



**Конференция  
«СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНИКА И МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ»  
в рамках 25-ой Международной выставки Mining World Russia-2021,  
21 апреля 2021 года, Москва**

## **ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ НА КАРЬЕРАХ**

**Мелихов Михаил Владимирович**

**PhD, главный специалист по инженерной защите и ДЗЗ  
Горный институт - ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты**

**[m.melikhov@ksc.ru](mailto:m.melikhov@ksc.ru)**

# ВВЕДЕНИЕ

**1. Состояние аварийности в горной промышленности**



**2. Современная конъюнктура рынка инженерной защиты**

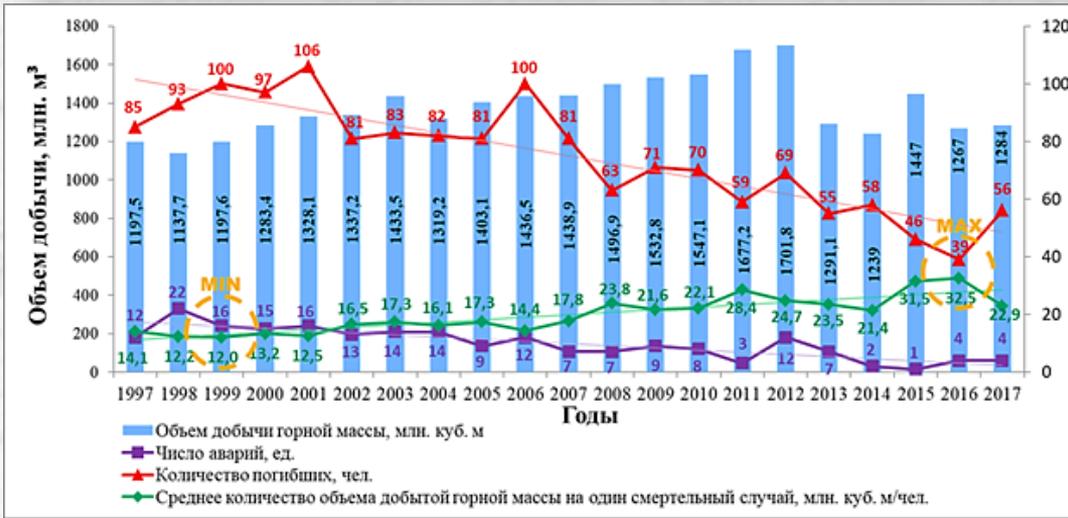


**3. Опыт и перспективы внедрения инженерной защиты на карьерах**



**4. Научно-технические аспекты на современные проблемы в области инженерной защиты горных объектов**

# СТАТИСТИКА АВАРИЙНОСТИ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

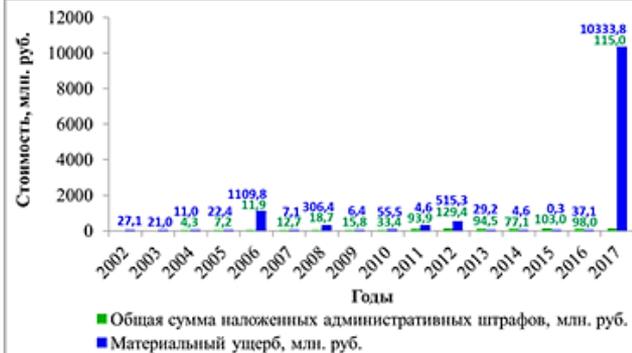


## СПРАВКА:

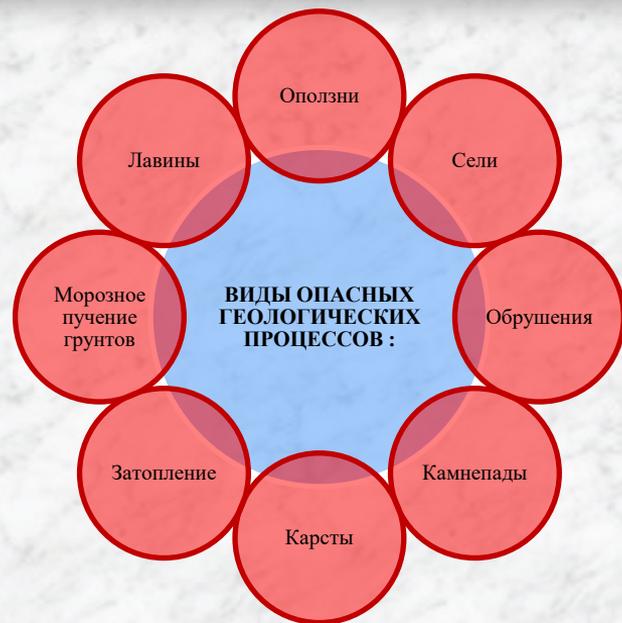
