



Обоснование установки
крепления бортов карьера
Пустынное за счет
комплексного
моделирования в
программных
обеспечениях Rocscience

Октябрь 2024

Любое использование данного материала без соглашения
АО «АК Алтыналмас» строго запрещено



О месторождении



Месторождение золота «**Пустынное**» расположено в Актогайском районе Карагандинской области в 100 км восточнее г. Балхаш.

Добыча ведется открытым способом.

Геологически **Пустынное** характеризуется сложной системой трещин и неоднородностью пород, что требует проведения детальных исследований для оценки устойчивости бортов карьера.

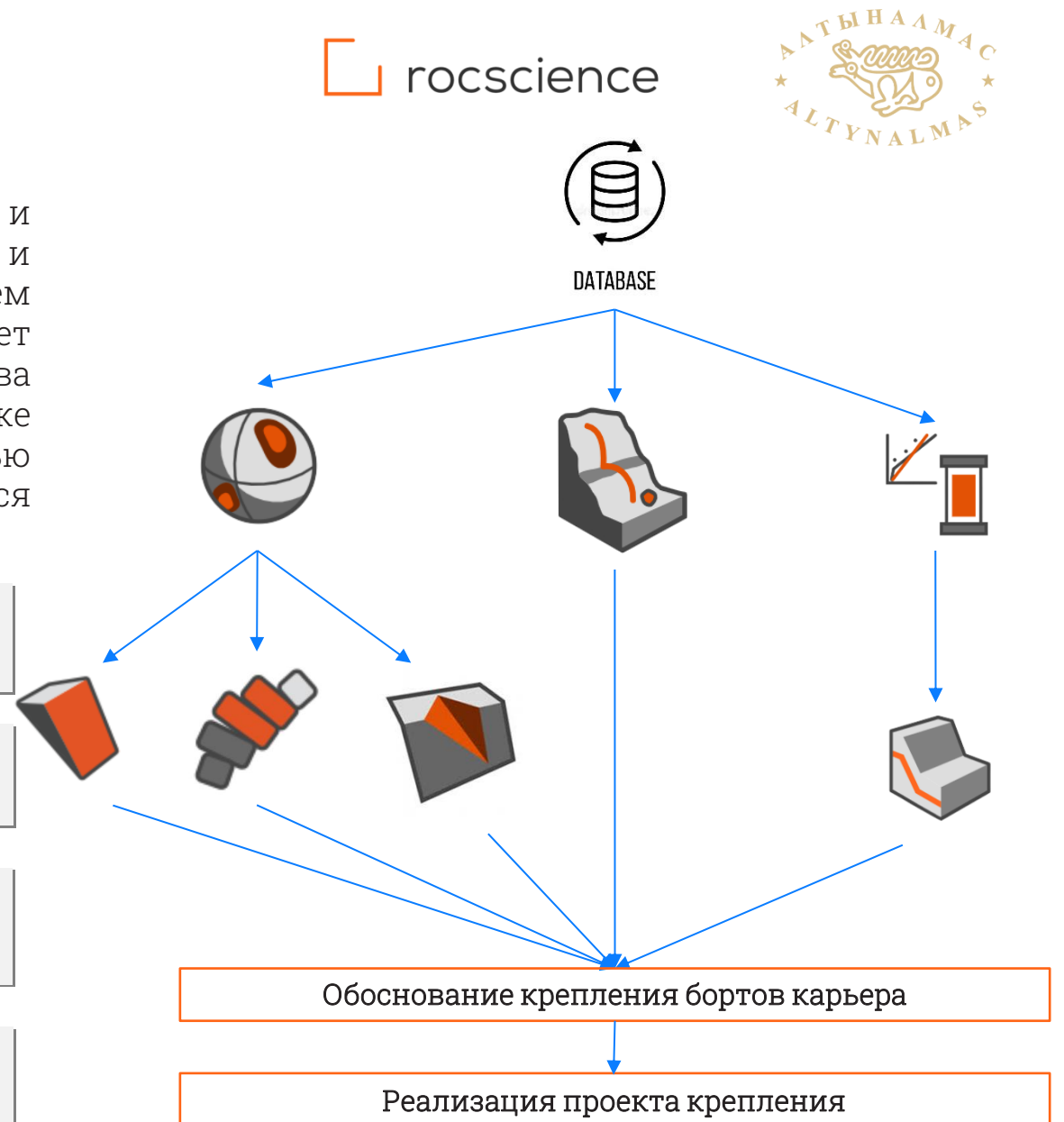
Геомеханики месторождения активно применяют инновационные методы мониторинга, сбора и анализа данных, включая использование программного обеспечения **Rocscience** для моделирования и оценки геомеханических рисков.



Цель и реализация

Целью исследования является обеспечение устойчивости и безопасности бортов карьера **Пустынное** путем разработки и обоснования мер по их укреплению с использованием армированной сетки. Достижение этой цели требует всестороннего анализа геомеханического состояния массива горных пород, выявления зон потенциальных рисков, а также моделирования и оценки устойчивости склонов. С помощью программного обеспечения **Rocscience** проводится комплексное моделирование, включающее:

- 1 3D моделирование карьера в **Slide 3** для общего анализа устойчивости всех бортов
- 2 Анализ систем трещин в **Dips** для определения основных систем трещин
- 3 Расчет коэффициентов запаса устойчивости в **Swedge**, **RocTopple**, **RocPlane (RocSlope2)** для выявления участков с риском обрушения по типу разрушения
- 4 Оценка риска камнепадов в **RockFall 3** на критических участках



Трехмерное моделирование в Slide 3



Трехмерное моделирование бортов карьера **Пустынное** в программном обеспечении **Slide 3** было выполнено для анализа общего состояния устойчивости склонов. В **Slide 3** была создана подробная модель карьера с учетом геометрии склонов, параметров массивов горных пород и различных геомеханических характеристик. Основные этапы моделирования включали:



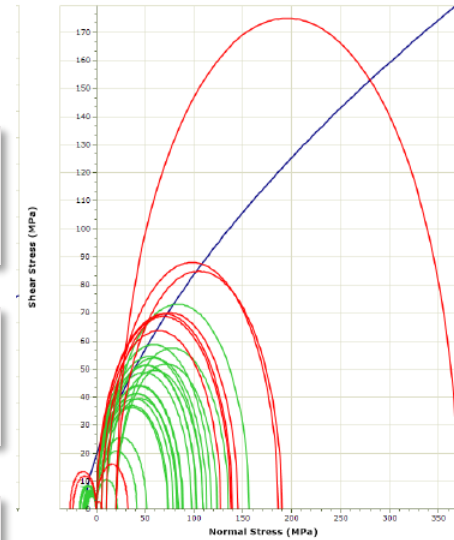
Создание цифровой модели рельефа – построена геолого-структурная модель карьера



