

# Интеграция стратегии и тактики при планировании открытых горных работ

**3DEXPERIENCE FORUM**



BUSINESS IN THE AGE OF EXPERIENCE

# Каковы цели планирования?

Цели планирования горного производства:

1. максимизация чистой приведенной стоимости (NPV)
2. возвращение инвестиций (RI) проекта с учетом всех ограничивающих факторов

# Особенности горного планирования

- Низкая достоверность информации о распределении качества руды в недрах
- Необходимость распределения работ не только во времени, но и в пространстве
- Объект планирования находится в постоянном изменении
- Необходимость одновременного учета множества факторов

# Цикл планирования на горном производстве

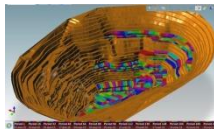
## Операционное планирование

- Планирование на смену – час
- Quintiq



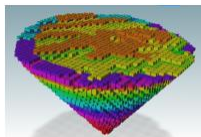
## Краткосрочное планирование

- Планирование на месяц – сутки
- MineSched



## Среднесрочное планирование

- Планирование на 1 - 5 лет
- MineSched



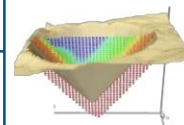
## Управление производством

- Сбор информации
- Принятие решений
- InSite



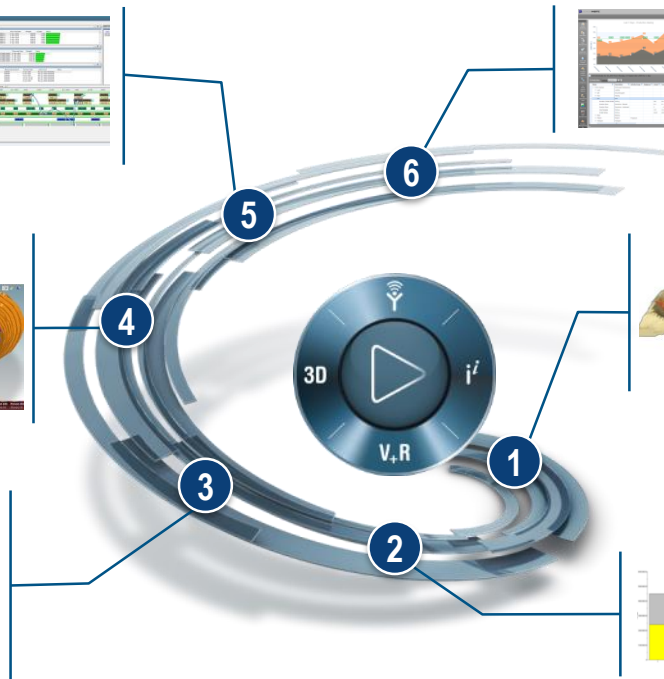
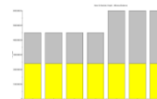
## Определение предельного контура карьера

- Положение на конец отработки
- Whittle



## Стратегическое планирование

- Планирование всей жизни рудника (LOM)
- Whittle



# Цикл планирования на горном производстве

## Операционное планирование

- Планирование на смену – час
- Quintiq



## Управление производством

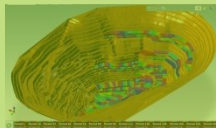
- Сбор информации
- Анализ решений
- InSite



## Операционное планирование

## Краткосрочное планирование

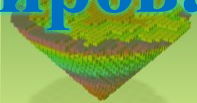
- Планирование на месяц –сутки
- MineSched



## Тактическое планирование

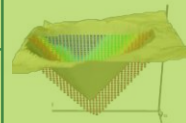
## Среднесрочное планирование

- Планирование на 1 - 5 лет
- MineSched



## Определение предельного контура карьера

- Положение на конец отработки
- Whittle



## Стратегическое планирование

## Стратегическое планирование

- Планирование всей жизни рудника (LOM)
- Whittle

# Ответ на вопросы

Необходимо создать  
цифровой двойник предприятия,  
научиться им управлять  
и  
поддерживать его жизненный цикл

1. В каких контурах планировать на каждом временном горизонте?
2. Какие выделить промежуточные фазы (пятилетки)?
3. С какого временного горизонта начинать? (долгосрочный, среднесрочный, краткосрочный)
4. Какая последовательность фронтов?
5. Какие шаги при изменении условий и исходных данных?

# Вертикальная интеграция

Интеграция между уровнями планирования – основа в понимании управления вашими узкими местами.



# Стратегия или Тактика ?



Стратегия	Тактика
Определение цели	Достижение цели
Выбор стратегии	Следование стратегии
Достижение максимальной прибыли	Достижение минимальных затрат
Проектирование	Реализация
Определение ограничений	Определение ресурсов
Определение чувствительности проекта	Проверка влияния операционных практик

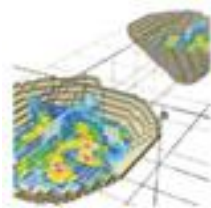


# Программное обеспечение GEOVIA

## Стратегическое и Тактическое планирование



**DS GEOVIA | Whittle**



ПО GEOVIA Whittle - всемирно признанное программное обеспечение для стратегического планирования горных работ, используемое для определения и оптимизации экономической эффективности проектов открытых горных работ.



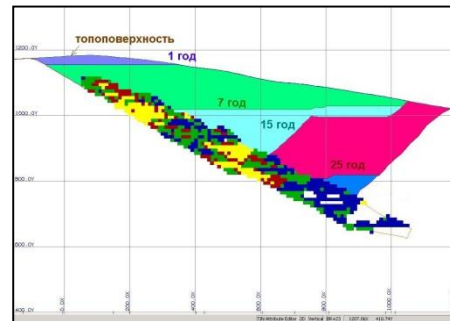
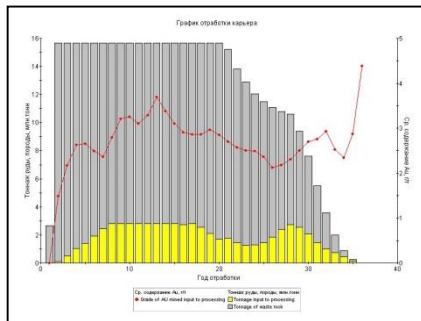
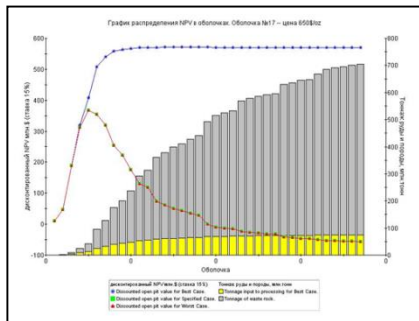
**DS GEOVIA | MineSched**



ПО GEOVIA MineSched - инструмент для долгосрочного и краткосрочного планирования для открытых карьеров и подземных рудников всех размеров и типов. Повышает производительность и качество планирования горных работ по сравнению с неавтоматизированным режимом.

