Максим Юрьевич

**Руководитель группы мониторинга и Геоинформационных систем,
ООО «ГЕОПРОЕКТСТРОЙ» г. Краснодар.**

АЭРОМЕТОДЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

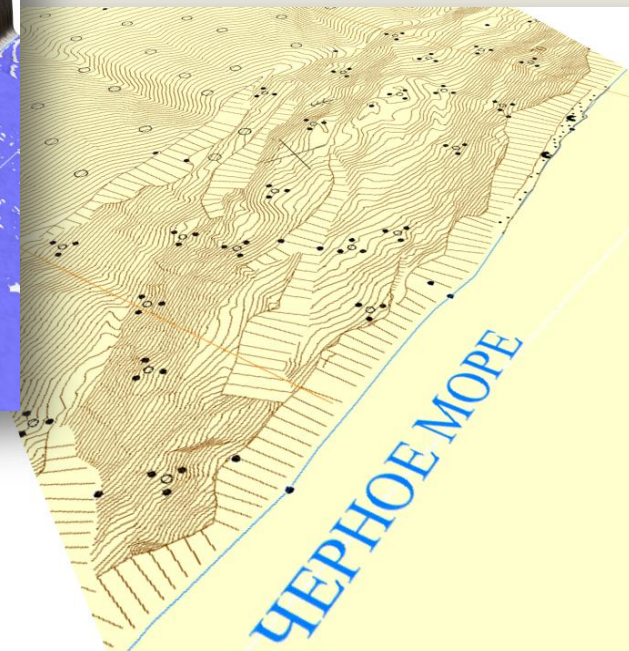


**АЭРОФОТОСЪЁМКА -
ПОСТРОЕНИЕ СИТУАЦИОННОГО
ПЛАНА.**



**ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ -
ПОСТРОЕНИЕ ИЗОЛИНИЙ
РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ.**

**ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАН
МЕСТНОСТИ ПО ИТОГАМ
ОБРАБОТКИ АЭРОФОТОСЪЁМКИ
И ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**



ДЕШИФРИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ. Качество выходного материала.

М 1:500

высота съёмки 400 – 600 м

высокая детализация съёмки

- ОПОЛЗНИ;
- ОБВАЛЫ И ОСЫПИ;
- СЕЛИ;
- КАРСТ;
- КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ;
- ЛАВИНЫ СНЕЖНЫЕ;
- ПЕРЕРАБОТКА БЕРЕГОВ МОРЕЙ, ОЗЁР, ВОДОХРАНИЛИЩ;
- СУФФОЗИЯ;
- МОРОЗНОЕ ПУЧЕНИЕ;
- ТЕРМОКАРСТ.

М 1:1000

высота съёмки 600 – 800 м

с худшей детализацией

- ОПОЛЗНИ;
- ОБВАЛЫ И ОСЫПИ;
- СЕЛИ;
- КАРСТ;
- КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ;
- ЛАВИНЫ СНЕЖНЫЕ;
- ПЕРЕРАБОТКА БЕРЕГОВ МОРЕЙ, ОЗЁР, ВОДОХРАНИЛИЩ;
- СУФФОЗИЯ;
- ТЕРМОКАРСТ.

М 1:2000

высота съёмки 800 – 1300 м

низкая детализация

- ОПОЛЗНИ;
- ОБВАЛЫ И ОСЫПИ;
- СЕЛИ;
- ЛАВИНЫ СНЕЖНЫЕ;
- КАРСТ;
- ТЕРМОКАРСТ;
- ПЕРЕРАБОТКА БЕРЕГОВ МОРЕЙ, ОЗЁР, ВОДОХРАНИЛИЩ.

М 1:5000

высота съёмки 1300 – 2000 м

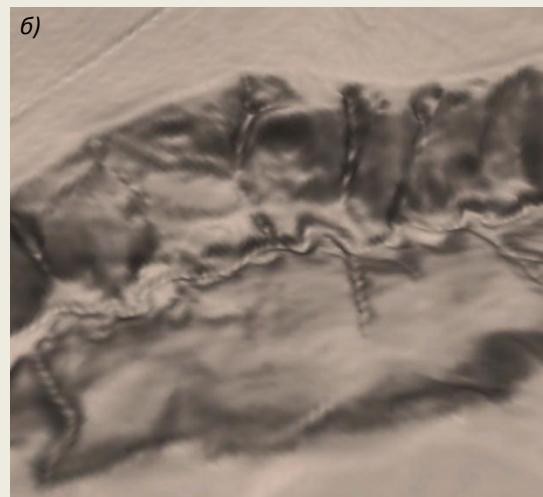
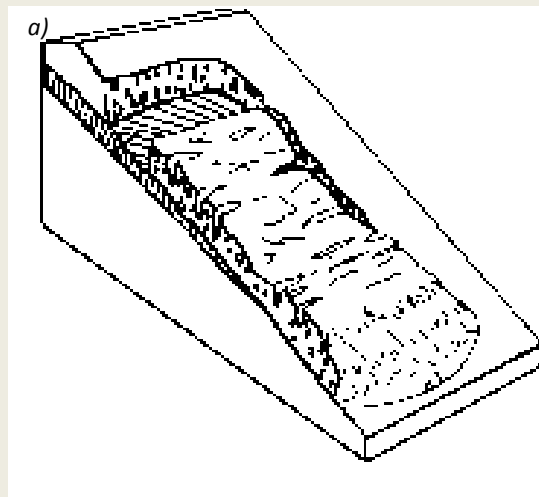
плохая детализация

ВЫДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ КРУПНЫХ ТЕЛ ОПОЛЗНЕЙ, КРУПНЫХ ОСЫПЕЙ И ОБВАЛОВ, СЕЛЕВЫХ БАССЕЙНОВ, КУРУМОВ ИМЕЮЩИХ БОЛЬШУЮ ПЛОЩАДЬ, ПРОЯВЛЕНИЕ ТЕРМОКАРСТА ИМЕЮЩУЮ БОЛЬШУЮ ПЛОЩАДЬ.