Построение паспорта прочности в **RsData**
Назначение геотехнических характеристик пород – каждому слою и блоку массива были присвоены физико-механические свойства

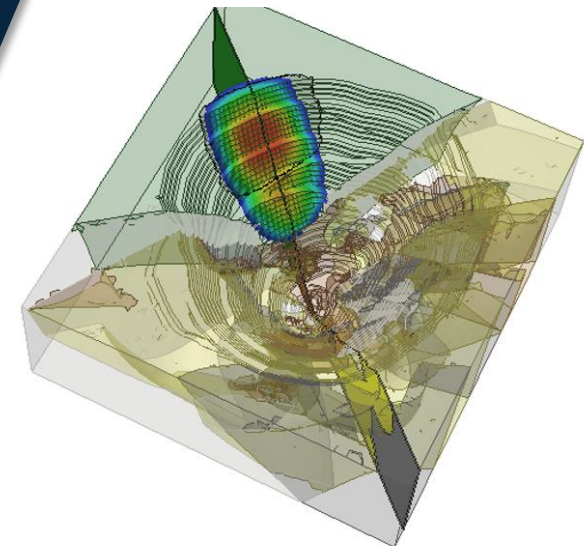
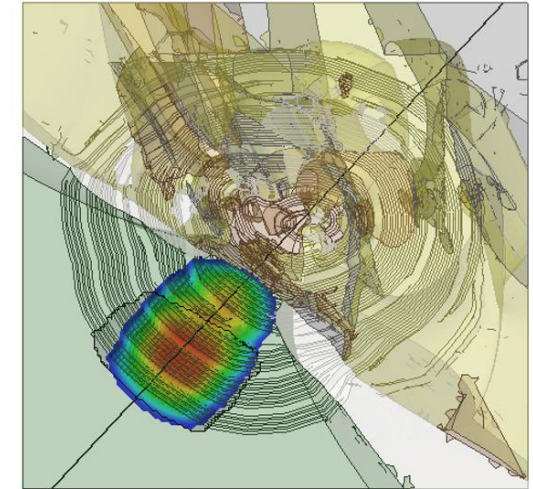


Расчетный анализ устойчивости – в **Slide 3** проведен анализ устойчивости для разных участков бортов с целью определения их общего состояния.



— SL - Principal Stress Envelope
◆ SL - Dataset Included in Compute
◆ SL - Dataset Excluded from Compute
— SL - Shear vs. Normal Stress Envelope
— SL - Mohr Circles from Computed Dataset
— SL - Mohr Circle(s) from Uncomputed Dataset

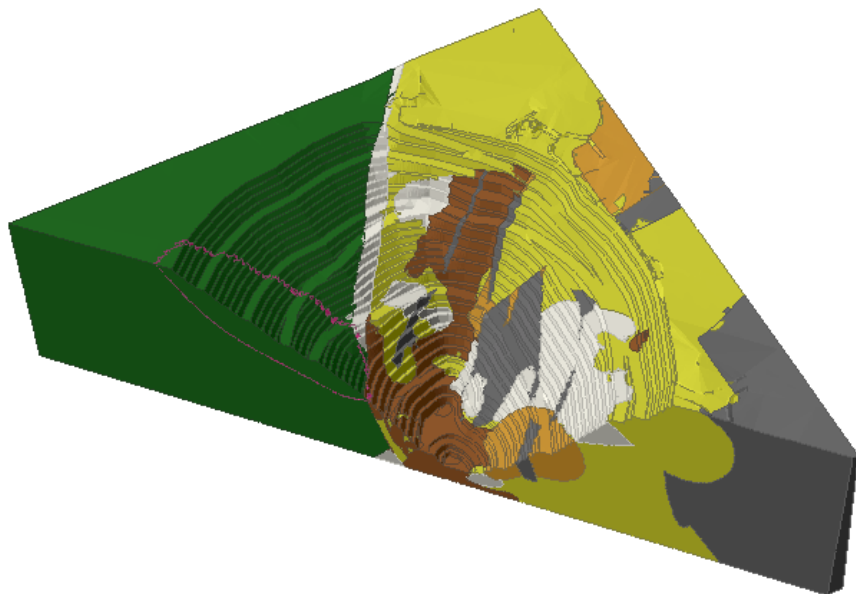
SL	
Results (Triaxial)	
intact uniaxial compressive strength (sigc)	87.343 MPa
m	0.697
cohesion (c)	
Prediction Interval	
interval	none
Curve Fit Parameters	
fit algorithm	modified cuttan
error summation	basic
error type	absolute
Tensile Cutoff	
cutoff option	none