- В мире по данным *MOT* на долю горной промышленности приходится  $\approx 5\%$  случаев смертельного травматизма ( $\approx 15$  тыс. чел/год),
- В России по данным *Ростехнадзора* в период 1997-2017 гг. в горной отрасли произошло 207 аварий, в которых погибло 1575 человек (в среднем 78чел/год),
- Уровень смертности в России составляет 1-н случай на каждые 12-32,5 млн. м<sup>3</sup> добытой горной массы,
- Основные причины аварий в России – неудовлетворительная организация производства работ и низкий уровень производственного контроля,
- Общая сумма административных штрафов в России составила свыше 814,7 млн. руб., а материальный экономический ущерб - 12,8 млрд. руб.



- Нарушение технологии ПР
- Неудовлетворительная организация ПР
- Низкий уровень производственного контроля
- Нарушение работником ТР и ДТ
- Низкий уровень знаний ТН и ПБ



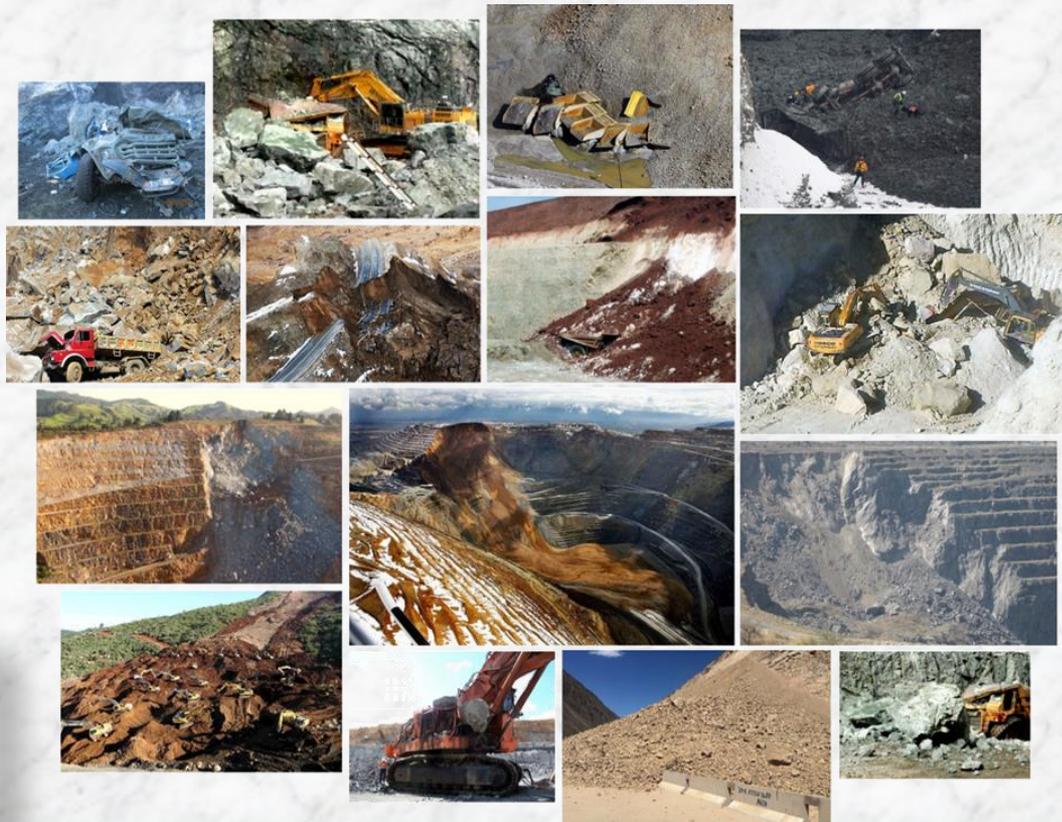
# ФАКТОРЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИЙ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