# Стратегическое планирование

- 

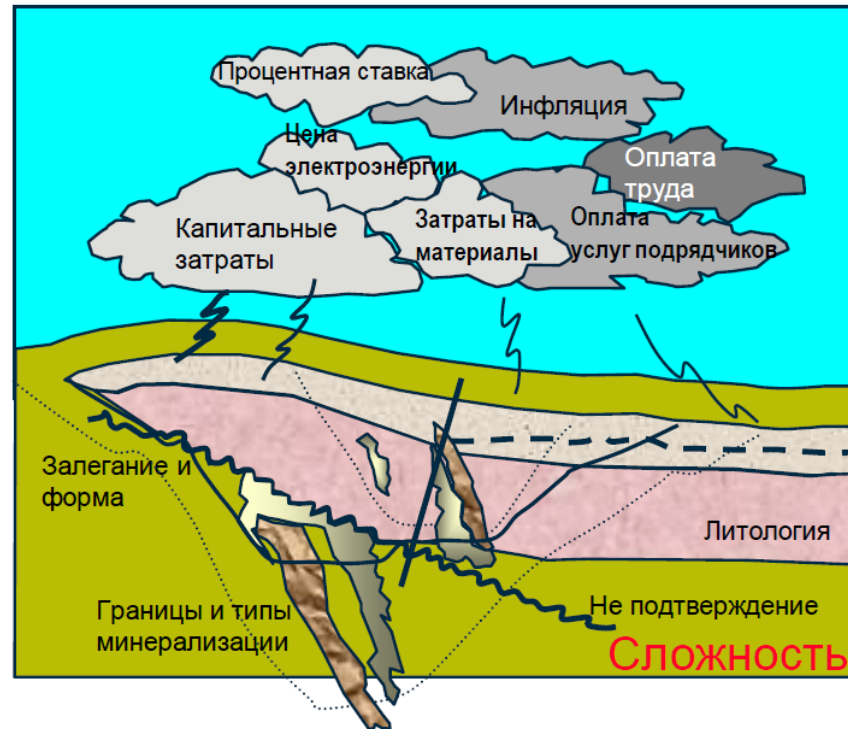


# GEOVIA Whittle

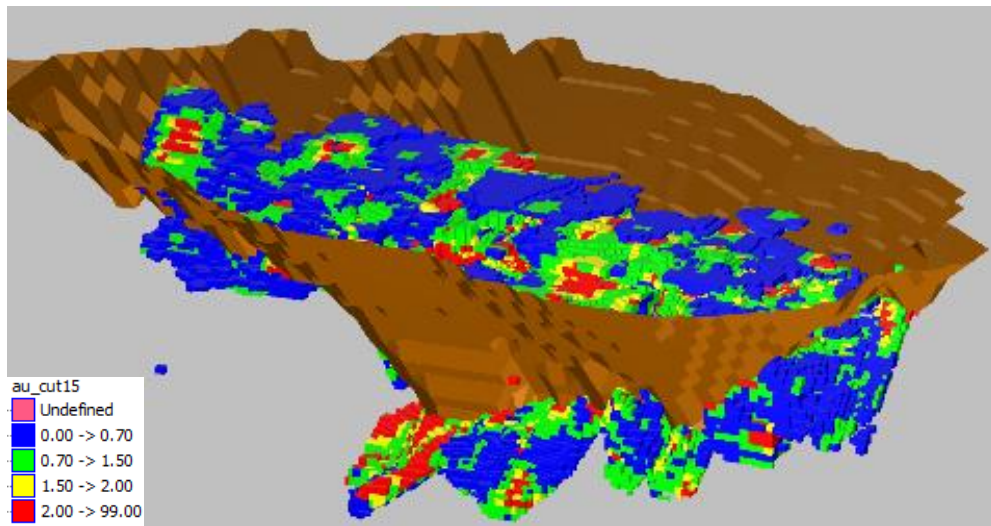
Позволяет оперировать множеством параметров

Себестоимость добычи	\$/т
Разубоживание	%
Потери	%
Себестоимость обогащения руды	\$/т
Извлечение золота	%
Цена золота на мировом рынке	\$/oz
Затраты на продажу золота (пользование недрами %, налог на имущество \$/oz, коммерческие расходы, аффинаж)	\$/oz
Производительность ОФ по годам	тыс.т/год
Производительность карьера по годам	тыс.т/год
Ставка дисконтирования в год	%

- Геологические
- Горнотехнические
- Metallургические
- Экономические
- Производственные



# Оптимизация – где и какого размера будет карьер?

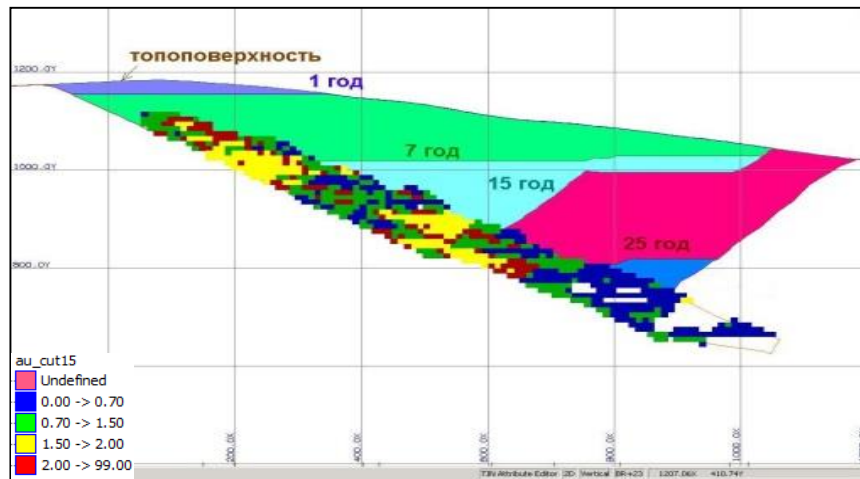


- ▶ Алгоритмы оптимизации
  - ▶ Лерча-Гроссмана
  - ▶ Псевдопоток
- ▶ Максимизация чистой прибыли

$$\begin{array}{c} \text{Прибыль} = \text{Доходы} - \text{Расходы} \\ \text{Ценность} = \text{Объем продукта} * \text{Цена продукта} - \text{Тоннаж руды} * \text{Цена переработки} - \text{Тоннаж горной массы} * \text{Цена добычи} \end{array}$$