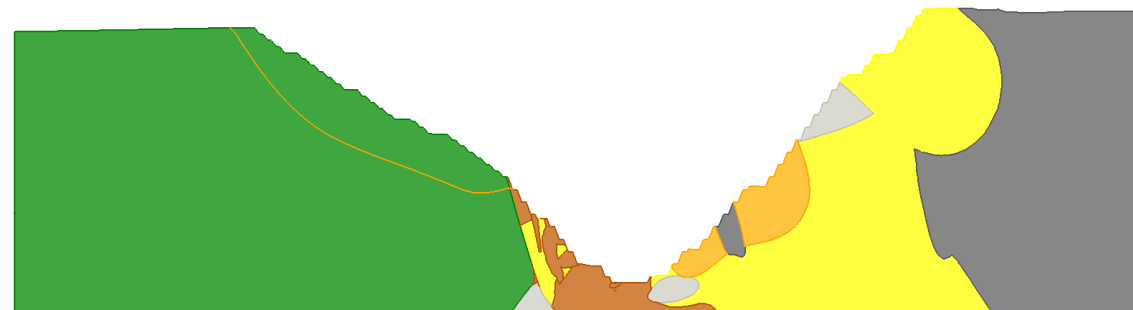
Результаты моделирования в Slide 3



FS: 2.042



FS: 1.941

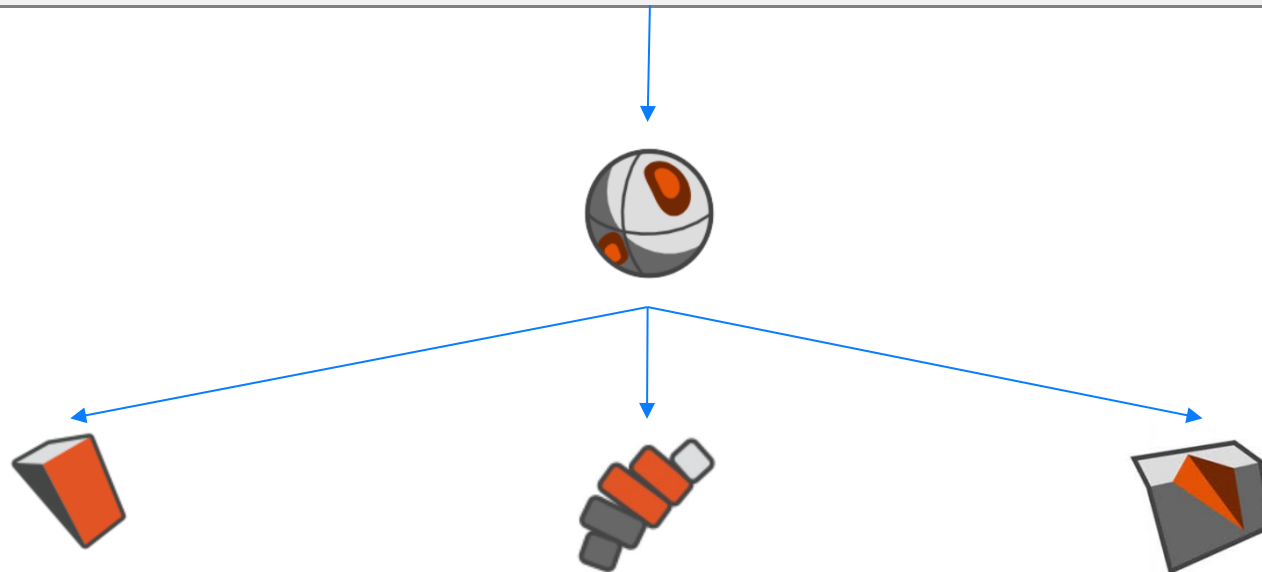


Результаты моделирования показали, что при учёте только внешней геометрии и основных характеристик пород все борта карьера демонстрируют устойчивость и высокий коэффициент запаса.

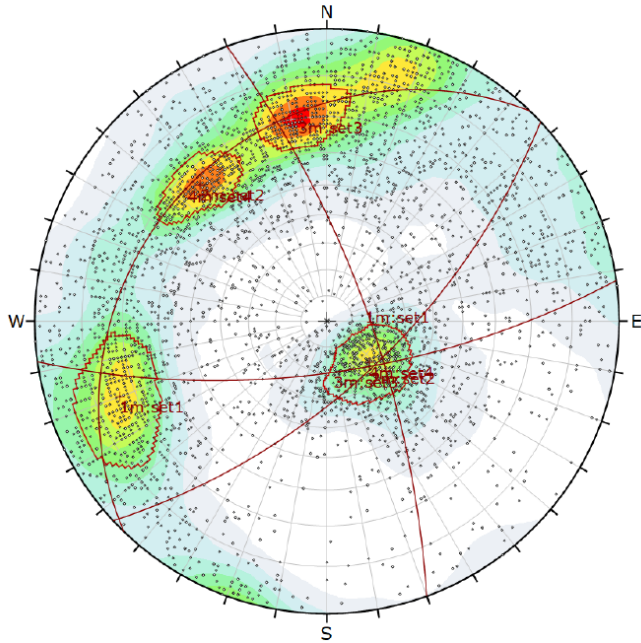
Влияние структур на устойчивость бортов



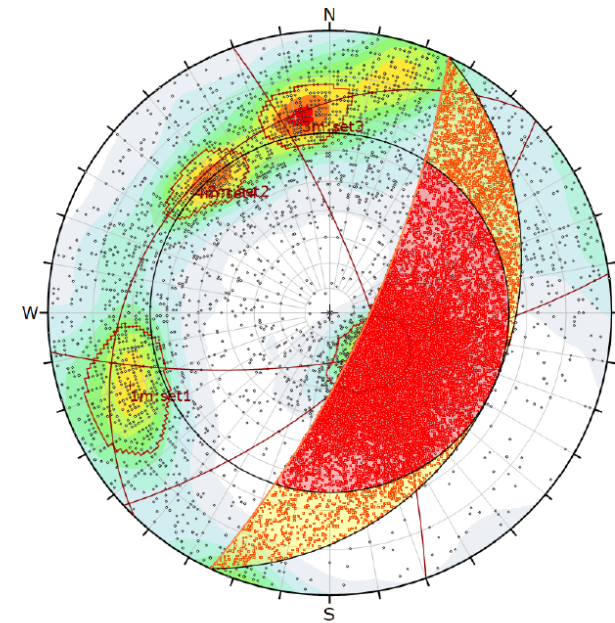
Результаты расчета в трехмерной постановке позволяет определить целостную картину устойчивости бортов на макроуровне. Тем не менее, для оценки локальных рисков и выявления возможных зон неустойчивости потребовалось более детальное моделирование в специализированных программах **Rocscience**, что позволило глубже исследовать влияние структур на устойчивость отдельных склонов.



Определение основных систем трещин и кинематического анализа в Dips



Symbol	Feature		
-	Pole Vectors		
Density Concentrations			
Color	Density Concentrations		
	0.00 - 0.45		
	0.45 - 0.90		
	0.90 - 1.35		
	1.35 - 1.80		
	1.80 - 2.25		
	2.25 - 2.70		
	2.70 - 3.15		
	3.15 - 3.60		
	3.60 - 4.05		
	4.05 - 4.50		
Contour Data			
Contour Data	Pole Vectors		
Maximum Density	4.26%		
Contour Distribution	Fisher		
Counting Circle Size	1.0%		
Mean Set Planes			
Color	Dip	Dip Direction	Label
1m	74	70	set1
2m	65	137	set2
3m	70	172	set3
4m	23	314	set4
Plot Mode		Pole Vectors	
Vector Count		3929 (3929 Entries)	
Hemisphere		Lower	
Projection		Equal Angle	

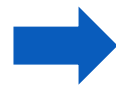
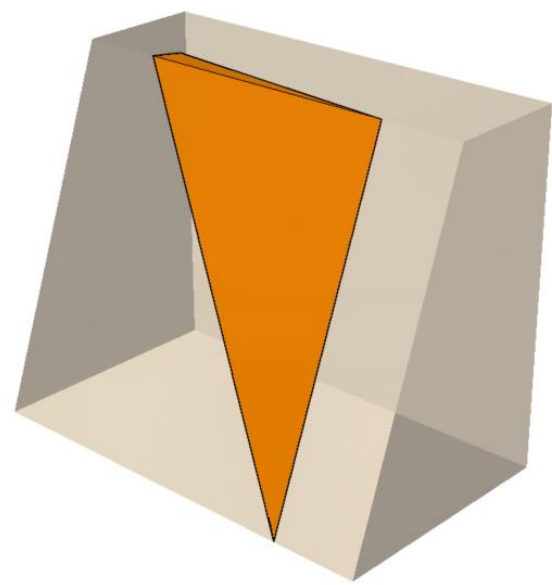


