



ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР  
ИМ. АКАДЕМИКА Н.В. МЕЛЬНИКОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ



Академик РАН

Москва, 2023

Захаров Валерий Николаевич

# Структура горнодобывающего предприятия.



# Характеристика опасных производственных объектов России (добыча твердых полезных ископаемых)



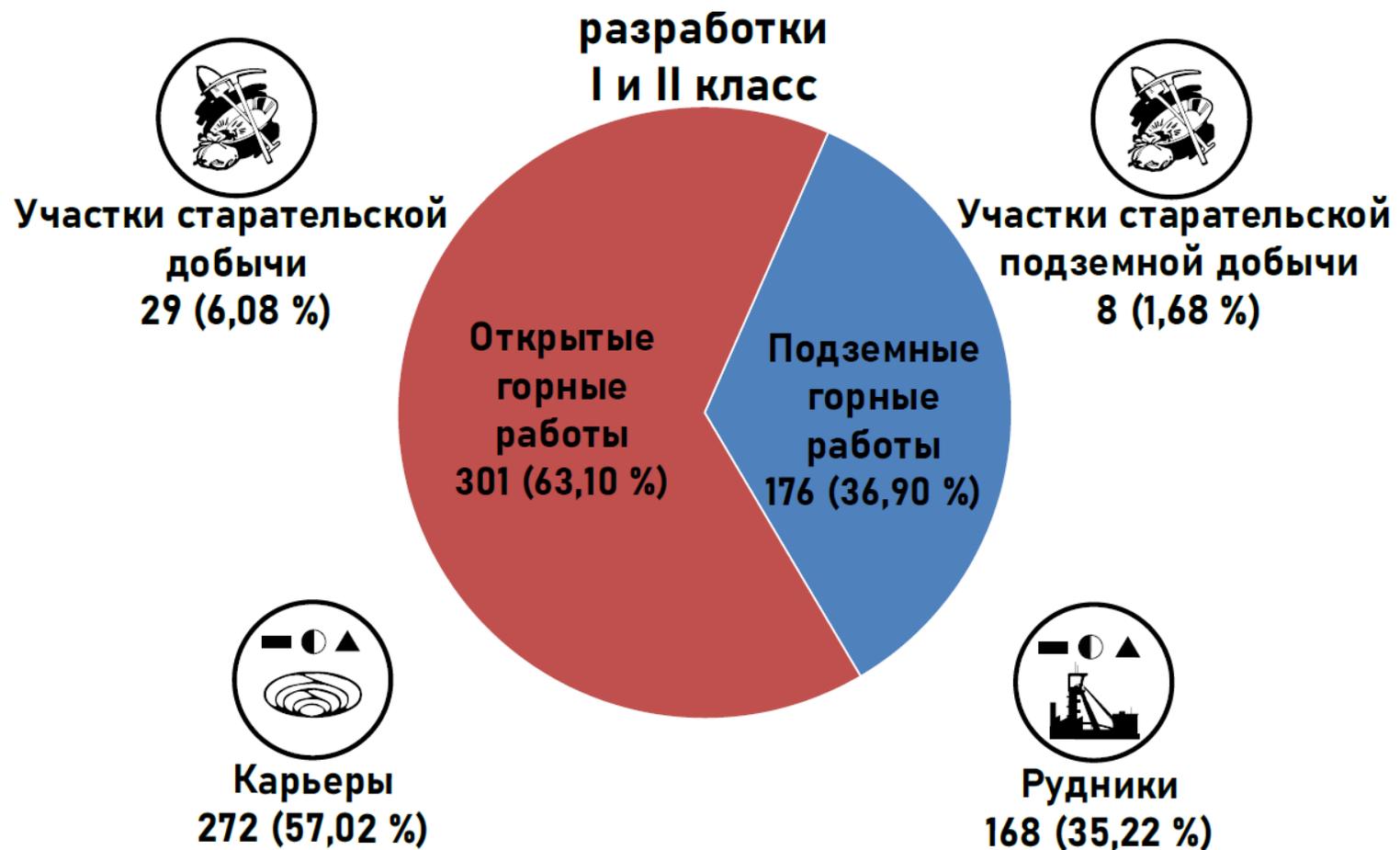
**I класс опасности** – шахты угольной промышленности, а также иных объектов ведения подземных горных работ на участках недр, где могут произойти взрывы газа и (или) пыли; внезапные выбросы породы, газа и (или) пыли; горные удары; прорывы воды в подземные горные выработки;

