

Снижение воздействия горных работ

Направление: Инженерные решения и экологический контроль

Цель: Обосновать техническую концепцию снижения воздействия горных работ с сохранением производственного плана и контролем результата.

Справка о компании: Сибирская угольная энергетическая компания (СУЭК) занимается добычей, переработкой и поставками угля. Её производственные задачи связаны с открытыми и подземными горными работами, обогащением угля и транспортировкой продукции. Для предприятий угольной отрасли важны безопасность работников, надёжность техники, качество продукции и снижение воздействия производства на окружающую среду.

Задача участников

Разработайте концепцию снижения воздействия горных работ на жителей. Сравните технические альтернативы, обоснуйте выбор и проверку эффекта; свяжите подготовку горной массы, производительность, мониторинг и полные расходы.

1 Контекст и цель

Жители ближайших поселений связывают выполненные горные работы с вибрацией, шумом и пылью. Предприятию нужно понимать, какие изменения наблюдаются при сопоставимых условиях, насколько полны измерения и как объяснять результаты людям. Простое сравнение двух средних может отражать расстояние, объём, геологию, погоду или качество записи.

Разработайте инженерную концепцию снижения воздействия работ разреза Черногорский. Снижение средней скорости колебаний — цель задания; фиксированный процент снижения не задан. Учитывайте шум, пыль, производственный план и потребности жителей. Анализ завершённых событий служит исходной оценкой; эффект новых мер требует самостоятельного обоснования и будущей проверки. Расчёты зарядов, их размещения, инициирования, детонационных задержек, оптимизация взрыва и эмуляция этих параметров в задачу не входят.

2 Обязательный основной результат

- Сравнение не менее двух технических концепций и выбор предпочтительной: физический механизм изменения воздействия, условия применимости, производительность, риски, CAPEX (капитальные затраты)/OPEX (текущие эксплуатационные расходы) и влияние на подготовку горной массы. Хотя бы одна альтернатива рассматривает механическую или иную безвзрывную подготовку на ограниченном участке; допустим обоснованный вывод о её неприменимости к заданным условиям.

Воспроизводимый анализ завершённых событий: охват, качество, сопоставление PPV (пиковая скорость колебаний)/шума/пыли с учётом условий и неопределённости. Наблюдаемые различия не выдаются за причинный эффект выбранной концепции.

- Проект сети/хранения/контроля качества и демонстрация отчёта или макета для инженера и жителей; порядок реакции на сигнал/жалобу.
- Для выбранной концепции представьте схему процесса без параметров взрыва, расчёт потребных ресурсов и производительности на явно заданных допущениях, полную стоимость и сохранение планового объёма. Прогноз изменения PPV/шума/пыли задайте с неопределённостью и источниками; готовых коэффициентов эффекта нет. План испытаний и промышленной проектной проверки с ответственными специалистами должен отделять подтверждённое от гипотез и укладываться в горизонт до 12 месяцев.

3 Общие условия и данные

360 событий и 1080 наблюдений — синтетическая модель завершённых работ, а не журнал предприятия. Здесь нет параметров применения взрывчатых веществ (ВВ).

Показатель	Значение	Единица
Годовой план / цена подготовки	1000000 / 100	м³ / руб./м³
Охват / рост удельной цены / срок	≥ 95 / ≤ 15 / ≤ 12	% / % / месяцев
Точек на событие	3	R1, R2, R3
Учебный сигнал PPV	8	мм/с; не правой допуск
Хранение/публичная отчётность	0.5	млн руб./год
Калибровка	1000	руб./прибор в месяц
Обслуживание	0.05	CAPEX/год
Горизонт	5	лет

Поле	Смысл/единица
event_id / sensor_id	Случайный ключ события / серийный номер прибора, не модель из ценовой справки
period / sector / geology_group	Период 1–3 / условный сектор / группа геологии
prepared_m3 / excavation_cycle_s	Объём завершённой подготовки, м³ / цикл экскавации, с
rain_mm / wind_m_s / humidity_pct	Осадки, мм / ветер, м/с / влажность, %
record_exists / calibration_valid / clipped	Флаги 0/1: запись / калибровка / перегрузка
PPV_mm_s / noise_dBA / dust_mg_m3	Пиковая скорость, мм/с / шум, дБА / пыль, мг/м³
background_dBA / distance_km	Фон шума, дБА / расстояние, км

Событие имеет полный контроль, если для всех трёх точек наблюдения (рецепторов) есть запись, действительная калибровка, нет перегрузки и заполнены PPV/шум/пыль. Знаменатель охвата включает все 360 событий. Отсутствующие измерения не равны нулю. Сектор/геология/погода/объём меняются между периодами; периоды не являются случайным экспериментом; различия условий учитываются при сопоставлении. Выберите и объясните процедуру сопоставления, покажите размер выборок и чувствительность.