Symbol	Feature			
-	Pole Vectors			
+	Critical Intersection			
Density Concentrations				
Color	Density Concentrations			
	0.00 - 0.45			
	0.45 - 0.90			
	0.90 - 1.35			
	1.35 - 1.80			
	1.80 - 2.25			
	2.25 - 2.70			
	2.70 - 3.15			
	3.15 - 3.60			
	3.60 - 4.05			
	4.05 - 4.50			
Contour Data				
Contour Data	Pole Vectors			
Maximum Density	4.26%			
Contour Distribution	Fisher			
Counting Circle Size	1.0%			
Kinematic Analysis				
Kinematic Analysis	Wedge Sliding			
Slope Dip	75			
Slope Dip Direction	115			
Friction Angle	25°			
	Wedge Sliding	Critical	Total	%
		2724101	7715879	35.31%
Mean Set Planes				
Color	Dip	Dip Direction	Label	
1m	74	70	set1	
2m	65	137	set2	
3m	70	172	set3	
4m	23	314	set4	
Plot Mode		Pole Vectors		
Vector Count		3929 (3929 Entries)		
Intersection Mode		Grid Data Planes		
Intersection Count		7715879		
Hemisphere		Lower		
Projection		Equal Angle		

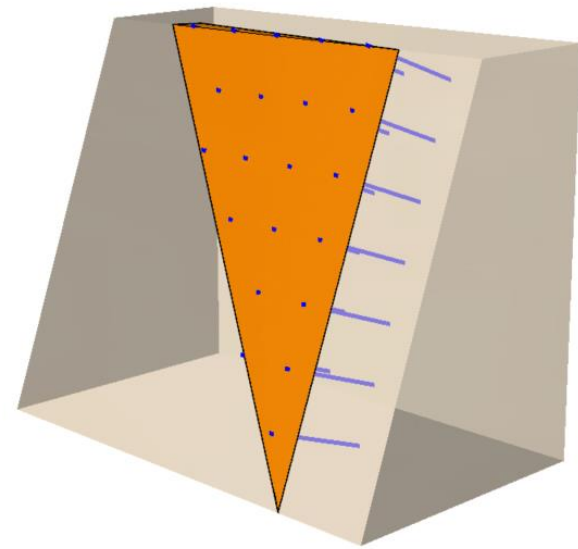
Расчет коэффициента запаса устойчивости в Swedge



Wedge Analysis FS: 1.04



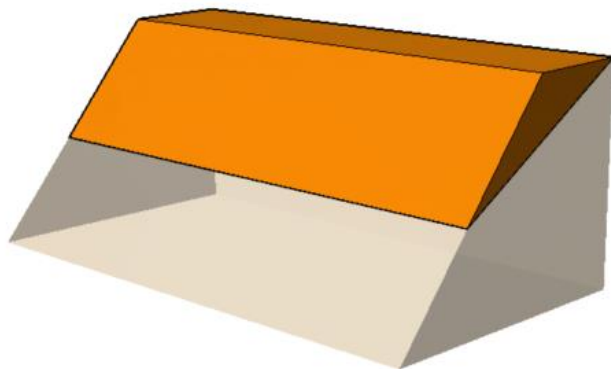
Wedge Analysis FS: 1.65



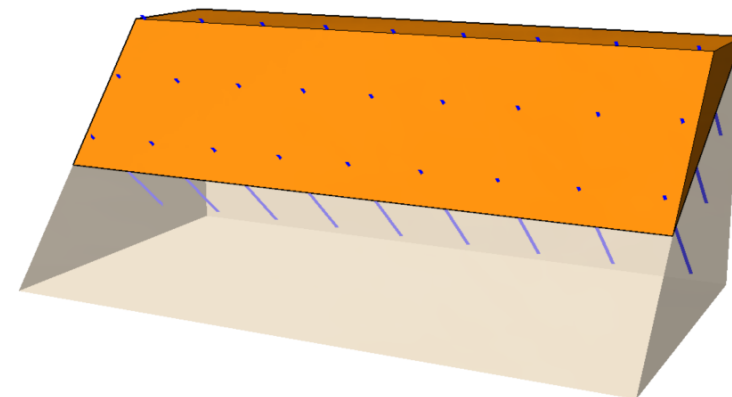
Расчет коэффициента запаса устойчивости в RocPlane



Planar Analysis FS: 1.02



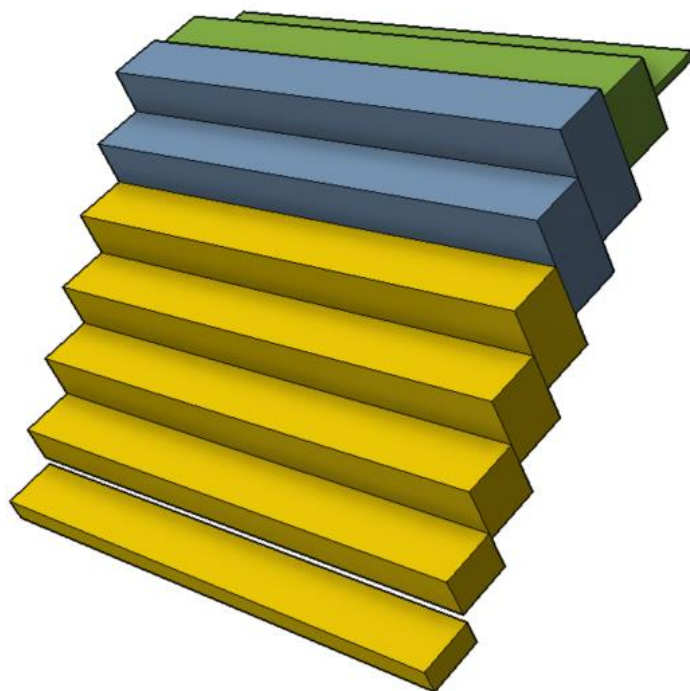
Planar Analysis FS: 1.318



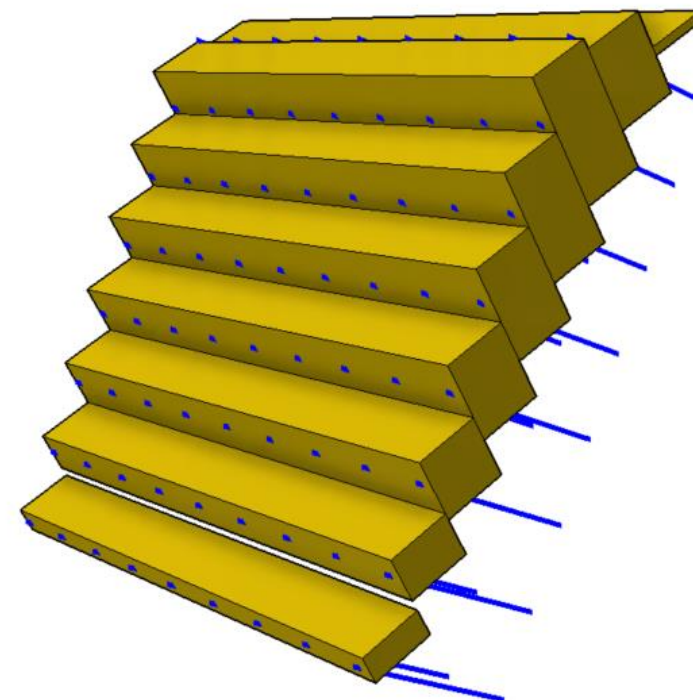
Расчет коэффициента запаса устойчивости в RocTopple