**II класс опасности** – объекты ведения подземных горных работ, не вошедшие в 1 группу, а также объекты, на которых ведутся открытые горные работы, объем разработки горной массы которых составляет 1 млн.м<sup>3</sup>/год и более, для объектов переработки угля (горючих сланцев);

**III класс опасности** – для объектов, на которых ведутся открытые горные работы, объем разработки горной массы которых составляет от 100 тыс. до 1 млн. м<sup>3</sup>/год, а также объектов, на которых ведутся работы по обогащению полезных ископаемых (за исключением объектов переработки угля) (горючих сланцев);

**IV класс опасности** – для объектов, на которых ведутся открытые горные работы, объем разработки горной массы которых составляет менее чем 100 тысяч кубических метров в год.

# Соотношение доли открытых (карьеры) и подземных (рудники) горных работ для объектов чрезвычайно высокого и высокого классов опасности



# Закономерности изменения минерально-сырьевой базы России и условий освоения месторождений:



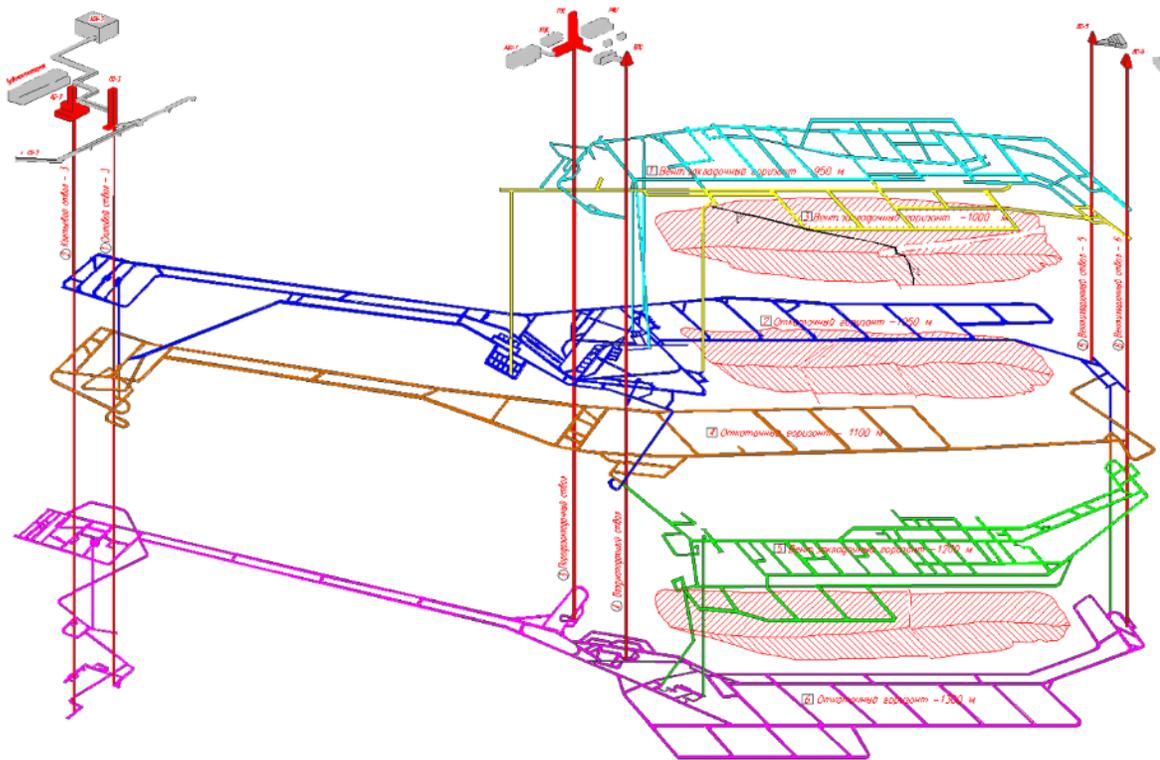
-  рост доли мощных месторождений в общей добыче минерального сырья низкого качества; возрастание количества маломасштабных месторождений;
-  снижение содержания в руде ценных компонентов и, как следствие, понижение бортового содержания:
  - Железа (Fe) до 16%;
  - Меди (Cu) до 0,3-0,4%;
  - Золота (Au) до 0,3 г/т.
-  повышение доли добываемых труднообогатимых руд;
-  увеличение проектной глубины открытых горных работ в пределах до 1100 м, глубины ведения подземных работ на: железорудных месторождениях до 1000 м, медноколчеданных до 1200 м, медно-никелевых более 2500 м, золоторудных до 1200 м;
-  накопление больших объемов техногенных образований, сопоставимых по объему и качеству с запасами перспективных месторождений;