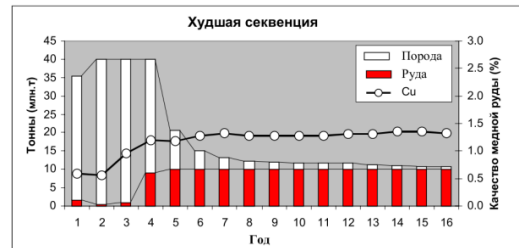
# GEOVIA Whittle

## Стратегическое планирование\экономическая оценка

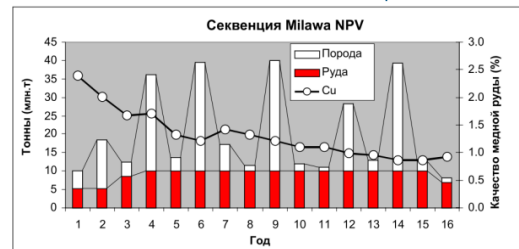


- ✓ Анализ вложенных оболочек
- ✓ Алгоритм планирования Milawa
- ✓ Оптимизация боротого содержания
- ✓ Складирование и Шихтовка
- ✓ Simultaneous Optimisation

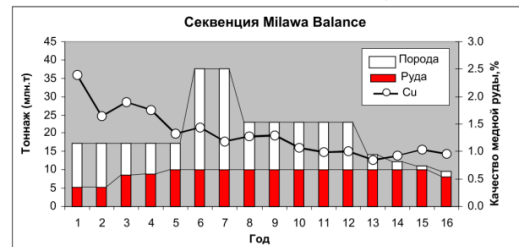
NPV \$249 млн



NPV \$354 млн



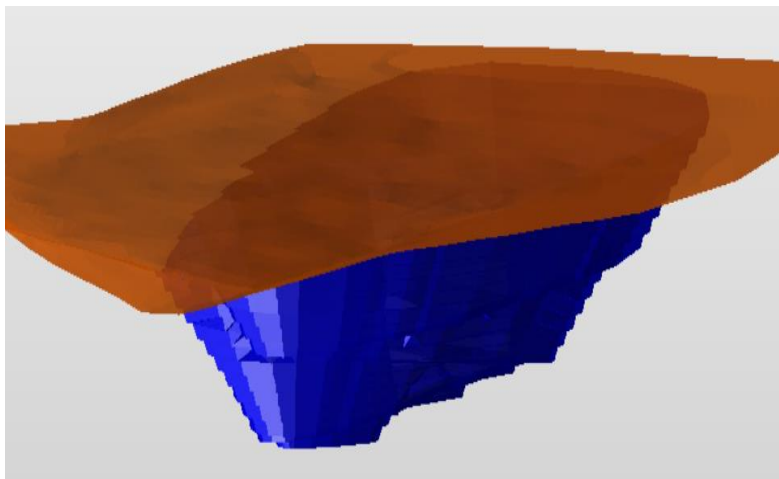
NPV \$344 млн



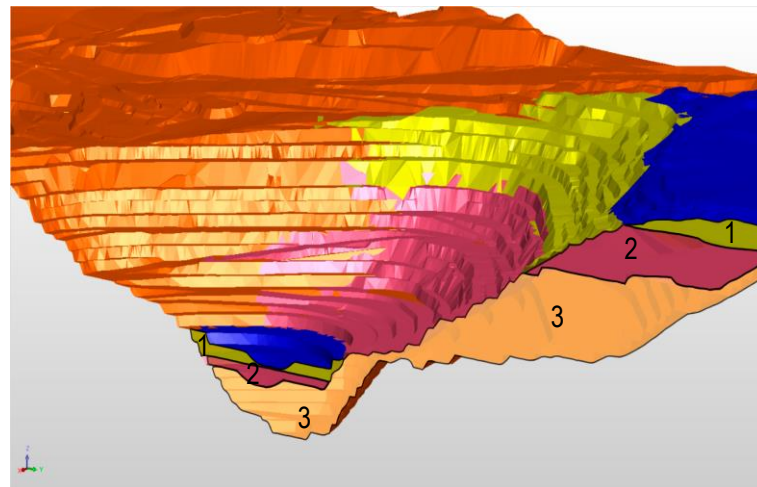
# Оптимизация – когда, где и какого размера будет карьер?

Новое или действующее месторождение?

3S GEOVIA | Whittle  
Новое месторождение



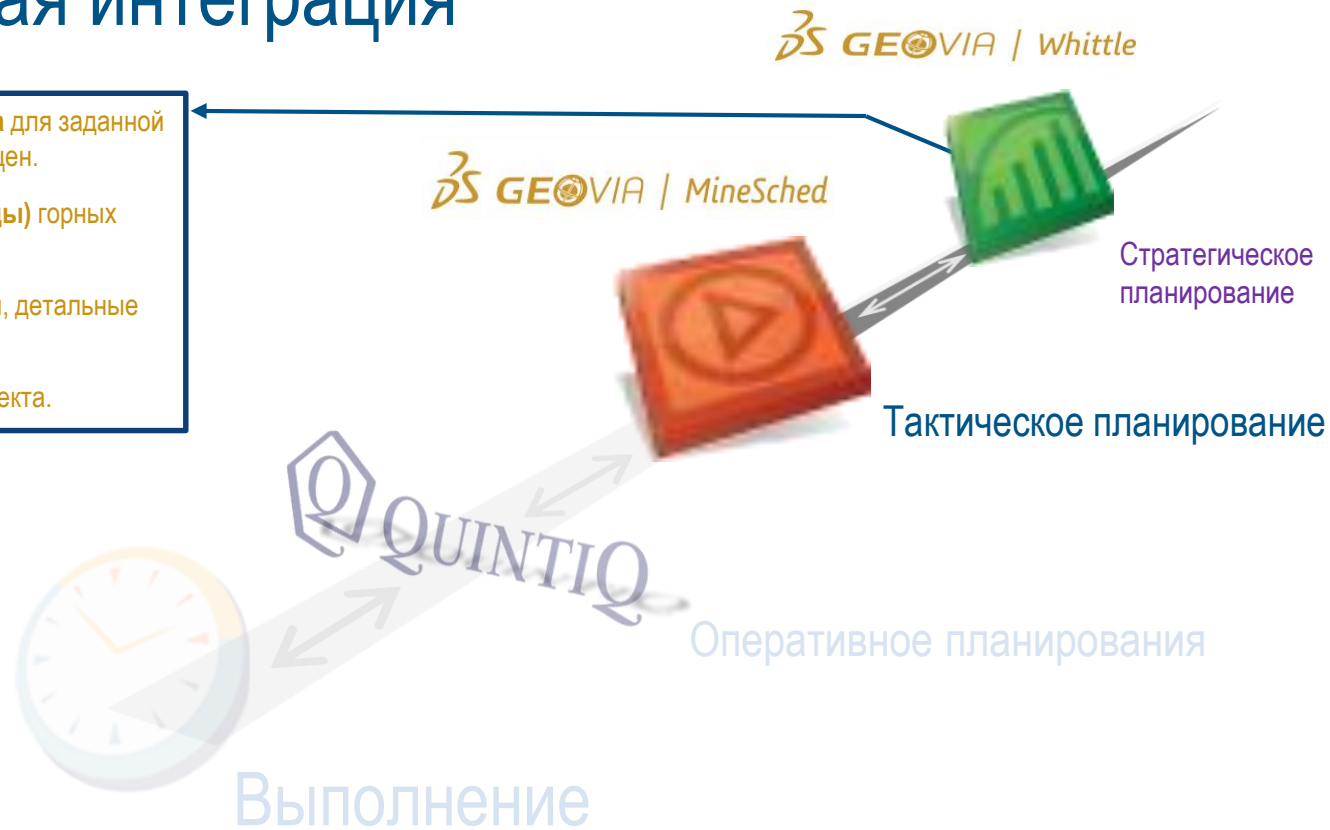
3S GEOVIA | Whittle  
Действующее месторождение