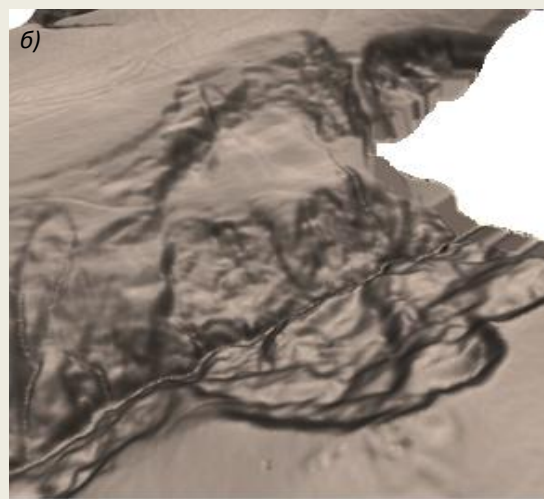
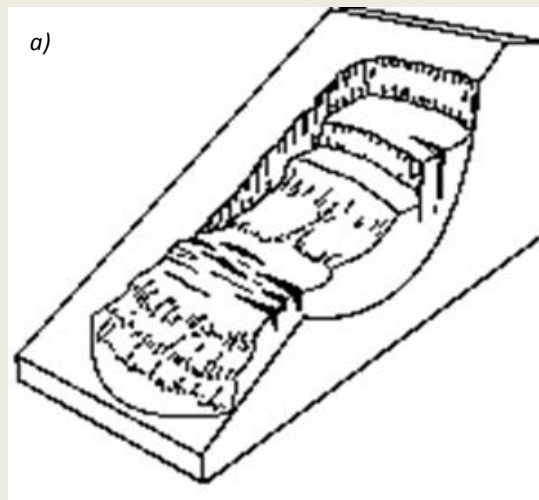
МОДЕЛИ ОПОЛЗНЕЙ

Масштаб 1 : 1000

а) общая модель оползня скольжения (поступательный оползень);
б) участок (оползни скольжения) с распространением оползней по бортам эрозионного вреза, представленный на цифровой модели рельефа м 1:2000.

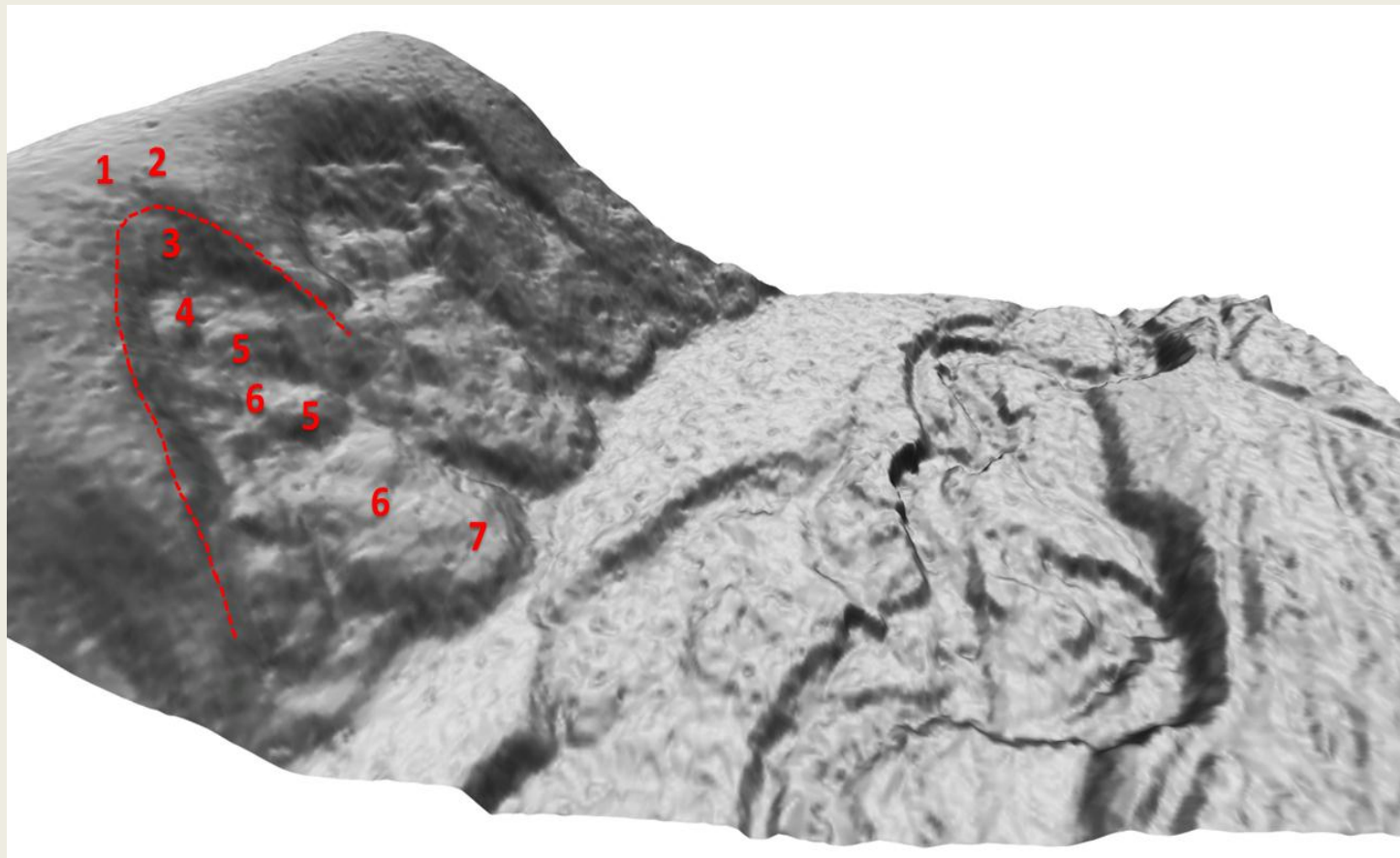


а) общая модель оползня полигенетического, вращательного;
б) участок с распространением оползней по бортам эрозионного вреза в пределах зоны Молдовановской флексуры, представленный на цифровой модели рельефа м 1:2000.



КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПОЛЗНЯ

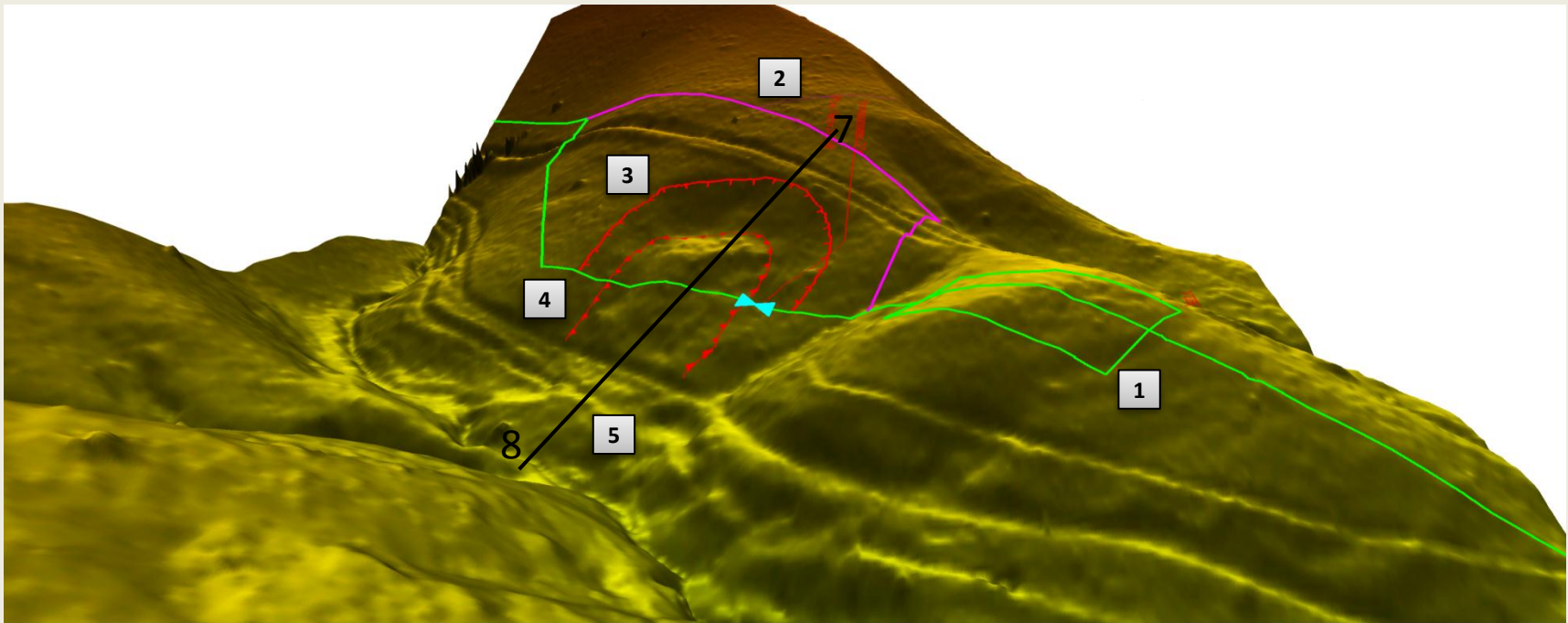
Масштаб 1 : 500 (Северный Кавказ)



1 – цирк оползня; 2 – бровка главного уступа; 3 – главный уступ;
4 – вершина оползня; 5 – внутренний уступ;
6 – неровности поверхности рельефа (валы, бугры и т.д.); 7 – подошва оползня.

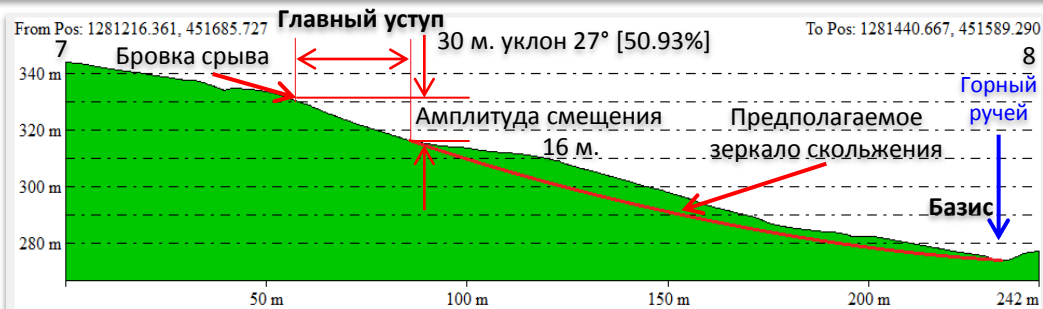
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПОЛЗНЯ

Масштаб 1 : 500 (Северный Кавказ)



Профиль по линии 7-8

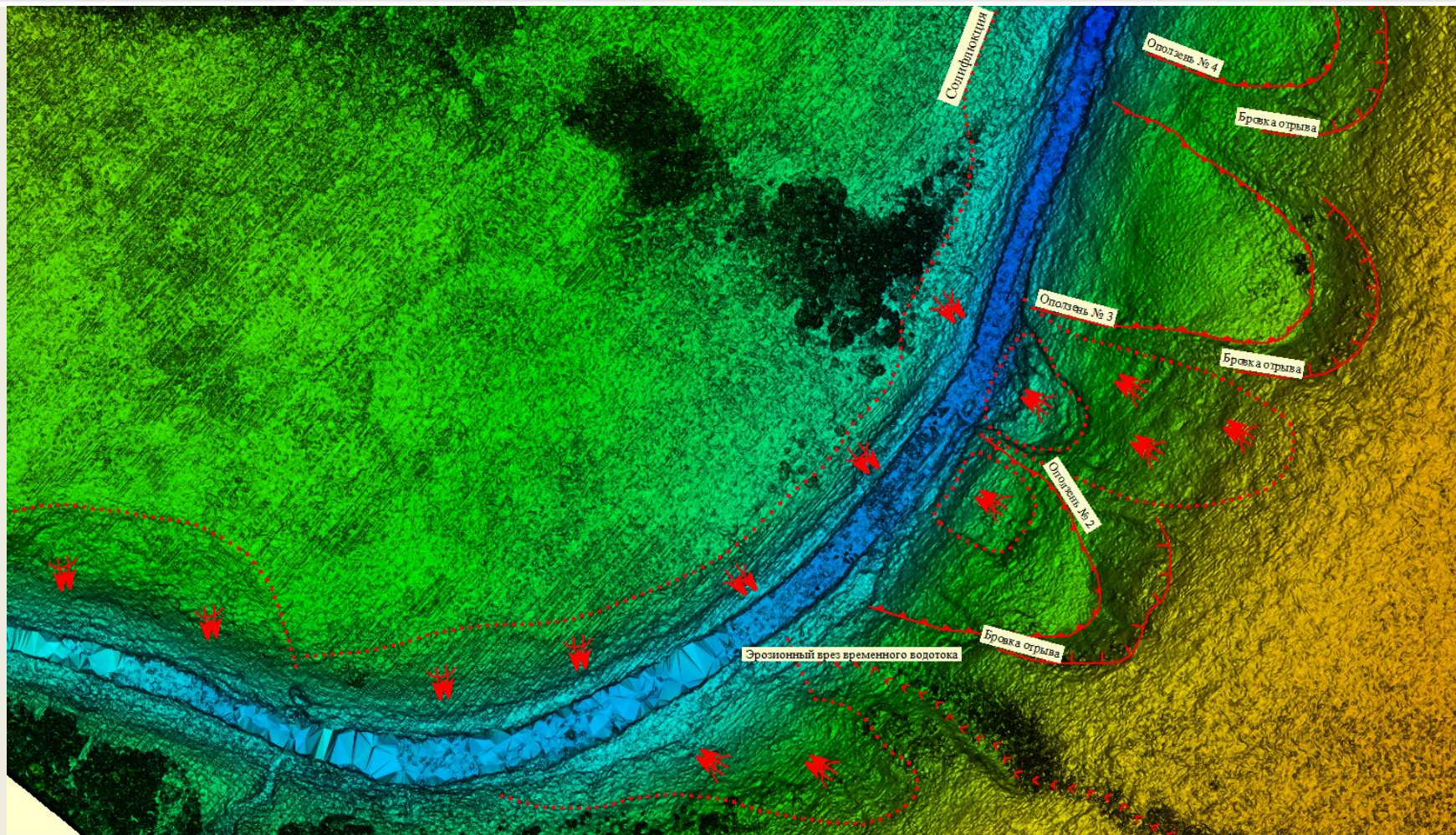
1. Первоначальное положение проектируемого газопровода
2. Перетрассировка газопровода
3. Бровка главного уступа
4. Оползень
5. Профиль по линии 7-8