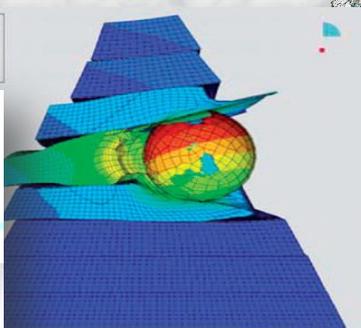
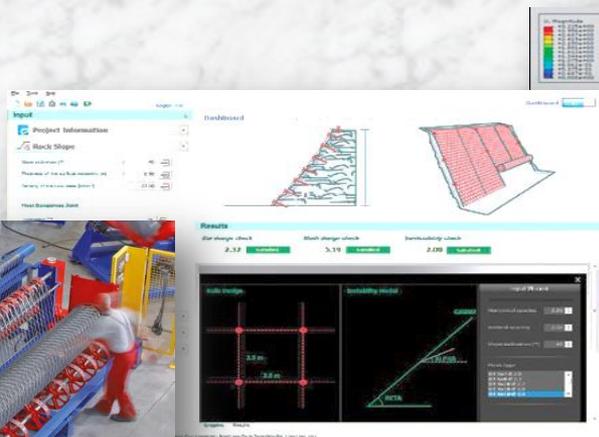
## СПРАВКА:

главный поражающий фактор в горной промышленности – это потеря устойчивости горных выработок:

- мире – 24%, ■ в России – 33%
- (открытые горные работы - 19,6-50%)



# СОВРЕМЕННАЯ КОНЪЮНКТУРА РЫНКА ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ



**21 век**

**Деятельность  
специализированных  
компаний**

**Нормативно-  
техническое  
регулирование**

**Долговечные материалы  
и конструкции  
с повышенным  
сроком службы**

**Запатентованные  
технологии**

**Прикладные  
цифровые  
технологии 2D  
проектирования  
(в перспективе 3-4D)**

**Механизация и  
полу-автоматизация  
процессов  
с использованием  
робототехники и ДУ**

# ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ НА КАРЬЕРАХ

Наименование	Средства	Условия применения
<b>1. АКТИВНАЯ ЗАЩИТА - способы крепления ослабленных породных массивов</b>		
1.1. Механическое удержание	Анкеры (штанги) и гибкие тросовые тязи (тросы или канаты), анкерно-тросовые завесы	Крупноблоковые маловыветрелые и сланцеватые слоистые твёрдые породы с падением в сторону выемки под углами более 40°
	Сваи	Слаботрещиноватые породы с углом падения плоскости ослабления в выработанное пространство 20-50°; рыхлые породы
	Защитные стены, анкерно-тросово-сетчатые завесы	Сильнотрещиноватые выветриваемые скальные породы; рыхлые породы
	Подпорные и поддерживающие стены, контрфорсы и контрбанкеты, габионы	Нарушенные массивы сложной структуры с переслаиванием пород или рыхлые породы
1.2. Упрочнение вмещающих пород	Цементация, смолоинъекция	Трещиноватые скальные и полускальные породы; рыхлые породы
1.3. Изоляция устойчивыми покрытиями	Набрызг-бетон по металлической сетке, полимерные покрытия, смолизация, агромелiorация, георешетки	Сильнотрещиноватые, склонные к интенсивному выветриванию или выщелачиванию породы; рыхлые породы
1.4. Комбинированные способы укрепления	Сочетание удержания с упрочнением или изоляцией	Сложные инженерно-геологические условия
<b>2. ПАССИВНАЯ ЗАЩИТА - способы улавливания и пропускания падающих кусков породы</b>		
2.1. Механическое улавливание	Траншеи и полки с бордюром	Выветриваемые откосы высотой до 60 м с крутизной более 35°
	Валы, стены из габионов	Выветриваемые откосы (располагаются на расстоянии достаточном для размещения падающих камней)
	Отрагательные стены и сетчатые заборы	Выветриваемые относительно невысокие (до 25-30 м) откосы с крутизной более 40°
	Сетчатый барьер на откосе	Выветриваемые относительно невысокие (до 25-30 м) откосы с крутизной более 40°
2.2. Изоляция откосов улавливающими покрытиями	Тросово-сетчатые и сетчатые завесы на основе металлической, полимерной или композитной сетки	Выветриваемые откосы свыше 35° и/или со сложной геометрией поверхности откоса
2.3. Пропускание	Галерея, эстакада	Крутизна склона больше 50°-60° и исключена возможность ущерба сооружению падающими камнями
2.4. Комбинированные способы улавливания	Сочетание механического улавливания с изоляцией улавливающими покрытиями	Выветриваемые высокие уступы с крутыми откосами и/или со сложной геометрией поверхности откоса
<b>3. КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ</b>	Сочетание способов укрепления и улавливания	Сложные инженерно-геологические и климатические условия в сочетании с выветриваемыми породами



