

Единый поток: надежность общей конвейерной цепи

Направление: Производственная аналитика и конвейерная логистика

Цель: Согласовать работу общей конвейерной цепи и обосновать снижение простоев двух лав.

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 техническое и организационное решение для двух лав, которые подают уголь на общий транспорт. Проанализируйте исходные простои, согласуйте поток и покажите достижимость сокращения конвейерного простоя минимум на 50 %.

1 Контекст и цель

Две лавы подают уголь по отдельным ветвям в общий транспортный тракт. Поток ограничивается общей лентой и окнами обслуживания, а технические отказы задерживают передачу даже при достаточной номинальной мощности. Руководителю нужны согласованные подача, ремонт и контроль причин простоев; сумма паспортных производительностей не равна возможной одновременной передаче.

Разработайте комплексное решение для сокращения конвейерных простоев не менее чем на 50 % и согласования потока двух лав. Соедините анализ всех исходных записей, организацию обслуживания/обнаружения и расчёт сети. Не приписывайте выбранным средствам заранее гарантированный процент сокращения.

2 Обязательный основной результат

- Собственная воспроизводимая классификация/агрегация исходных 2062 событий, приоритеты причин и схема комплекса мер.
- Три допустимых суточных графика подачи/отвода/запаса с сохранением объёмов; проверка выбранной организации обнаружения/ремонта на 30 общих случаях.
- Оценка достижения цели 50 %, CAPEX (капитальные затраты)/OPEX (текущие эксплуатационные расходы) и экономика 30-дневного сценария, чувствительность и план проверки на шахте.

3 Журналы событий и общий объект

Для анализа используйте полный журнал из 2062 записей в CSV. Записи журнала и учебные сценарии рассматриваются отдельно.

Поле журнала	Смысл
lava / source_row	Лавы 1/2 / номер записи в журнале соответствующей лавы
date / start / end	Исходная дата и время; одинаковое начало/конец при 1440 мин означает сутки
minutes	Исходная длительность, мин

Поле журнала	Смысл
object / type / equipment / node / cause	Исходная классификация объекта/типа/оборудования/узла/причины
category / comment / data_note	Категория / комментарий / явная пометка дубли или пересечения

Для сопоставимого исходного суммирования целевые группы лавы 1: Технические/Шахтный ленточный конвейер, Технические/Участковый ленточный транспорт, Технологические/Ленточный конвейер. Для лавы 2 — первые две. Не включайте автоматически лавный конвейер, планово-предупредительный ремонт (ППР) и инспекции; иной анализ допускается с отдельным протоколом. Период лавы 1 примерно апрель–август, лавы 2 — 19–31 августа; их нельзя складывать как одновременный годовой простой. Используйте длительности в минутах из поля minutes для общего контрольного суммирования; календарные пересечения/дубли анализируйте отдельно.

Показатель	Значение	Единица
Пиковая подача лав 1 / 2	1011 / 1126	т/ч, исходное значение
Суточный объём лав 1 / 2	12132 / 13512	т, общий тест
Начальный / конечный запас	0 / 0	т
Средняя подача для экономики	505,5 + 563	т/ч; КИО уже учтён
База / реализация времени	3000 / 0,8	мин за 30 дней / доля
Маржа / периоды	700 / 11	руб./т / периодов по 30 дней в год
Цель сокращения	0.5	доля конвейерного простоя
Цена исходного угля	3000	руб./т; не маржа

Конвейер	Предел, т/ч	Буфер, т
1	1700	0
2	1700	0
3	1600	500
4	1200	0
5	1200	0
6	1300	0
7	1300	0
8	1300	0

Топология: лава 1 → 5 → 4 → 3 → 2 → 1; лава 2 → 8 → 7 → 6 → 3 → 2 → 1. Буфер 500 т только перед 3, не по одному на ветвь. Мощности — учебные. Три CSV-сценария задают окна доступности, ремонт общего тракта и ограничение 1000 т/ч в S3; фактическую подачу выбираете сами.