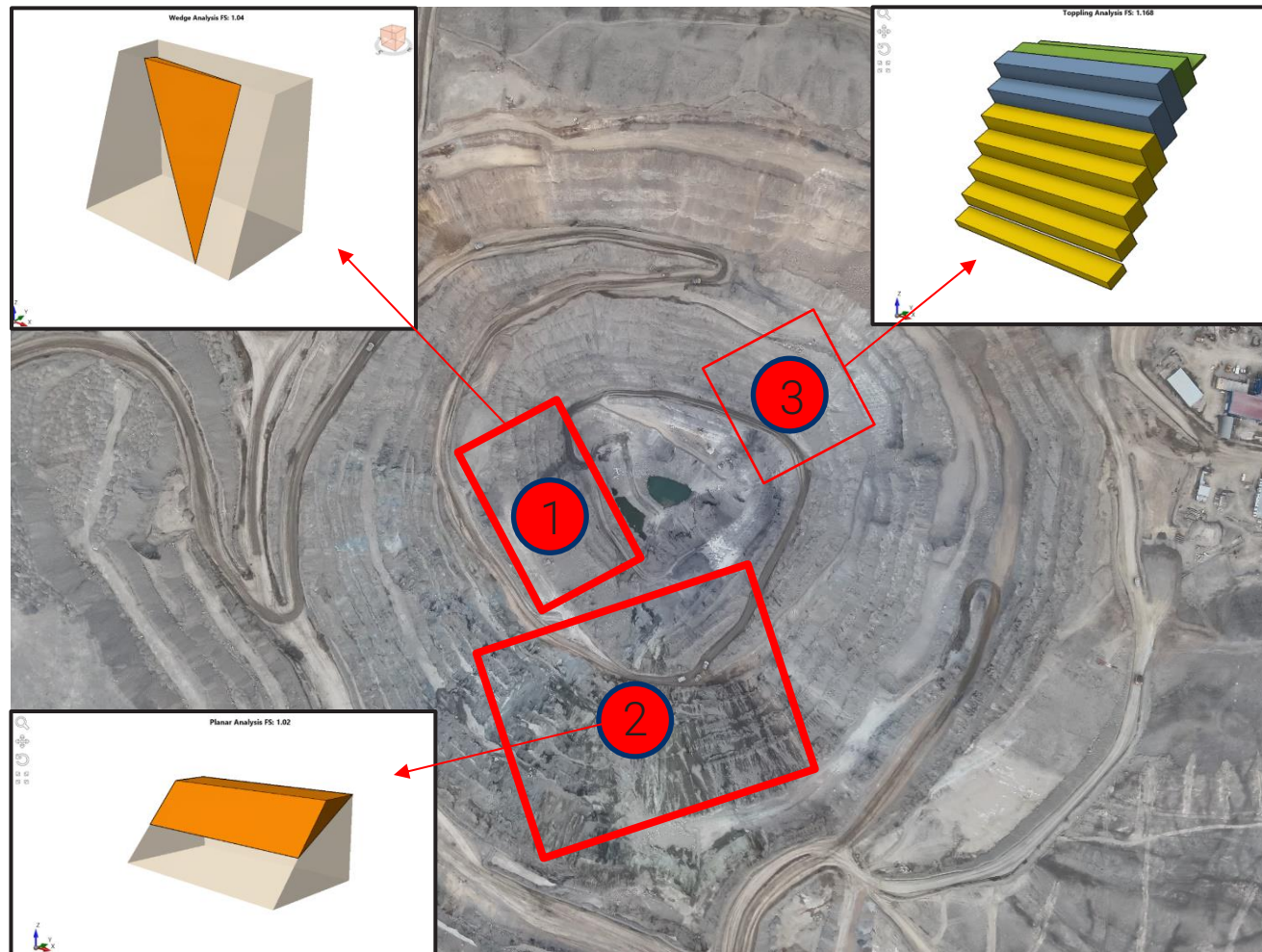
Toppling Analysis FS: 1.168



Toppling Analysis FS: 1.55



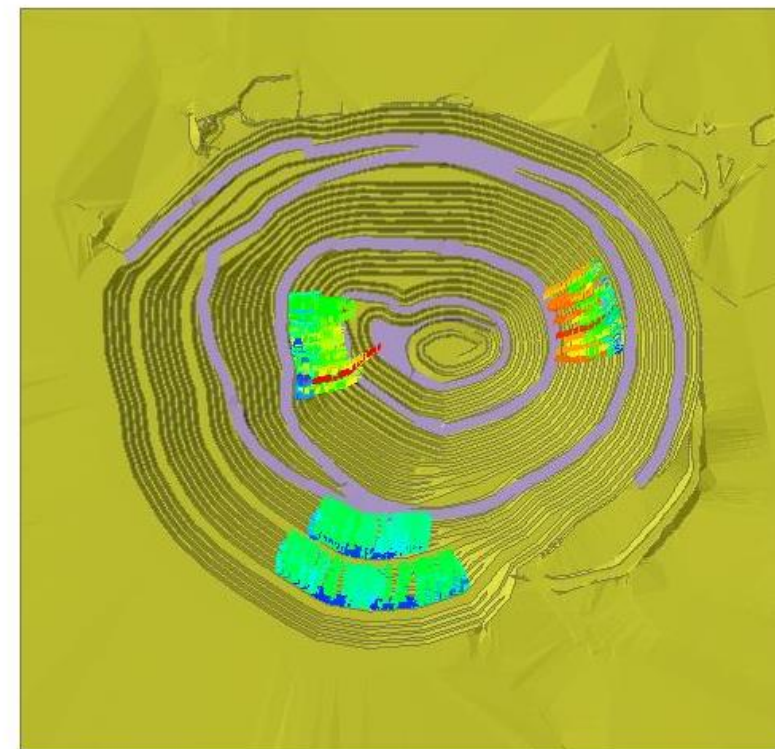
Участки по типам обрушения



На основе результатов расчетов устойчивости склонов с учетом структур карьера **Пустынное** были определены участки с наибольшим риском обрушения. Учитывая выявленные риски были предложены меры направленные на повышение устойчивости породного массива и минимизацию опасностей для работы на карьере путем анкерного крепления.