-  устаревшие принципы подсчета запасов, установления рационального извлечения из недр минерального сырья и ценности компонентов извлекаемого вещества;
-  оставление в недрах Земли значительных объемов природно-техногенных запасов, расположенных в сложных геомеханических, газогидродинамических и горнотехнических условиях;
-  смещение объектов разработки полезных ископаемых в труднодоступные районы с неразвитой инфраструктурой и неблагоприятными природно-климатическими условиями;
-  рост доли месторождений, разрабатываемых в криолитозоне;
-  рост техногенных катастроф, влекущих человеческие жертвы и потерю запасов в недрах;
-  интенсификация техногенной нагрузки на окружающую среду.

# Проектные параметры подземного рудника (на примере рудника «Таймырский» ПАО Норильский никель)



Схема вскрытия залежей (на примере рудника «Таймырский» ПАО Норильский никель)



Основные проектные параметры (на примере рудников ПАО Норильский никель)

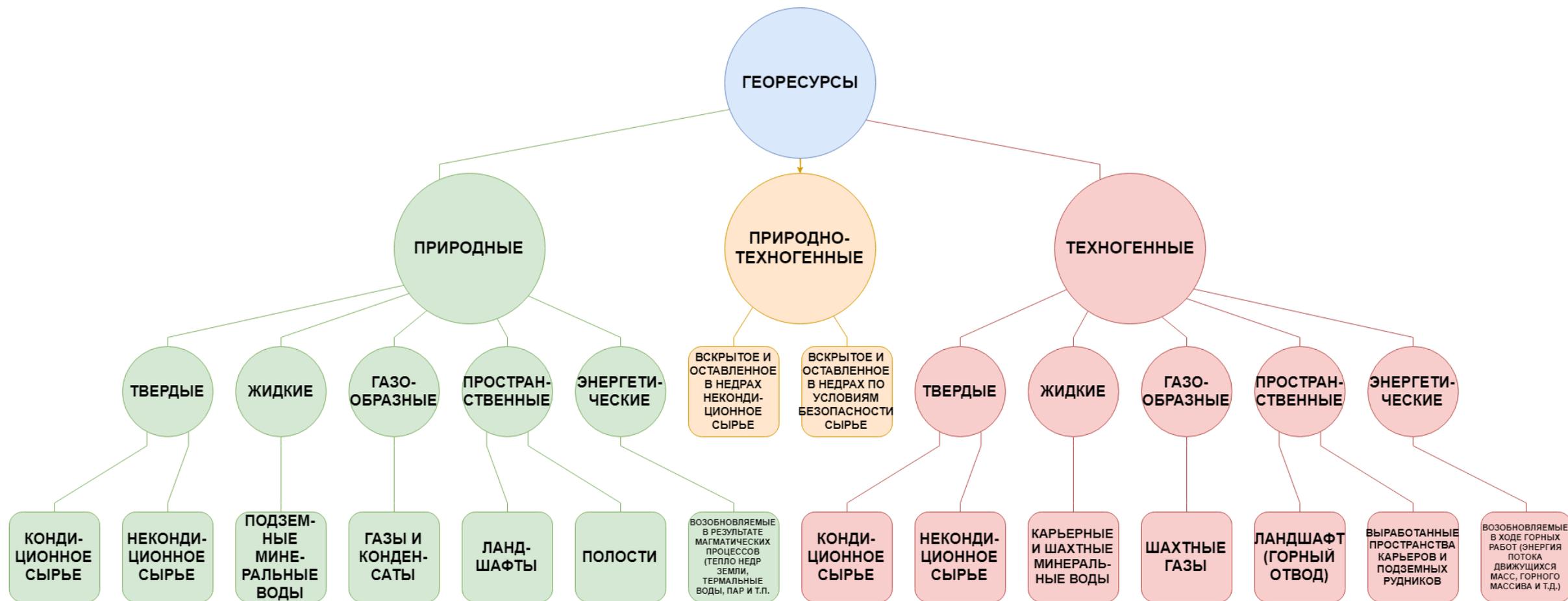
Проектный параметр	Таймырский	Глубокий	Октябрьский
Глубина стволов	1300	2500	900
Срок строительства рудника	7	~ 10	7
Время строительства стволов	3	7	3
Производительность ствола по руде	До 2,5 млн.т.	1,5 млн.т.	3 млн.т.
Количество главных стволов	2	1	3
Производительность рудника	4,5-5 млн.т.	1,5 млн.т. (проектная)	8 млн.т.