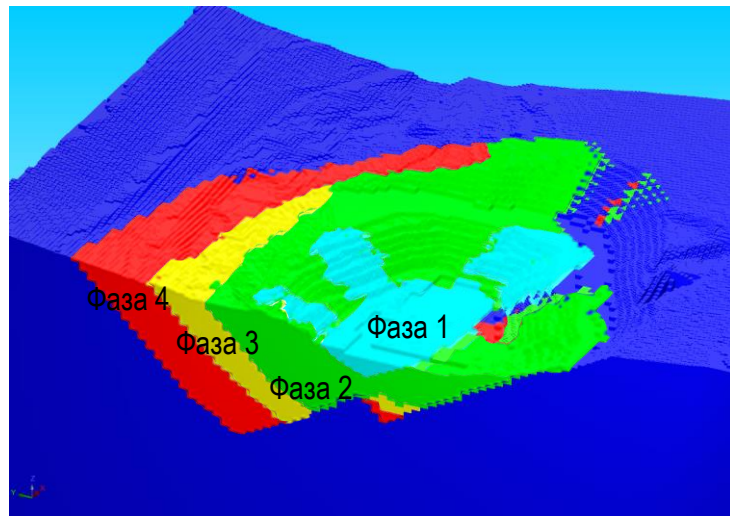
# Вертикальная интеграция

- ✓ **Оптимальный контур карьера** для заданной цены за металл и в диапазоне цен.
- ✓ **Фазы (стратегические периоды)** горных работ.
- ✓ Расчет **NPV**, срока окупаемости, детальные отчеты по периодам.
- ✓ Анализ **чувствительности** проекта.



# Экспорт результатов стратегического планирования в ПО MineSched

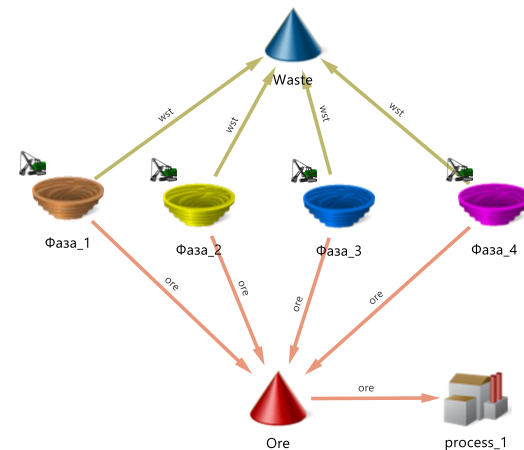
3D GEOVIA | Whittle



Идентификатор	Имя	Тип	Период	Объем	Производительность	Статус
1	Phase 1	Processing	2019-01-01	10000	1000	Active
2	Phase 2	Processing	2019-01-01	10000	1000	Active
3	Phase 3	Processing	2019-01-01	10000	1000	Active
4	Phase 4	Processing	2019-01-01	10000	1000	Active

Результаты планирования Whittle:  
 1) Поверхности оболочек фаз отработки  
 2) Объёмные показатели по добыче и переработке с разбивкой по фазам и периодам

3D GEOVIA | MineSched



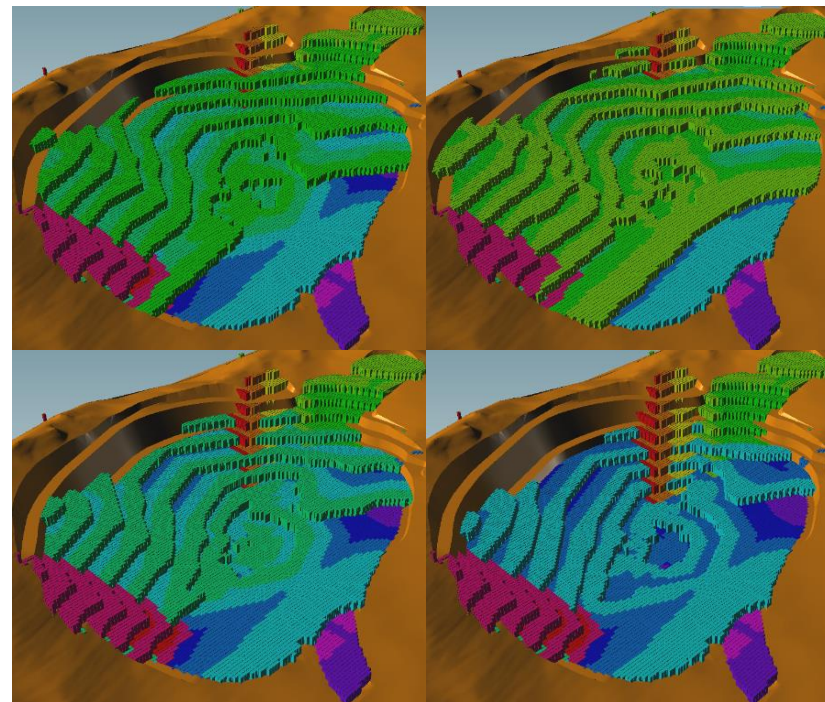
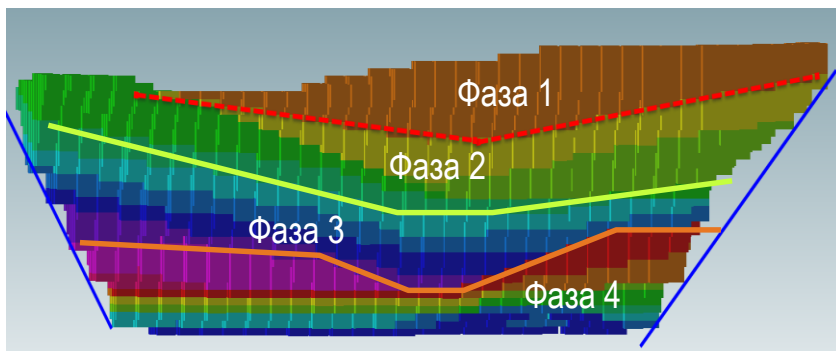
Настройка сценария MineSched:  
 1) Тактическая настройка работ по фазам  
 2) Настройка производительности по фазам в соответствии с периодами и переработке на фабрике