Учебный сигнал 8 мм/с нужен для маршрута проверки специалистом, не для заключения о безопасности зданий. Без первичных нормативных оснований нельзя объявлять прочность/вред или достаточность контроля. Исходный географический контекст: жилые

кварталы примерно 3–10 км, Курганная до 5 км; условные рецепторы не являются картой этих поселений.

4 Независимые средства и экономика

ID	Средство	Готовность	Цена, млн руб.
S1	Датчик	0.96	0.3
S2	Датчик повышенной готовности	0.995	0.55
L1	Канал передачи	0.98	0.1
L2	Два независимых канала	0.9996	0.25

Готовность — учебная вероятность доступности одного средства на событие, не гарантированный охват. Допускается резерв. Для независимых резервов $p = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2)$; общие причины отказа проверяйте отдельным сценарием, включая 0,5 % событий с отказом всей сети. Для полного контроля нужны все три точки и передача. Укажите допущения о независимости.

Рассчитайте полную стоимость выбранной технической концепции вместе с сетью контроля, передачей и калибровкой. Стоимость подготовки базы 100 млн руб./год при объёме 1 млн м³/год. Дополнительный удельный расход = (годовой дополнительный OPEX + дополнительный CAPEX/5)/1000000; целевой рост к базовым 100 руб./м³ ≤ 15 %. Учитывайте изменение производительности, труд, обслуживание и доступную долю участка; не считайте один и тот же ресурс дважды. Снижение PPV или экономию экскавации нельзя автоматически приписывать датчику. Непроверенные эффекты концепции показывайте сценариями, включая нулевой эффект, с отдельным планом проверки.

5 Ваши проектные решения

Свободны техническая концепция, аналитический метод, состав сети/резерва, визуализация и обратная связь. Возможны пылеподавление, защита рецепторов и организационные улучшения как части концепции; один мониторинг не заменяет технический результат. Контроль качества буровых работ допустим как организация проверки без схемы и параметров проекта взрыва. Таблица и макет допустимы при воспроизводимости. Наблюдательная связь не доказывает причинный эффект и не обосновывает изменение параметров применения ВВ.

6 Материалы и их статус

Обязательный общий сценарий — два CSV событий и наблюдений с данным словарём. Можно работать таблицей, программой или вручную на воспроизводимых агрегатах. Карточки средств — справка; свои данные/технологии разрешены как отдельное расширение при сохранении общего теста.

7 Свои данные и развитие

Вы вправе использовать собственные измерения, открытые источники, новые технологии и синтетические данные. Укажите источник/способ получения, дату или версию, условия использования, единицы, допущения и ограничения переноса. Общие обязательные объект, нагрузки, периоды и экономическая база сохраняются; эффект расширения показывайте

отдельно. Наличие большого набора, программного кода или большого числа функций само по себе не преимущество. Простое обоснованное решение может быть лучшим.

Ниже — необязательные направления. Можно выбрать свой путь развития или глубже проработать основной результат; количество расширений само по себе не повышает оценку.

- Собственные обезличенные измерения/карта, дополнительные фоны или сопоставимые контрольные периоды.
- Более строгая оценка неопределённости/пропусков, социальный интерфейс и аудит полноты.
- Новые экологические/организационные меры с проверяемым будущим экспериментом.

8 Проверка и сдача

- Охват и средние имеют явный знаменатель, единицы, фильтр качества и условия сопоставимости.
- Готовность сети проверена с общей причиной отказа; целевые 95 %, +15 % и 12 месяцев оценены.
- Нет недоказанной причинности, юридического допуска или инструкций применения ВВ; факты и гипотезы разделены.

Передайте схему/эскиз и воспроизводимую расчётную записку или таблицу с исходными формулами, сравнение базы/проекта, экономику и план проверки. Код и физическое изделие необязательны, если прямо не требуется демонстрация. Проектная заявка и презентация — по приложениям 4 и 8 положения.

Расчетные допущения

- Числа общего сценария и характеристики отдельных средств заданы для учебного расчёта, а не измерены на предприятии.

Входные материалы и их использование

Учебные данные служат проверке расчёта и демонстрации; они не подтверждают промышленную пригодность решения.

Материал	Для чего используется
Завершённые события и условия работ	360 синтетических завершённых событий и условий. Обязательные данные для общего расчёта.
Измерения вибрации, шума и пыли	1080 связанных измерений, пропуски и признаки качества. Обязательные данные для общего расчёта.
Характеристики отдельных средств	Табличные значения для воспроизводимого расчёта. Справочный материал; использование необязательно.

Общие требования конкурса

Решение оформляется проектной заявкой и презентацией по приложениям 4 и 8 положения. Презентация: PDF, не более 16 слайдов и 25 МБ. На финале доклад до 10 минут и вопросы до 5 минут.