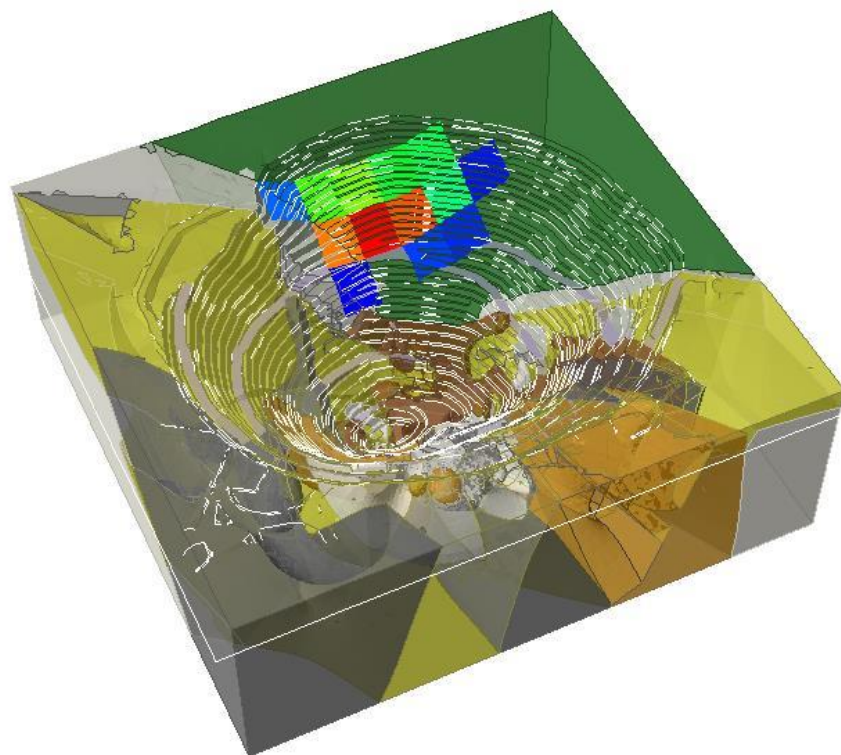
Анализ риска камнепадов в RocFall 3

rocscience

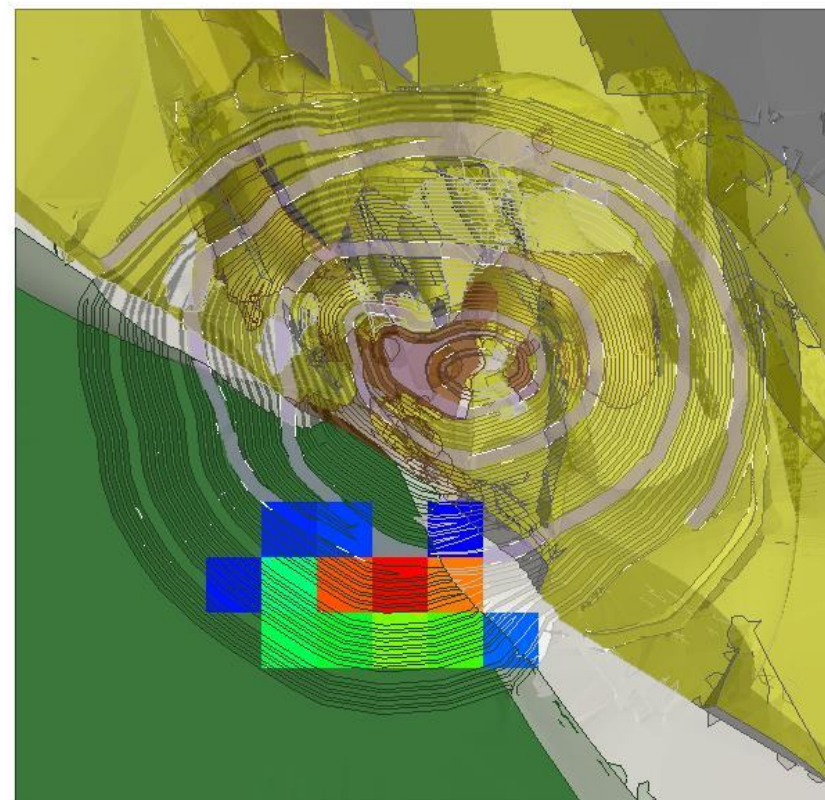


На участках с потенциальными геотехническими рисками при ведении визуального и инструментального мониторинга наблюдается и осыпание горной массы.