Идентификатор	Имя	Тип	Период	Объем	Производительность	Статус
1	Phase 1	Processing	2019-01-01	10000	1000	Active
2	Phase 2	Processing	2019-01-01	10000	1000	Active
3	Phase 3	Processing	2019-01-01	10000	1000	Active
4	Phase 4	Processing	2019-01-01	10000	1000	Active



# GEOVIA MineSched

Поиск направлений отработки внутри стратегических фаз для получения целевых объемно-качественных показателей

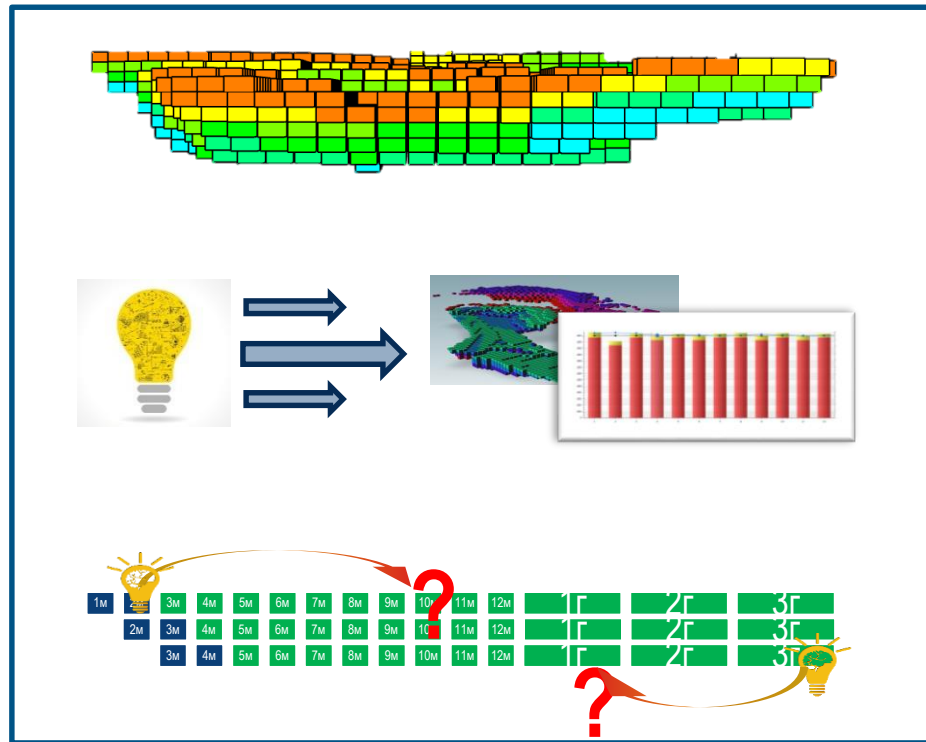


# GEOVIA MineSched

Какой блок должен быть добыт и когда

Оперативный анализ ваших идей

Анализ влияния периодов друг на друга

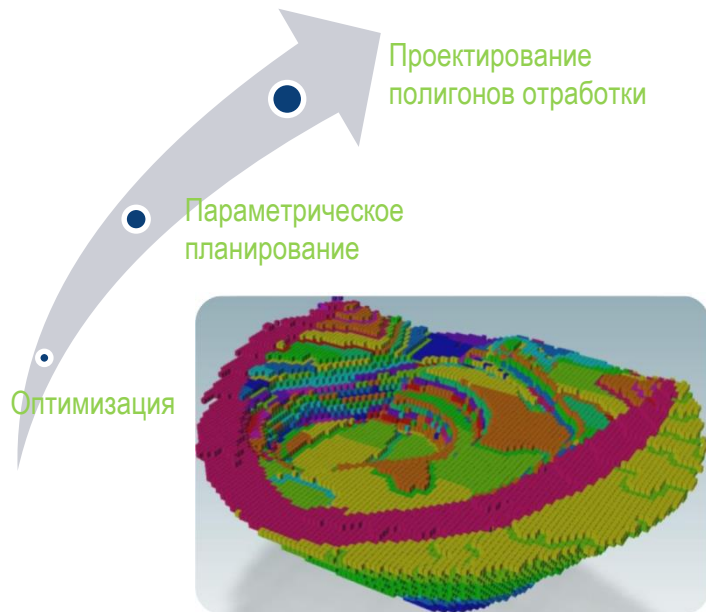


# Тактические проблемы в отсутствии **и** стратегического плана

- Решение может быть вовсе не найдено
- Требуется больше времени для поиска решения
- Найденное решение может быть наименее выгодным
- Трудоёмкий метод проб и ошибок при определении стратегии последовательности, направления отработки и шихтовки
- При изменении **и** вводных требуется много времени на поиск очередного решения.