# Тип и производители оборудования, используемого в технологических процессах в отечественных карьерах и подземных рудниках на примере крупных горнодобывающих холдингов



Тип оборудования	ГМК «Норильский никель»	АК «АЛРОСА»	УГМК
Буровые установки (99,9% импорт)	AtlasCopco (Швеция) Sandvik (Финляндия)	AtlasCopco (Швеция) Sandvik (Финляндия)	AtlasCopco (Швеция) Sandvik (Финляндия)
Подземные погрузчики (98% импорт)	AtlasCopco (Швеция) Sandvik (Финляндия)	Sandvik (Финляндия)	AtlasCopco (Швеция) Sandvik (Финляндия)
Добычные комбайны (95% импорт)		Ferst Alpine (Австрия)	
Установки для анкерного крепления (97%)	Sandvik (Финляндия)	-	-
Установки для торкретирования	AtlasCopco (Швеция) Normet (Швеция)		
Железнодорожный транспорт	Россия	Россия	Россия
Конвейерный транспорт (100%)	Continental (Германия)	Metso (Финляндия)	
Вспомогательное оборудование	70 % - Швеция, Финляндия 20 % - Китай 10 % - Россия	100 % - Финляндия	
Экскаваторы		100%	
Самосвалы		99%	
Буровые станки		54%	