Расчет юго-западного борта на камнепады

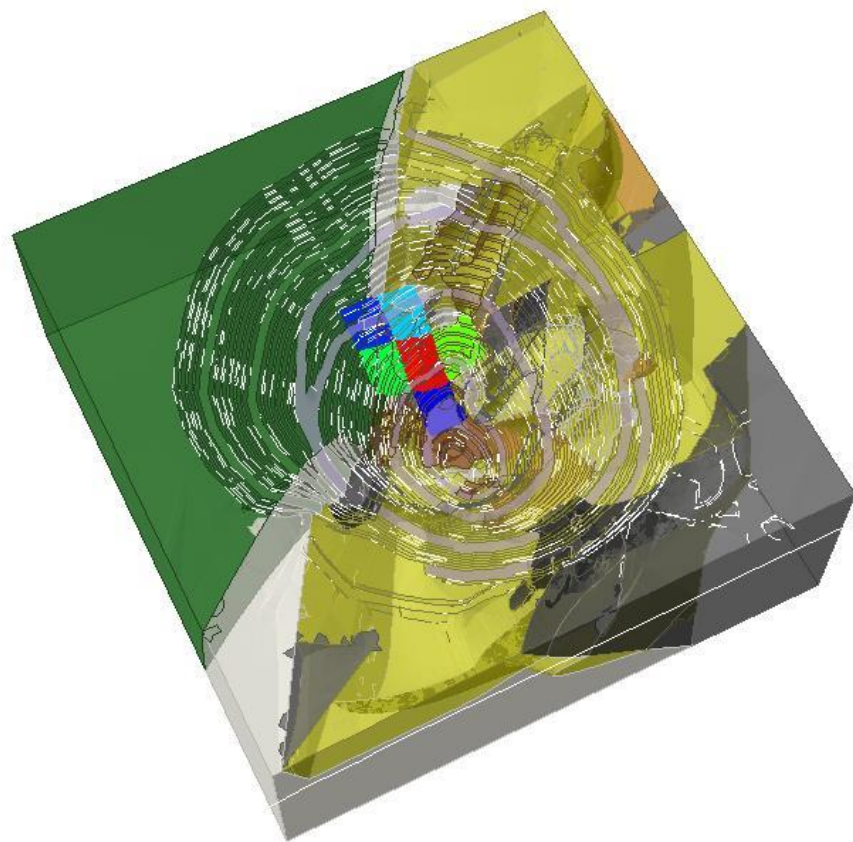


Вид в изометрии

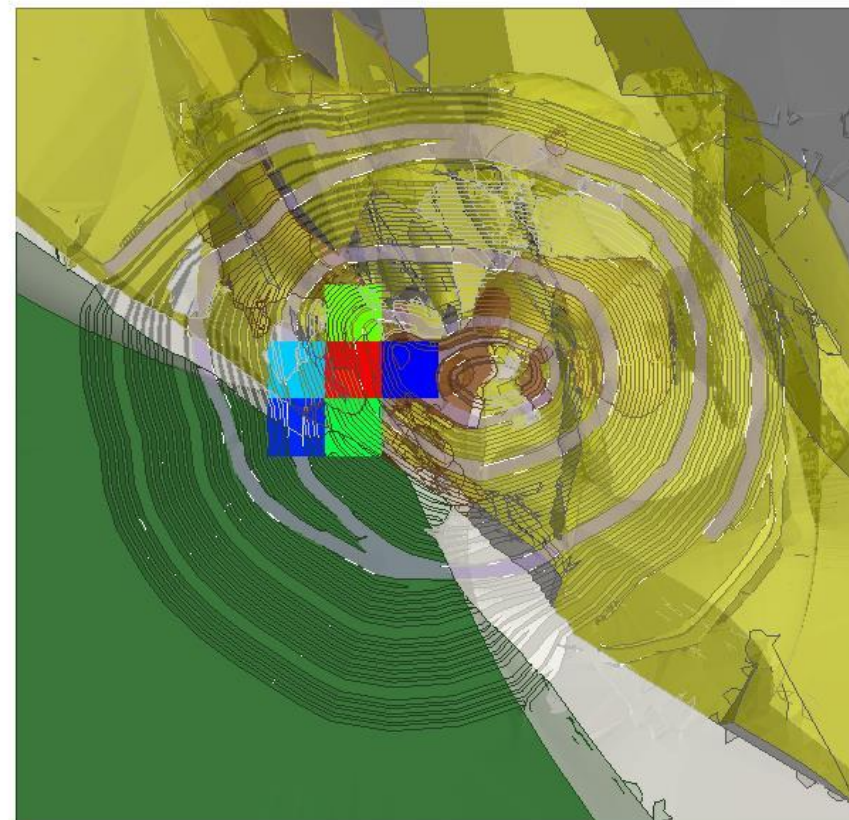


Вид в плане

Расчет западного борта на камнепады

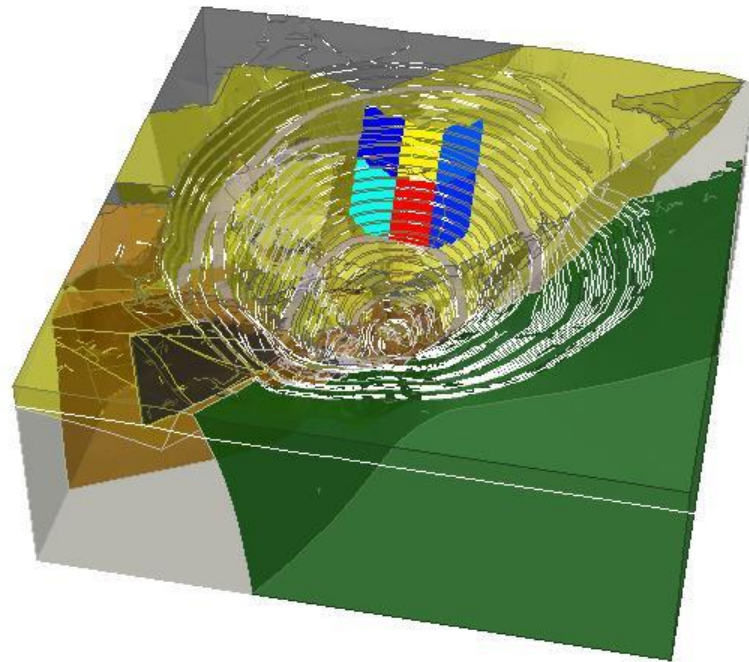


Вид в изометрии

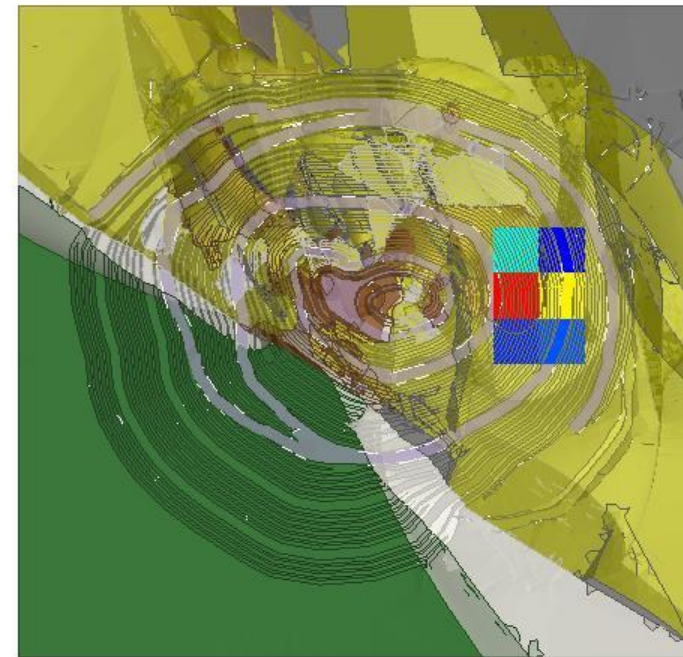


Вид в плане

Расчет восточного борта на камнепады

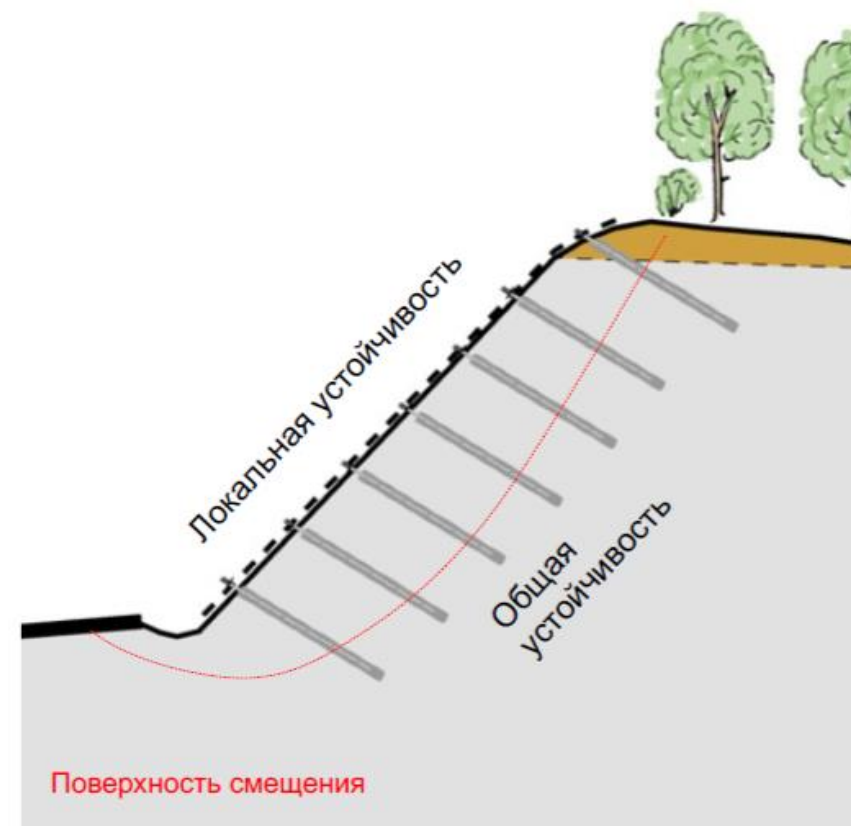
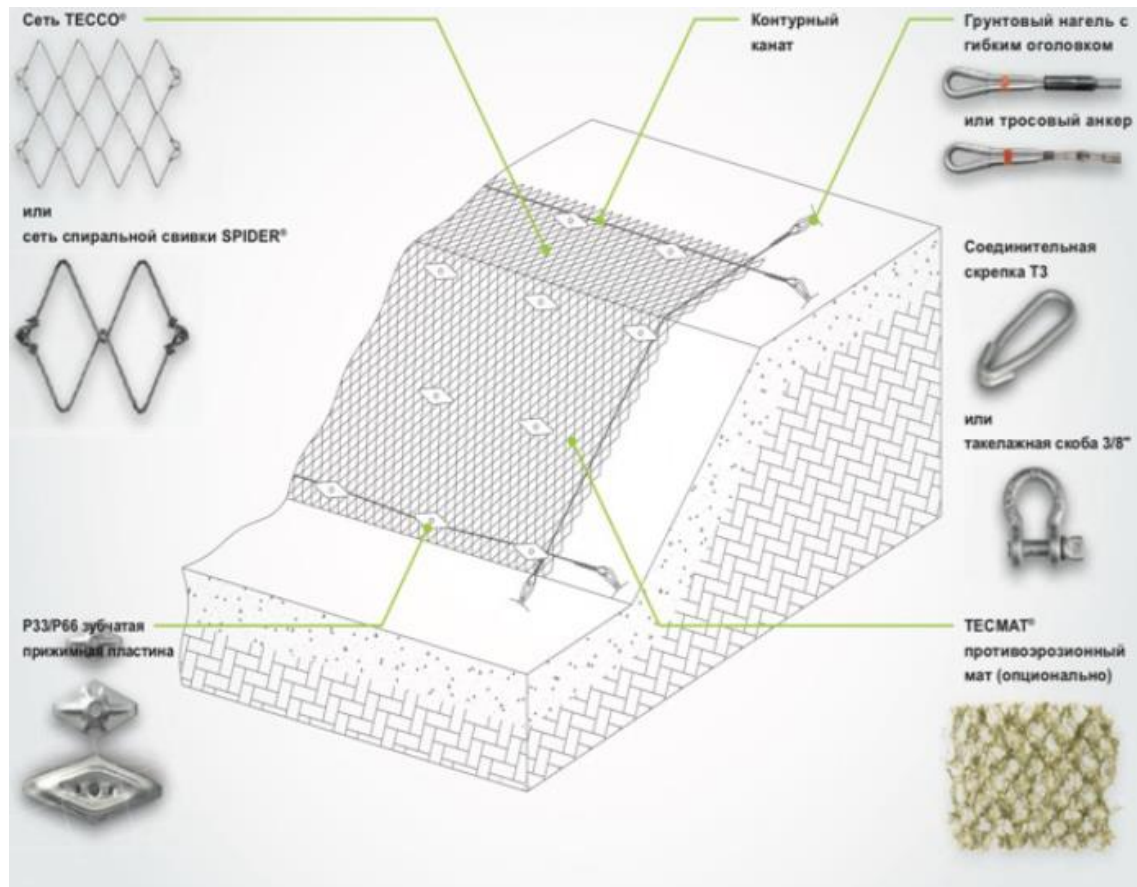


Вид в изометрии