# Долгосрочное планирование



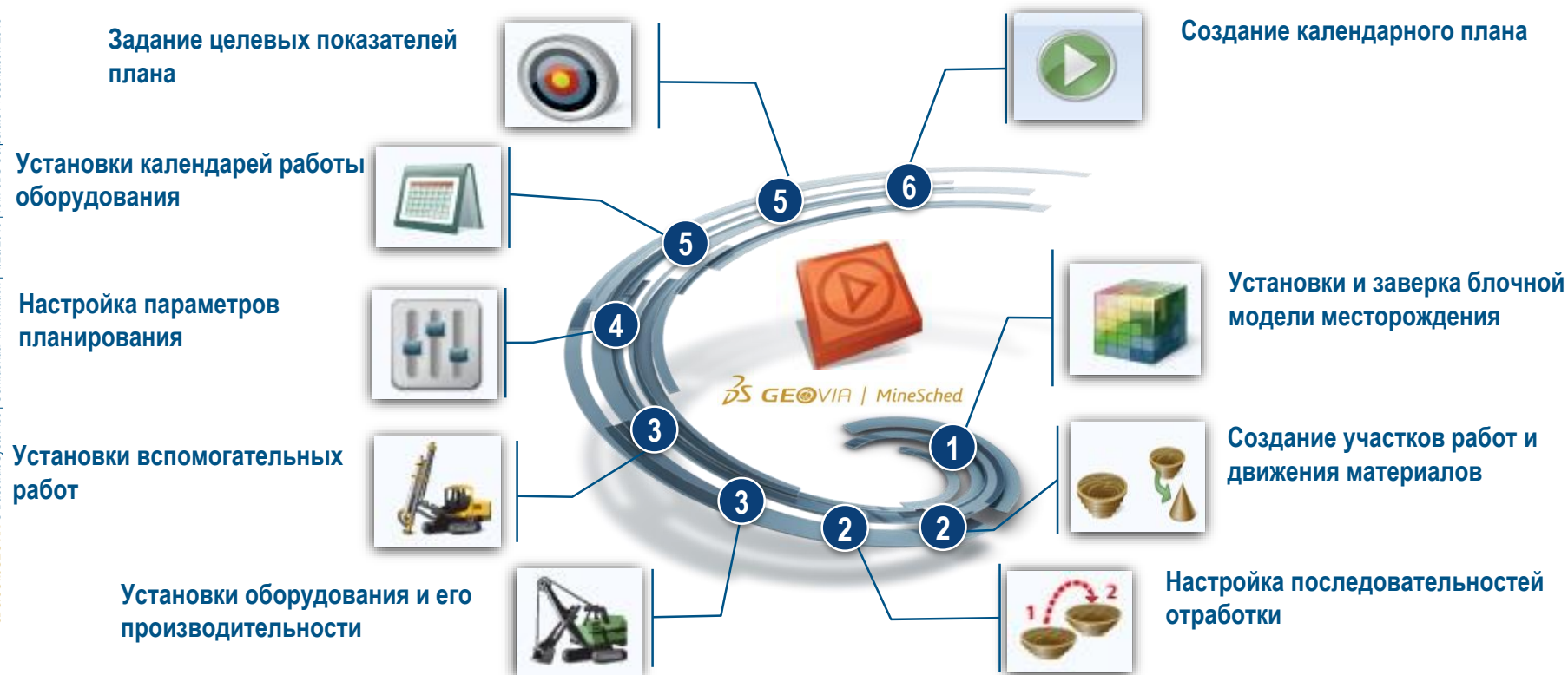
В каком из карьеров  
больше степень  
свободы  
планирования?

# Краткосрочное планирование



# GEOVIA MineSched

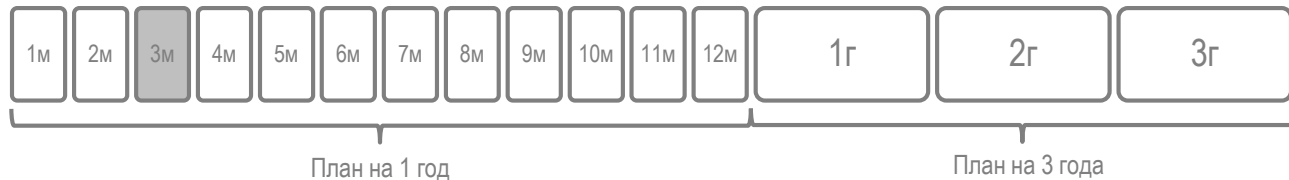
## Цикл настройки



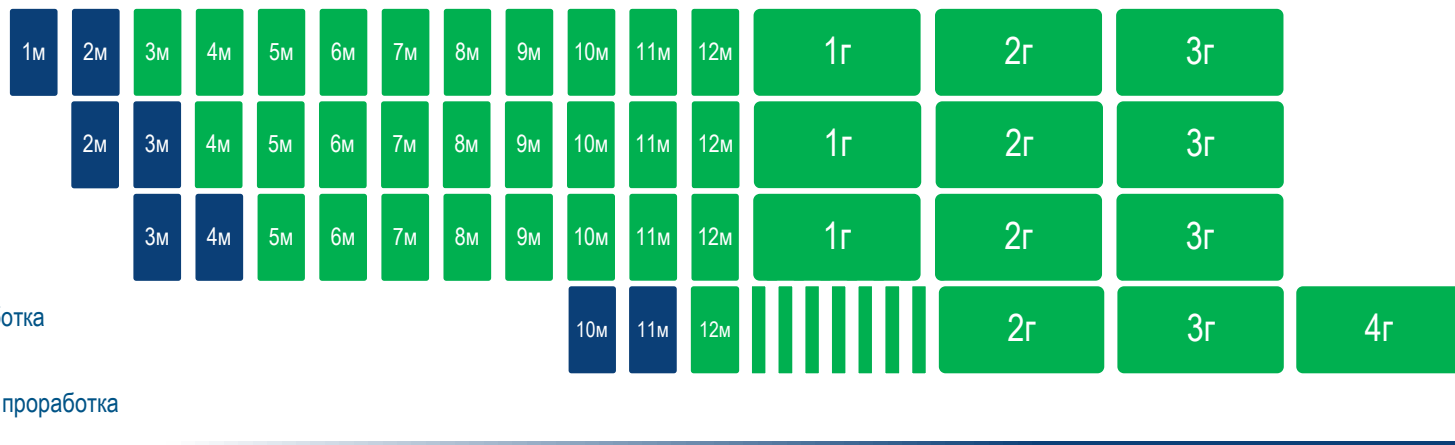
# Скользящее планирование

## Интеграция верхнего уровня планирования в нижний

Последовательное планирование

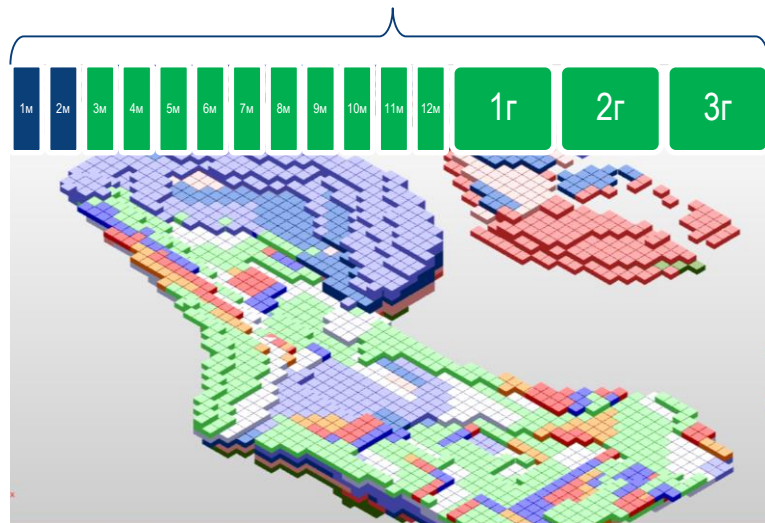


## Скользящее планирование



# Скользящее планирование

Фронт, Объем, Качество



Фронт? Объем? Качество?