Краткая характеристика:
 1) Инсеквентный, оползень срезания;
 2) длительной стабилизации;
 3) средний уклон 16° [28.70%];
 4) длина 130 м;
 5) ширина 57 м;
 6) периметр 362 м;
 7) площадь 7544 м². и т.д.

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА

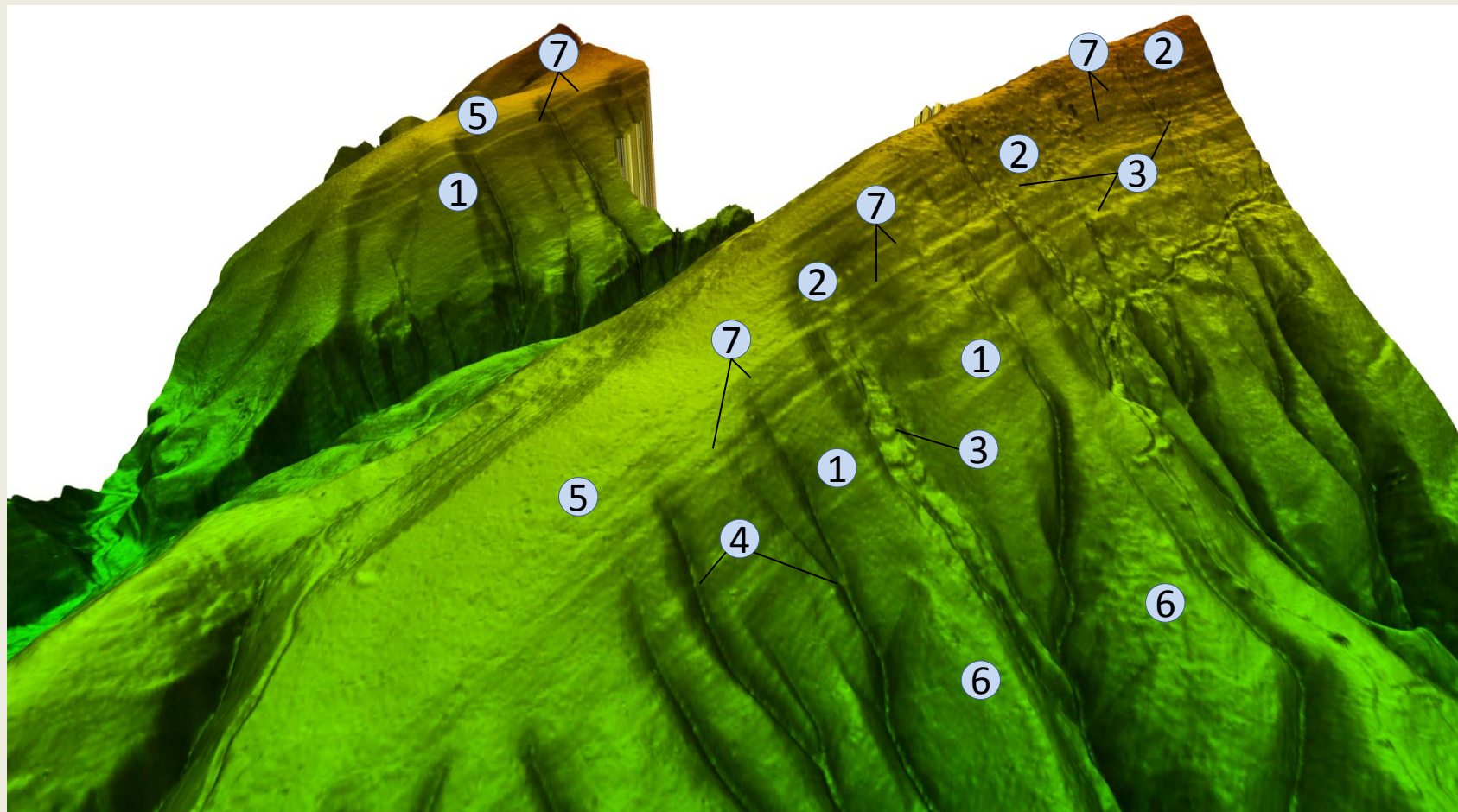
Масштаб 1 : 1000 (северная часть Ямало-Ненецкого Автономного Округа)



Качественные характеристики геологических процессов, выявления деформаций рельефа и установление типа геологических процессов и явлений: оползни вдоль берега реки, солифлюкция, донная эрозия временного водотока

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА

Масштаб 1 : 500 (Северный Кавказ)