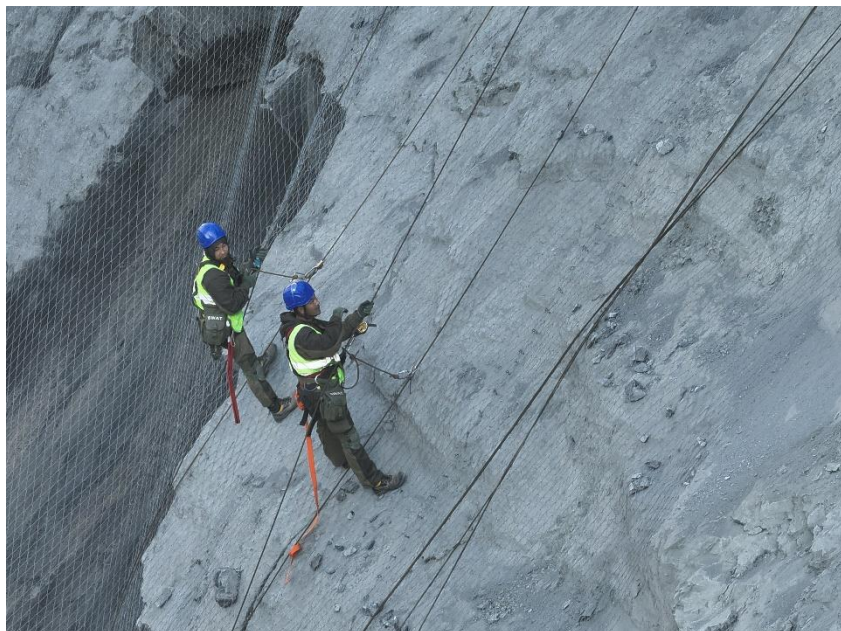
Вид в плане

Рекомендации по укреплению бортов карьера Пустынное



Реализация укрепления бортов с противокампанной завесой карьера Пустынное

rocscience





Спасибо за внимание

АО «АК Алтыналмас»
050013 (А15Х3С7), Республика Казахстан,
г. Алматы, Площадь Республики 15
Тел: +7 (727) 350-02-00
E-mail: info@altynalmas.kz
Web site: www.altynalmas.kz

Любое использование данного материала без соглашения
АО «АК Алтыналмас» строго запрещено