# Классификация георесурсов с позиций резерва наращивания производственных мощностей по металлам

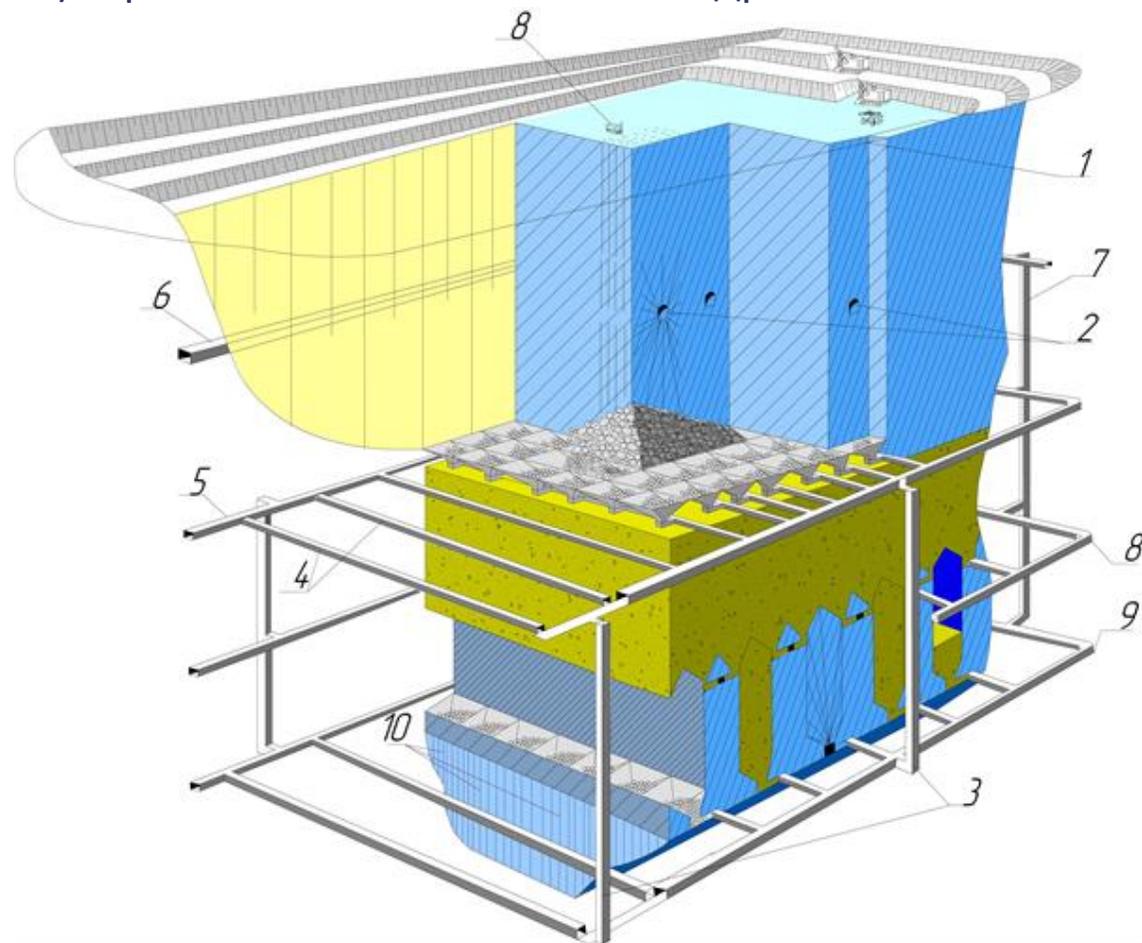


# Принципы сочетания геотехнологий на осваиваемом участке недр для интенсивного наращивания объема добычи металлов из природного и техногенного рудоминерального сырья