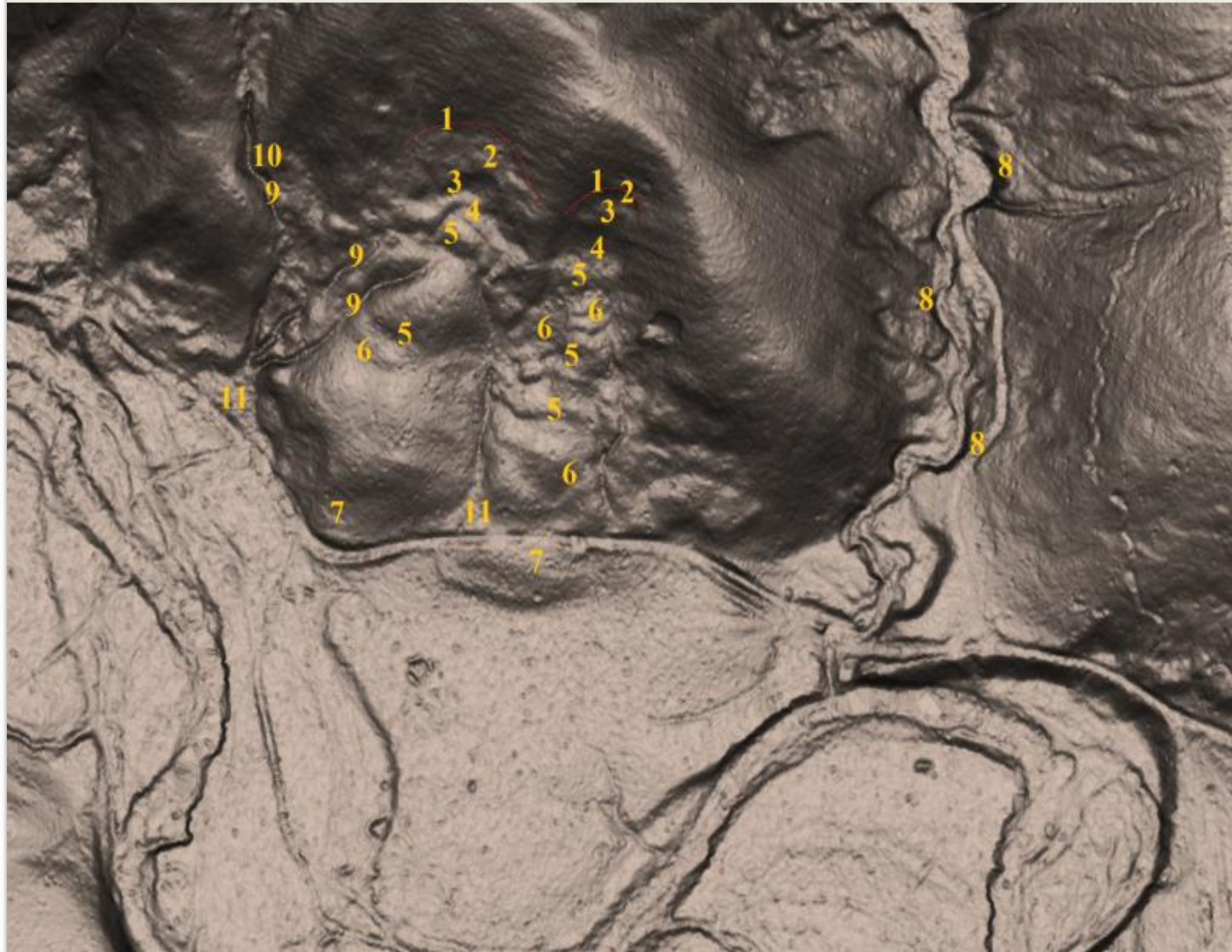
1 – горные склоны; 2 – осыпи; 3 – ложбины движения осыпей; 4 – эрозионные врезы;
5 – приводораздельные склоны покрытые чехлом; 6 – склоны покрытые чехлом; 7 – переслаивание коренных пород.

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА

Масштаб 1 : 500 (Северный Кавказ)

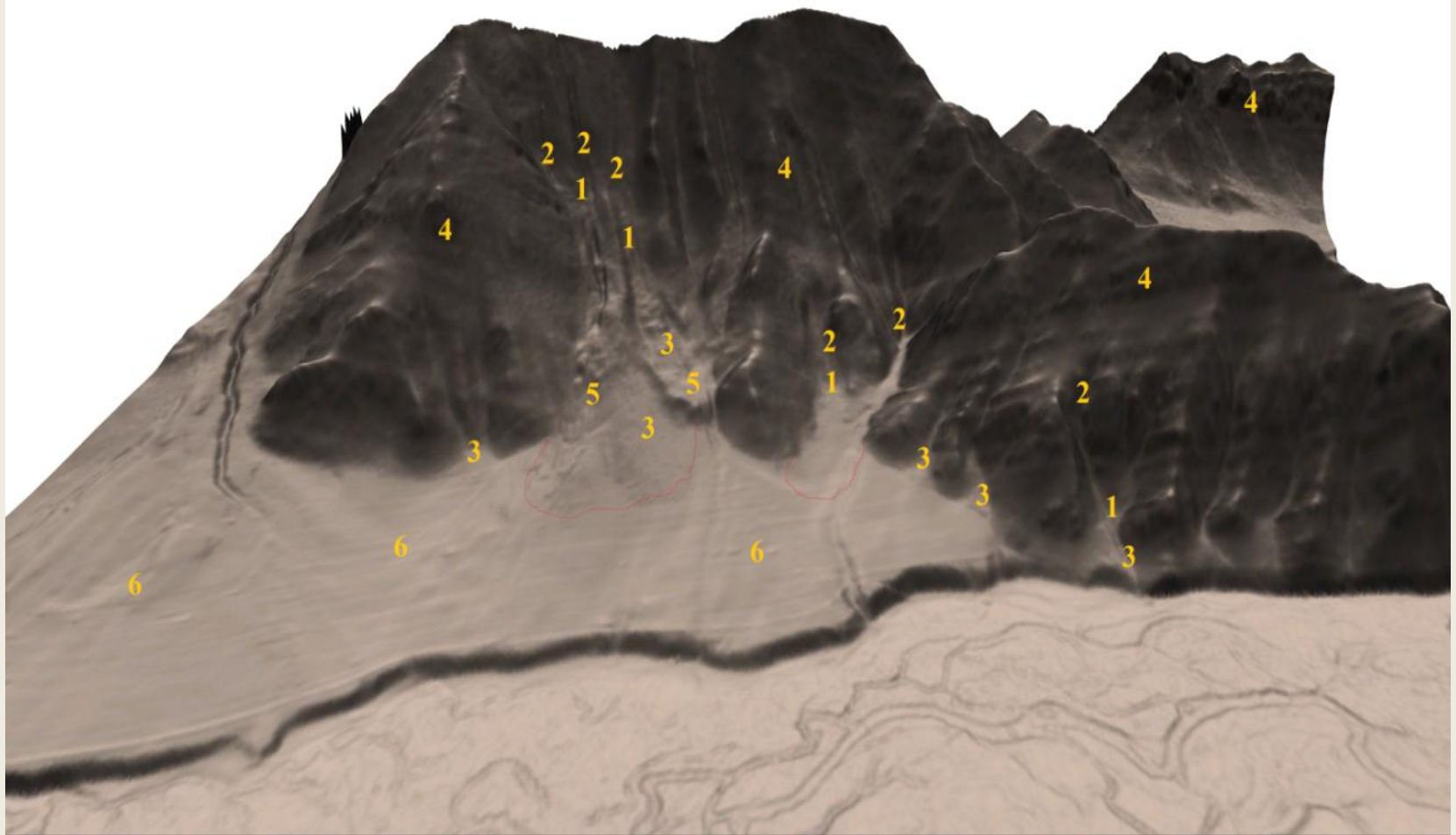
Цифровая модель рельефа с проектируемой трассой трубопровода (регион – Северный Кавказ).