## СПРАВКА:

- Активная защита обеспечивает полное предотвращение опасных процессов: проект основывается на расчетах общей и местной устойчивости склонов с учетом реализованных мероприятий.
- Пассивная защита обеспечивает контроль опасных процессов без негативных последствий: проект основывается на динамических расчетах или специальных расчетах по установлению габаритных размеров сооружений

# НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ



Тестирование  
сеточного покрытия  
на поглощающую  
способность  
при сбрасывании  
20-тонного бетонного  
блока с высоты 43 м



Тестирование анкерно-тросово-сетчатой  
системы для закрепления склонов  
с использованием испытательной  
платформы

Тестирование  
галереи  
с амортизирующим  
покрытием  
из автопокрышек  
на поглощающую  
способность путем  
сбрасывания  
бетонного блока



# ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ КАРЬЕРОВ



**Безопасность персонала**

**Предотвращение ущерба горной (в том числе, роботизированной) технике и капитальным сооружениям**

**Сохранность и устойчивость горных выработок**

**Надёжность дорожных коммуникаций, опор и фундаментов**

**Безопасность и устойчивость капитальных сооружений (отвалов, гидротехнических сооружений и водоотводных каналов)**

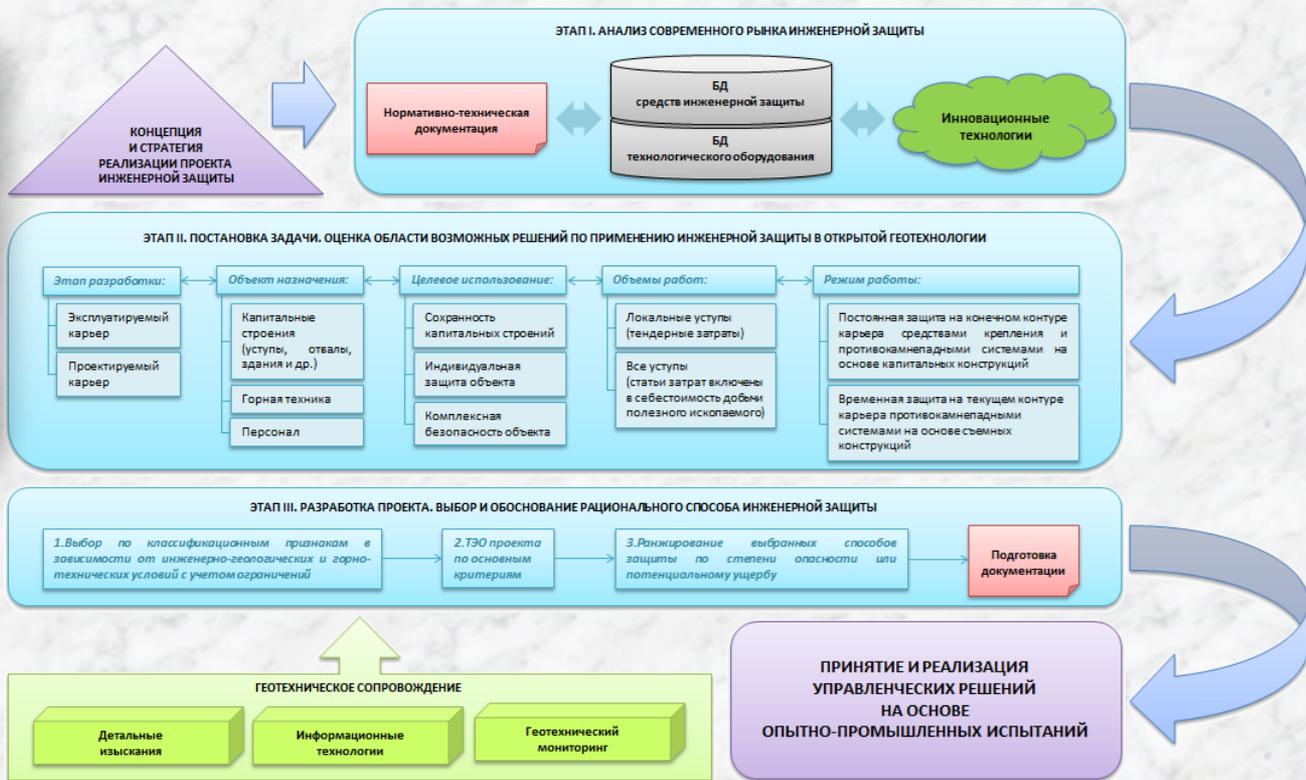
**Повышение качества рекультивации нарушенных земель**