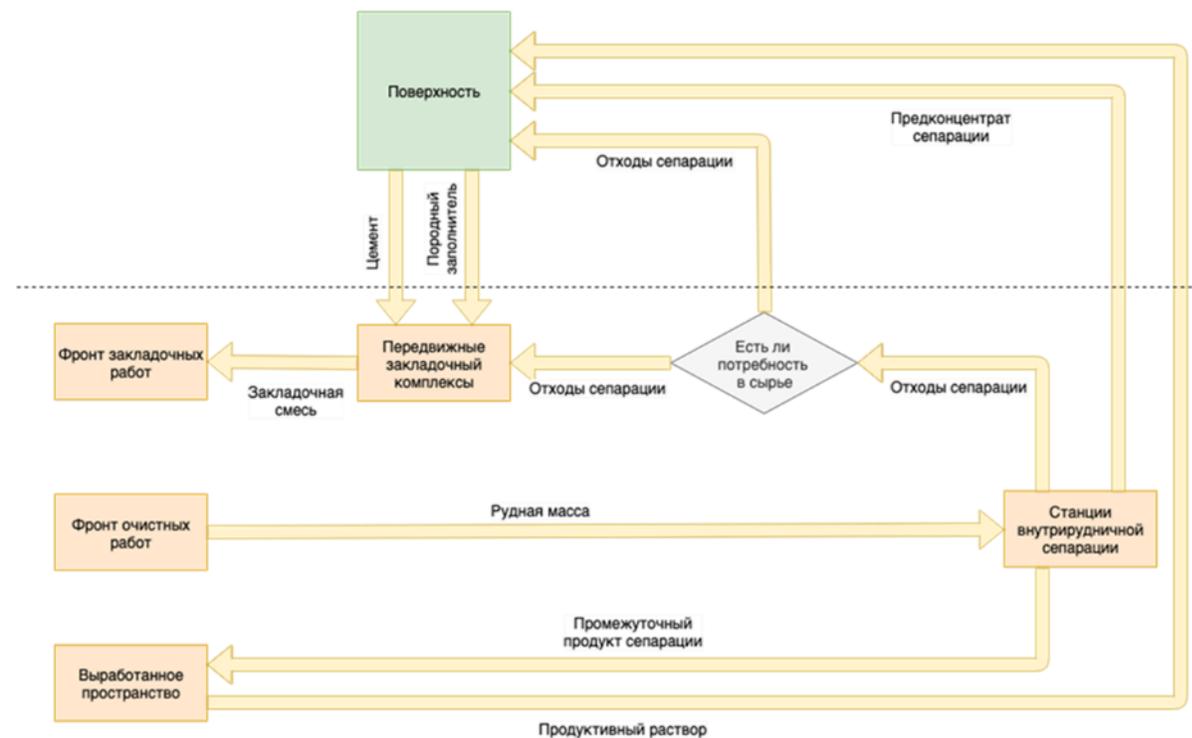


# Пример комбинированных геотехнологий для обеспечения потребностей в рудоминеральном сырье

а) горнотехническая система в недрах



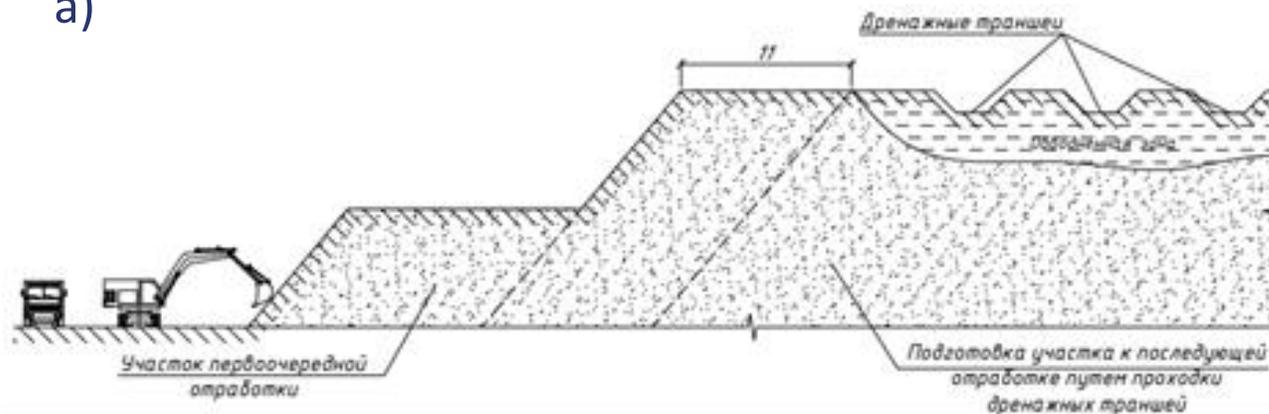
б) принципиальная схема полного цикла добычи руд и утилизации отходов без выдачи их на поверхность



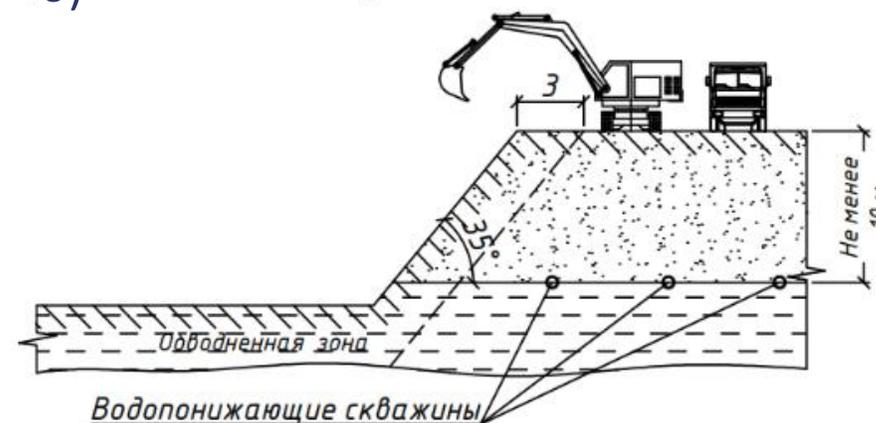
**Обозначения к рис. а:** 1 – рудная залежь; 2 – буровой орт; 3, 7 – рудоспуски; 4 – откаточный орт; 5, 6, 9 – откаточный и вентиляционные штреки; 8 – буровое оборудование открытых горных работ; 10 – камеры подземного рудника; 11 – камера-реактор для выщелачивания руд

Пример разработанных типовых технологических схем открытой разработки обводненного участка хвостохранилища с учетом локализации выявленной в ходе опережающей оценки обводненной зоны вблизи поверхности (а), в основании (б) или в толще техногенного объекта (в)

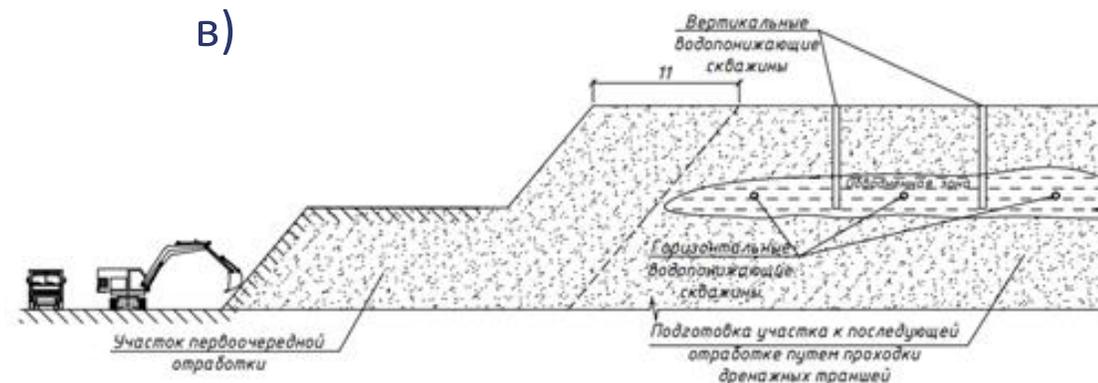
а)