1 – цирк оползня; 2 – бровка главного уступа; 3 – главный уступ; 4 – вершина оползня; 5 – внутренний уступ; 6 – неровности поверхности рельефа (валы, бугры и т.д.); 7 – подошва оползня; 8 – переработка берега горной рекой (боковая эрозия постоянного водотока); 9 – линейная эрозия (донная эрозия временного водотока); 10 – линейная эрозия (боковая эрозия временного водотока); 11 – конус выноса (пролювий).



ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА

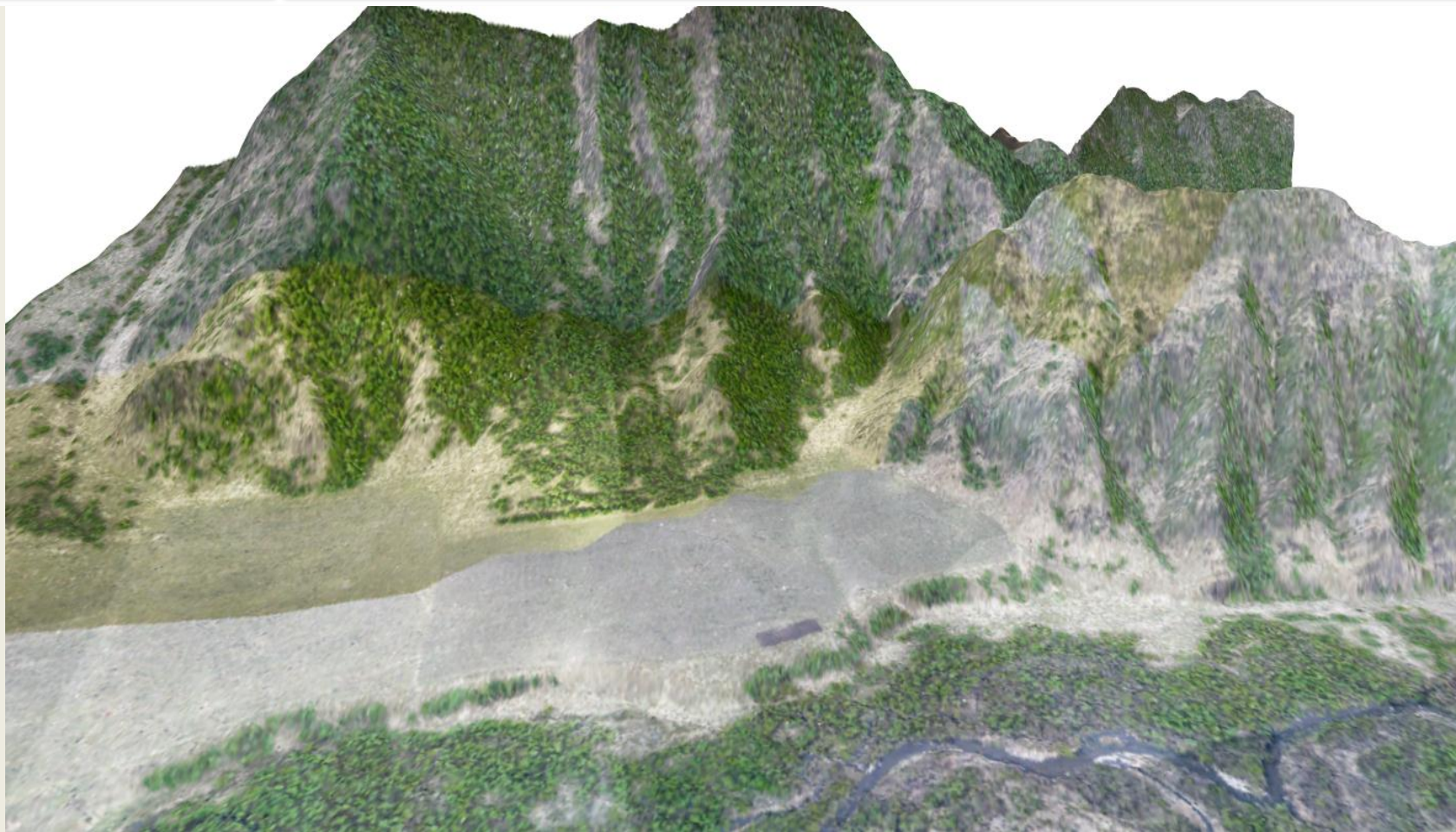
Масштаб 1 : 1000 (Алтай)



Цифровая модель рельефа «Алтай»: 1 – осыпи; 2 – ложбины движения осыпей; 3 – коллювиальный шлейф; 4 – переслаивание коренных пород; 5 – крупнообломочные отложения; 6 – делювиально-коллювиальный шлейф