**Комплексная многофункциональная защита**

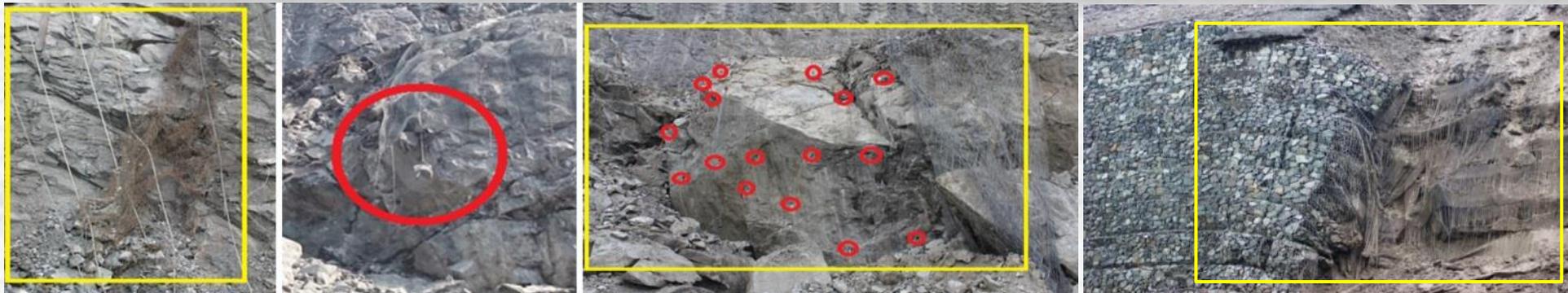
# МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ НА КАРЬЕРАХ

## СПРАВКА:

методический подход должен основываться на дифференцированном выборе инновационных инженерно-технических средств с целью многофункционального обеспечения геодинамической безопасности различных горных объектов в идентифицированных потенциально опасных неустойчивых зонах породного массива в зависимости от инженерно-геологических и горно-технических условий



# НАУЧНЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ



## **ПРОМЫШЛЕННОСТЬ:**

относительно низкий уровень ответственности горных компаний в области промышленной безопасности при разработке карьеров

## **НАУКА:**

отсутствие хорошей научно-технической базы в сфере инженерной защиты

## **БИЗНЕС:**

недобросовестная конкуренция и относительно низкий уровень качества работ в сфере инженерной защиты





**Мелихов Михаил Владимирович**  
**PhD, главный специалист по инженерной защите и ДЗЗ**  
**Горный институт - ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты**  
**[m.melikhov@ksc.ru](mailto:m.melikhov@ksc.ru)**



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**