б)



в)



# Горнотехническая система с элементами дистанционного управления и роботизации



Центр управления



GPS

ГЛОНАСС



Дистанционно управляемые погрузчики и грейдеры



Система передачи данных



Дистанционно управляемые экскаваторы



Дистанционно управляемые буровые установки



Самосвалы-роботы

## ГОРНОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

### ДИСПЕТЧЕРСКИЙ ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

**Mine to Mill:** Контроль затрат и прибыли на каждом шаге производственной цепочки

ДОБЫЧА - ПЕРЕРАБОТКА - ЛОГИСТИКА - СБЫТ

- Диспетчеризация техники
- Автономная техника/удаленное управление
- Контроль режима работы оборудования и состояния отдельных узлов
- Горногеологическое планирование
- Планирование ТОиР

### ЛИДАРЫ/РАДАРЫ ДЛЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

### ЭЛЕКТРОННАЯ ТОРГОВАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ПРОДАЖИ КАК СОБСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ, ТАК И ДРУГИХ ПОСТАВЩИКОВ

### МАРКШЕЙДЕРСКАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

### ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ЭКСПРЕСС АНАЛИЗА ПРОБ

### СТРАТЕГИЧЕСКОЕ И ТАКТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Интегрированное планирование в рамках месячного горизонта и сквозной контроль маржинальности

### ПОРТ И ЛОГИСТИКА

### ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ УЧЕТА КАЧЕСТВА И КОЛИЧЕСТВА МАТЕРИАЛА НА СКЛАДАХ

### БВР, ЭКСКАВАЦИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКА НА СКЛАД

### ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ СЫРЬЯ. ДРОБЛЕНИЕ, ФЛОТАЦИЯ. НА ВСЕХ ЭТАПАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ, МОНИТОРИНГ, КОНТРОЛЬ И ПЛАНИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ



Отвал



Транспортировка горной массы

1. Переход от стратегии совершенствования отдельных технологических процессов к стратегии достижения нового поколения технологического развития и интегрированного управления горными работами.
2. Снижение и прозрачность издержек добычи.
3. Повышение безопасности горных работ.
4. Повышение адаптивности при маневрировании объемом добычи и качеством добываемой горной массы.
5. Управление горными работами в режиме РВ.
6. Оптимизация производительности комплексов ГШО-ГТО
7. Снижение влияния человеческого фактора на выполнение технологических процессов

1. Геопространственная модель «Карьер» - 3D планирование горных работ
2. Дистанционно контролируемый автоматизированный процесс БВР.
3. Роботизированный горнотранспортный комплекс выемочного участка.
4. Диспетчерский центр – дистанционное управление горными работами и персоналом в режиме реального времени – ГЛОНАСС
5. Интегрированная информационная система и сеть связи карьера
6. Обучение и мотивация персонала.

1. Оценка потребности в георесурсах.
2. Оценка доступности ресурсов в соответствии с прогнозом развития.
3. Геотехнологическая оценка минерально-сырьевой базы.
4. Направления развития геотехнологий:
  - 1) Комбинированные физико-технические и физико-химические геотехнологии;
  - 2) Вовлечение забалансовых запасов (камера-реактор);
  - 3) Разработка техногенных образований;
  - 4) Доработка законсервированных объектов;
  - 5) Интеллектуализация и роботизация технологических процессов.

Тема доклада:

**«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ  
ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ»**

Авторы:

*Академик РАН* **Захаров Валерий Николаевич**

## КОНТАКТЫ



ИПКОН РАН



Крюковский тупик, дом 4, Москва, 111020



[www.ипконран.рф](http://www.ипконран.рф) | [www.ipkonran.ru](http://www.ipkonran.ru)



+7 (495) 360-89-60



[ipkon-dir@ipkonran.ru](mailto:ipkon-dir@ipkonran.ru) | [dir\\_ipkonran@mail.ru](mailto:dir_ipkonran@mail.ru)