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ

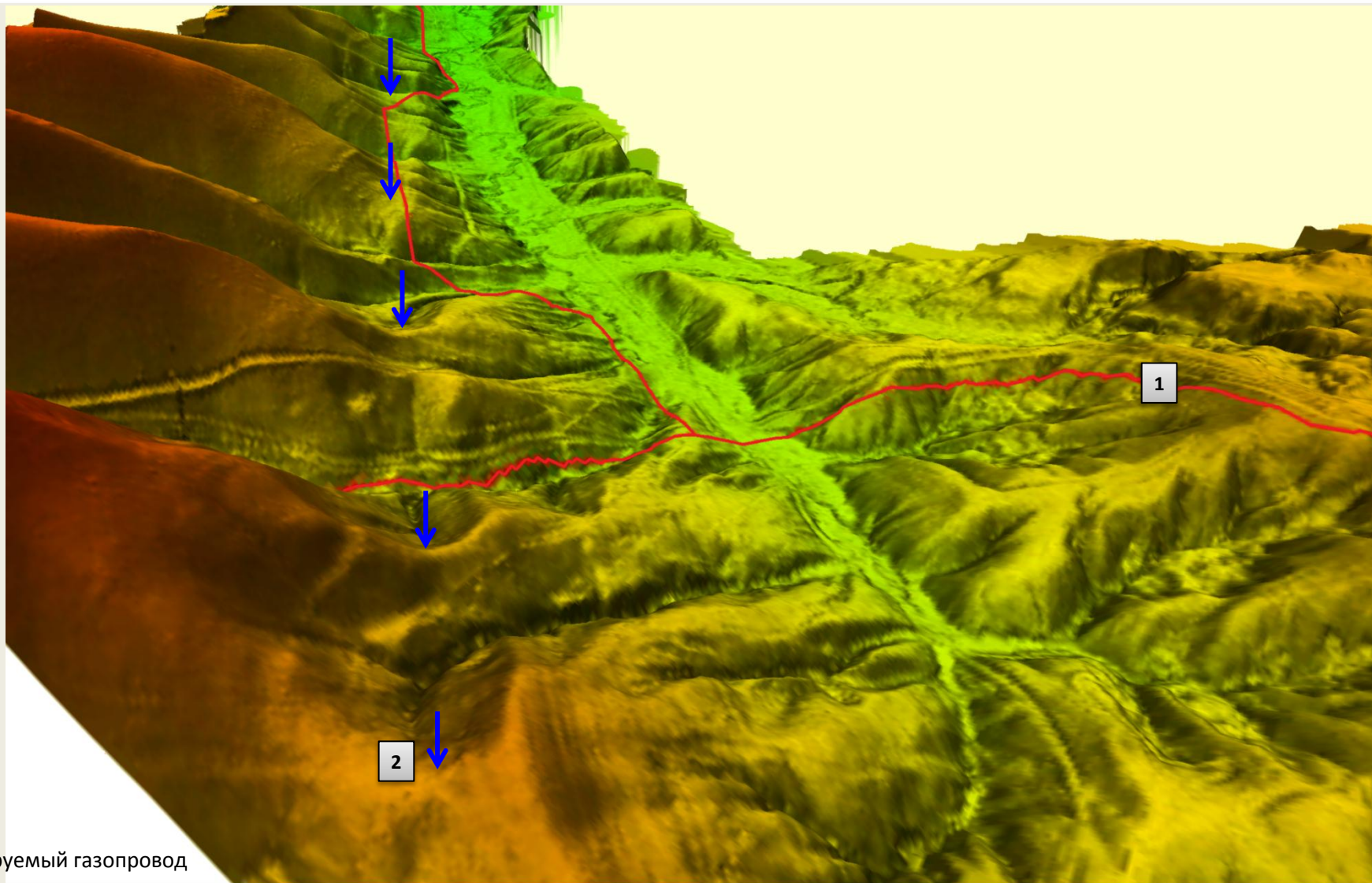
Масштаб 1 : 1000 (Алтай)



Цифровая модель местности «Алтай» (цифровая модель рельефа с отключёнными точками лазерных отражений не относящихся к классу земля, совмещённая с мозаикой аэрофотоснимков)

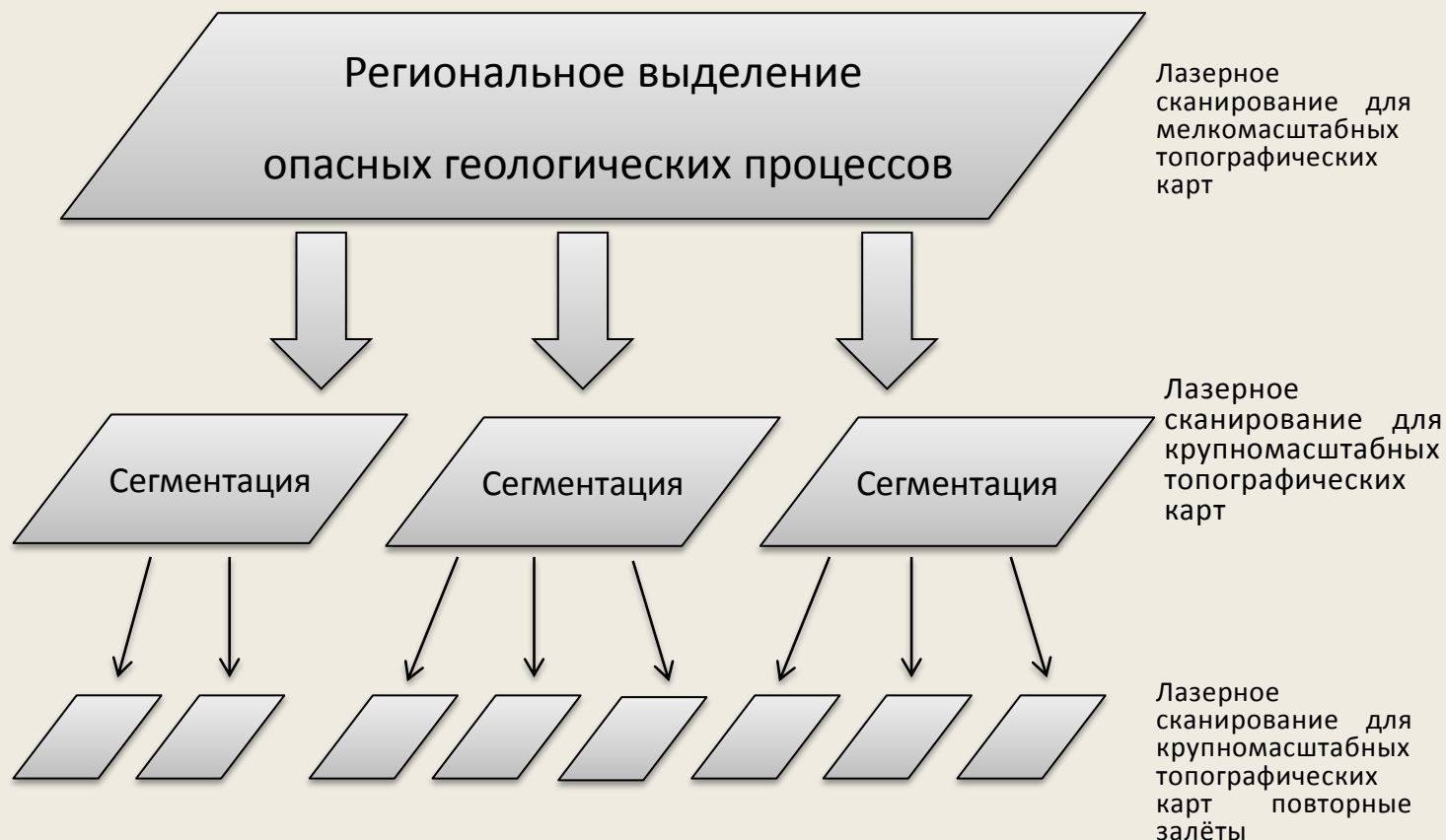
ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА

Масштаб 1 : 500 (Северный Кавказ)



1 - Проектируемый газопровод
2 - Уступ

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА ВИЗУАЛЬНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ опасных геологических процессов и явлений по данным воздушного лазерного сканирования



Установка оборудования на
участках проведения мониторинга

ВЫХОДНОЙ МАТЕРИАЛ СКАНИРОВАНИЯ , облако точек

Выходным материалом сканирования является облако точек. Каждая точка характеризуется пятью параметрами – тремя пространственными координатами X , Y , Z , интенсивностью отражения I и временем регистрации t .