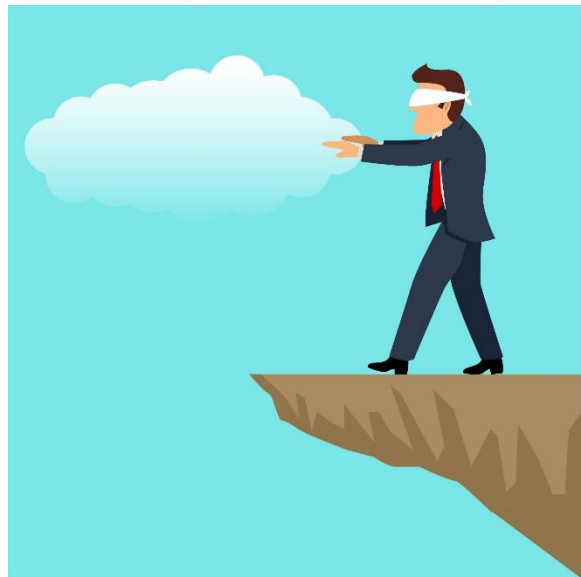


- ☐ Снижение издержек от несвоевременного принятия решений
- ☐ Своевременная идентификация рисков
- ☐ Оперативное перепланирование
- ☐ Визуализация данных моделирования и проектирования
- ☐ Повышение общей эффективности за счет выбора оптимального плана
- ☐ Осведомленное принятие решений



# Отсутствие скользящего планирования

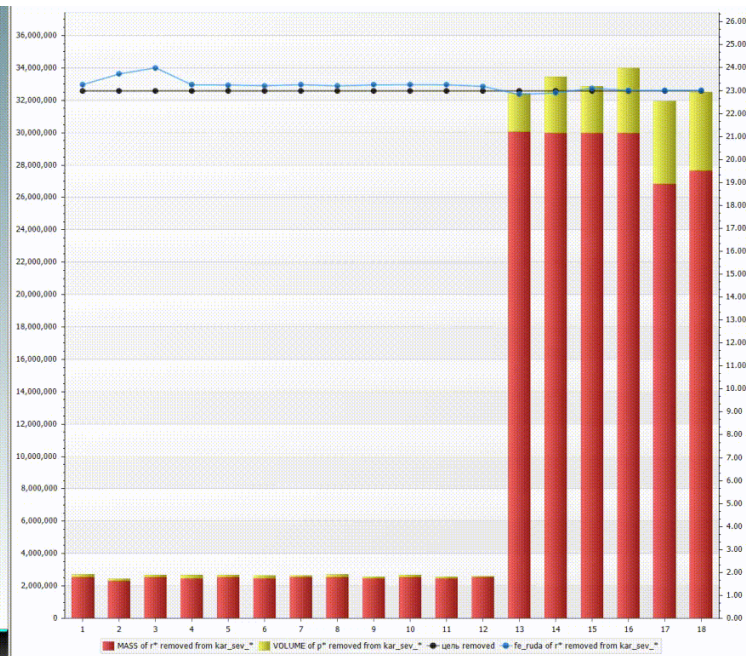
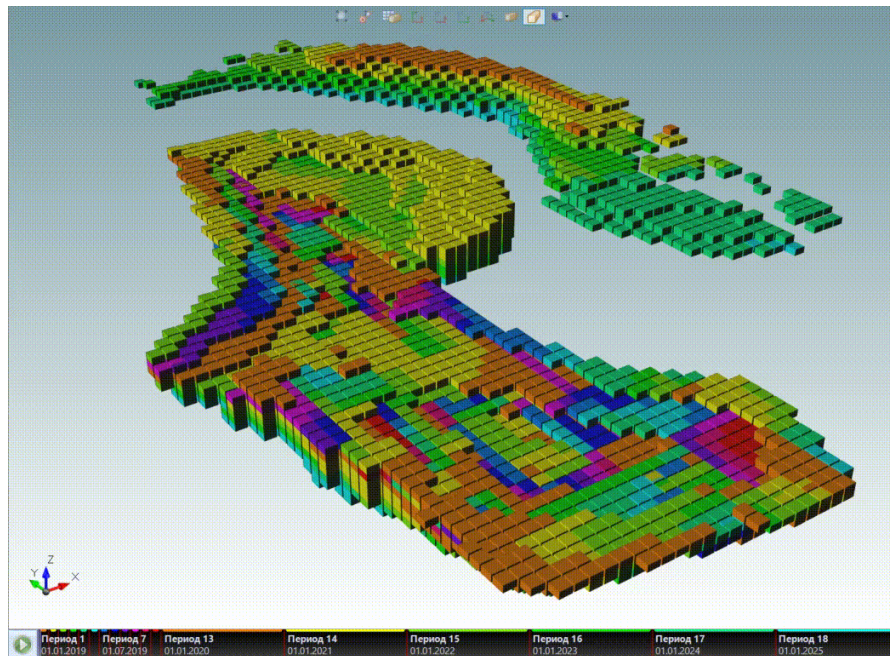
- Слепое принятие решений
- Захламленность карьера
- Уменьшение объемов добычи
- Увеличение объемов вскрыши
- Потеря фронтов работы
- Потеря резервных фронтов
- Потеря и отсутствие вариативности
- Низкая способность оценить распределение материалов во времени
- Дополнительные затраты на поиск решений
- Дополнительные затраты на реализацию спецпроектов