Для построения *цифровой модели рельефа* важными численными параметрами, характеризующими каждую лазерную точку, являются значения пространственных координат X_p , Y_p , Z_p в некоторой заранее заданной системе координат.

Для проведения *мониторинга* используются все параметры, значения пространственных координат X_p , Y_p , Z_p , интенсивность отражённого импульса I , т.е. значение энергии импульса, вернувшейся на приёмник излучения и t – время регистрации лазерной точки.

ДВУМЕРНАЯ СЕТОЧНАЯ ОБЛАСТЬ С ВЫСОТНОЙ ВЕЛИЧИНОЙ

$$\overline{\text{Point}} = \begin{bmatrix} \text{point}_{0,0} & \dots & \text{point}_{0,j} & \dots & \text{point}_{0,Ny+1} & \dots & \text{point}_{0,Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{point}_{i,0} & \dots & \text{point}_{i,j} & \dots & \text{point}_{i,Ny+1} & \dots & \text{point}_{i,Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{point}_{Nx+1,0} & \dots & \text{point}_{Nx+1,j} & \dots & \text{point}_{Nx+1,Ny+1} & \dots & \text{point}_{Nx+1,Ny} \\ \text{point}_{Nx,0} & \dots & \text{point}_{Nx,j} & \dots & \text{point}_{Nx,Ny+1} & \dots & \text{point}_{Nx,Ny} \end{bmatrix}$$

Где $\text{point}_{i,j}$ – высота на пересечении i -ой и j -ой линии двумерной горизонтальной сеточной области. Если узел попадает за пределы линии съёмки, то $\text{point}_{i,j}=0$.

$$\overline{\text{Grid}} = \begin{bmatrix} \bar{H}_{0.0} & \dots & \bar{H}_{0.j} & \dots & \bar{H}_{0.Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{H}_{i.0} & \dots & \bar{H}_{i.j} & \dots & \bar{H}_{i.Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{H}_{Nx.0} & \dots & \bar{H}_{Nx.j} & \dots & \bar{H}_{Nx.Ny} \end{bmatrix}$$

Где $\bar{H}_{i,j}$ – матрица, математически описывающая пространство рельефа по высоте на пересечении i -ой и j -ой линий трехмерной сеточной области.

ФОРМИРОВАНИЕ СИНТЕЗИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ПОВЕРХНОСТИ СКЛОНОВ ВО ВРЕМЕНИ

Следовательно, получение значений изменений в рельефе при вычете разновременных моделях матриц с бинарными отметками будет иметь вид:

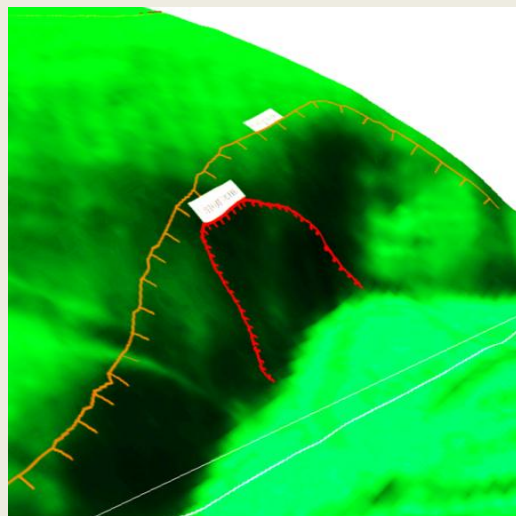
$$\overline{\text{Grid}}_n - \overline{\text{Grid}}_0 = \Delta \overline{\text{Grid}}$$

или

$$\begin{bmatrix} n\bar{H}_{0,0} & \dots & n\bar{H}_{0,j} & \dots & n\bar{H}_{0,Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ n\bar{H}_{i,0} & \dots & n\bar{H}_{i,j} & \dots & n\bar{H}_{i,Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ n\bar{H}_{Nx,0} & \dots & n\bar{H}_{Nx,j} & \dots & n\bar{H}_{Nx,Ny} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0\bar{H}_{0,0} & \dots & 0\bar{H}_{0,j} & \dots & 0\bar{H}_{0,Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0\bar{H}_{i,0} & \dots & 0\bar{H}_{i,j} & \dots & 0\bar{H}_{i,Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0\bar{H}_{Nx,0} & \dots & 0\bar{H}_{Nx,j} & \dots & 0\bar{H}_{Nx,Ny} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta\bar{H}_{0,0} & \dots & \Delta\bar{H}_{0,j} & \dots & \Delta\bar{H}_{0,Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta\bar{H}_{i,0} & \dots & \Delta\bar{H}_{i,j} & \dots & \Delta\bar{H}_{i,Ny} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta\bar{H}_{Nx,0} & \dots & \Delta\bar{H}_{Nx,j} & \dots & \Delta\bar{H}_{Nx,Ny} \end{bmatrix}$$

Аппаратно-программные средства работают с бинарными кодами, в соответствии с этим объёмную матрицу массива точек следует представить в виде, матрицы, которая имеет бинарную разметку (рельеф - 1, водоём и отсутствие съёмки – 0)

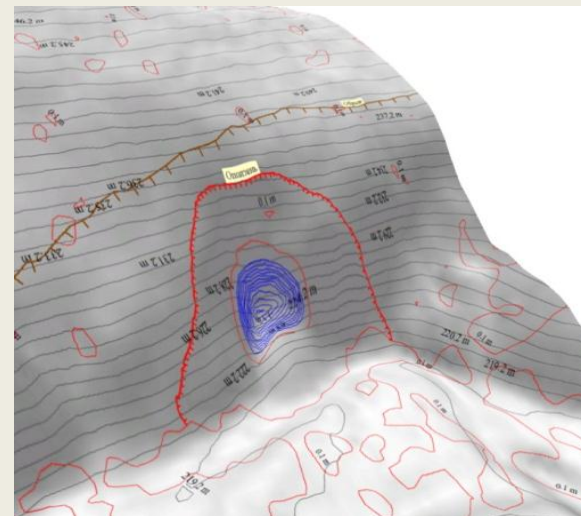
ФРАГМЕНТ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ. Динамика склоновых процессов.



-



=



Положительная динамика



Отрицательная динамика

Опыт, накопленный в области применения аэрометодов при изысканиях, показывает их исключительную эффективность по сравнению с традиционными методами сбора информации как в части значительного снижения трудоёмкости и сокращения сроков изысканий, так и в части широты охвата различных видов информации, необходимой для проектирования.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!