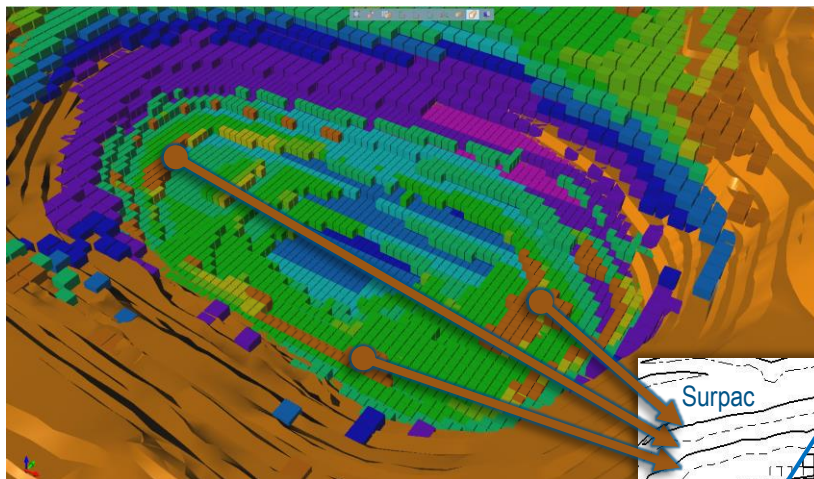


# Скользящее планирование

Интеграция: долгосрочный план → годовой план → краткосрочный план

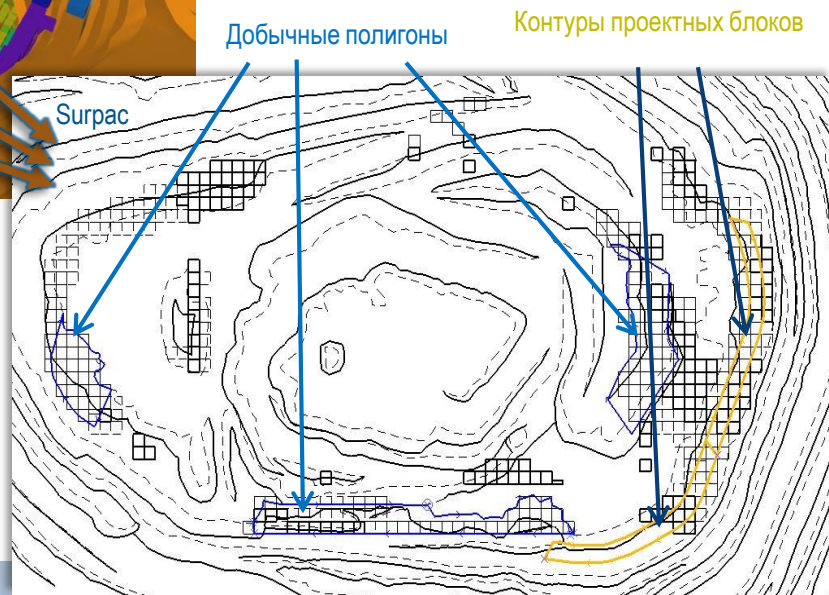


# Формирование полигонов для краткосрочного планирования



- Расчет нескольких сценариев
- После получения удовлетворительных графиков и направлений выгружаются полигоны
- На основе полигонов MineSched в ПО Surpac создаются добычные полигоны и проектируются контуры взрывных блоков

- На данном этапе детально анализируется корректность направления как текущего, так и последующих периодов;
  - При необходимости корректируются/создаются новые графические ограничители и исходные параметры сценария для определенных участков;
  - Сценарий пересчитывается
- Алгоритм повторяется до получения требуемых результатов



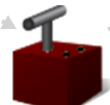


# GEOVIA MineSched

## Краткосрочное планирование



Бурение



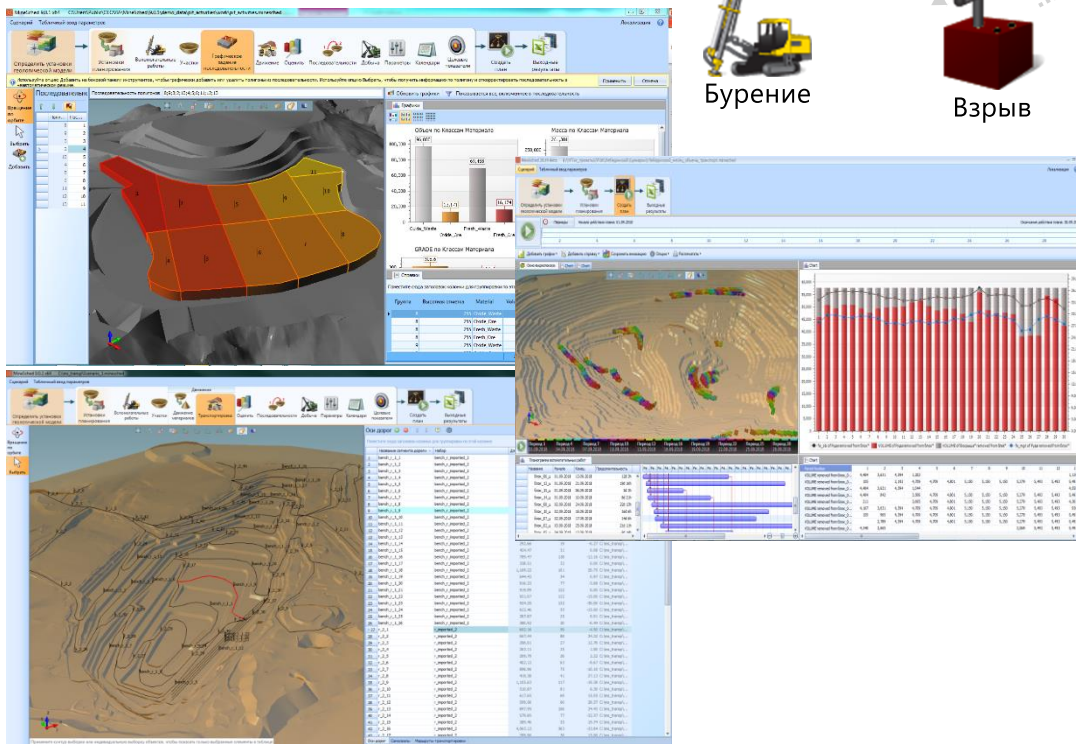
Взрыв



Экспавация



Транспортировка



- Трехмерная визуализация последовательности отработки
  - Участки отработки
  - Отвалы
  - Склады
  - Маршруты транспортировки
- Диаграммы
  - Линейные
  - Столбчатые
  - Штабельные
  - Площадные
- Табличные отчеты
  - Настраиваемые пользователем
  - Сводные таблицы
  - Движение материалов
  - Балансы материалов
- Диаграмма Ганта

# Вертикальная интеграция