4 Общая проверка потока и обслуживания

Поле сценария	Смысл/единица
scenario / slot / start_min / dt_min	Сценарий / шаг / начало и длительность, мин
lava1_available / lava2_available	0/1, разрешена ли подача лавы на шаге
common_capacity_t_h	Мощность общего тракта на шаге, т/ч; 0 — ремонт
observable_kind / anomaly_min	Вид наблюдаемого признака / момент его появления, мин
base_detection_delay_min / base_wait_min	Базовая задержка обнаружения / ожидание, мин
physical_repair_min / weight	Физическое восстановление, мин / вес случая

В балансе stock — запас до шага, stock_next — запас после шага, т; q1 и q2 — подачи двух лав, qout — отвод, т/ч; dt — шаг времени, мин.

$$stock_next = stock + (q1 + q2 - qout) \cdot dt/60; 0 \leq stock \leq 500$$

q в т/ч, dt в мин; одновременно соблюдаются мощности каждой ветви и общего тракта. Начальный/конечный запас 0, объёмы каждой лавы сохранены, недоступное окно означает q = 0. Переполнение нельзя удалить без переноса подачи.

30 случаев обслуживания — отдельная учебная проверка, не новые факты журнала. Видимый признак появляется в anomaly_min; сравните свою задержку обнаружения/ожидания/ремонта с базой. Физическое восстановление не исчезает от датчика. Учитывайте покрытие признаков, период обхода, параллельность бригад и готовность частей. Для общего теста при новом средстве показывайте полную характеристику и воспроизводимый расчёт, а не произвольный процент.

ID	Средство	CAPEX, млн руб.	OPEX, млн/год
V	Вибрационный канал	0.25	0.03
R	Релейный канал/журнал	0.15	0.02
C	Видеоконтроль доступной зоны	0.2	0.03
I	Обход/визуальный осмотр	0	0.6
K	Комплект готовности/запасные части	0.8	0.15
D	Диспетчерская связь	0.7	0.2

ID	Средство	CAPEX, млн руб.	OPEX, млн/год
Crew	Ремонтная бригада	0	2.4

- V: механический признак; задержка 2–5 мин; цена на один узел
- R: защита привода; задержка 1–3 мин; цена на один узел
- C: видимое загрязнение; задержка 2–5 мин; цена на один узел
- I: видимое загрязнение и механика; полный обход восьми узлов 20 мин одним работником; период не меньше 20/n минут при n работниках
- K: ожидание подготовленной бригады 3–8 мин при свободном ресурсе
- D: передача/фиксация, не сокращает физический ремонт сама по себе
- Crew: один параллельный ремонт; годовая стоимость

Задержки карточек — диапазоны учебных характеристик, не гарантия. Покажите базовый/неблагоприятный предел. Перенос доли сокращения из этих случаев на месячный сценарий — явная проверяемая гипотеза; на реальных причинах требуется отдельный пилот.

5 Экономический базис

$$\text{Возвращённые тонны за 30 дней} = 3000 \cdot r / 60 \cdot 0,8 \cdot (505,5 + 563)$$

r — доля сокращения, рассчитанная вашей моделью, а не заданный успешный эффект. Годовая дополнительная маржа = тонны $\cdot 11 \cdot 700$; операционный эффект = маржа – выбранный OPEX. CAPEX/положительный эффект — простая окупаемость.

Коэффициент использования оборудования (КИО) 0,5 уже включён в средние расходы, второй раз не умножается. Цена 3000 руб./т — потенциальная выручка, не прибыль. У выбранных средств укажите количество, покрытие, капитал/текущие затраты. Не складывайте историческое восстановление времени и отдельный месячный сценарий как два эффекта. Горизонт 5 лет, постоянные цены, без НДС/дисконтирования.

6 Ваши проектные решения

Свободны аналитика причин, набор мер/оборудования, размещение контроля, организация ремонта и диспетчеризация потоков. Состав мер и графики определяете самостоятельно. Код не обязателен: допустимы расчётная таблица, схема и проверяемый алгоритм действий.

7 Материалы и их статус

Обязательны общий журнал всех событий и три потоковых сценария/случаи обслуживания; CSV можно обрабатывать любым инструментом. Справочные карточки средств необязательны. Собственные данные разрешены отдельно; исходные записи и общий тест не заменяются. Схема показывает приведённую топологию.

8 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.

- Более подробные временные модели/очереди, новые общие сценарии и контроль качества журналов.
- Собственные средства диагностики, ремонтная логистика и интерфейс диспетчера.
- Независимые производственные измерения эффекта с сопоставимым периодом и сохранением объёмов.

9 Проверка и сдача

- Исходные минуты/периоды и целевые группы прослеживаются; все 2062 записи учтены в протоколе.
- Все три потоковых сценария сохраняют объёмы, границы запаса, окон и мощностей.
- Эффект мер получается из времени/покрытия/ресурсов, не готовых процентов; экономика использует маржу и один сценарий.

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.

Оборудование, применяемое в шахте, должно соответствовать требованиям безопасности и быть в рудничном взрывозащищённом исполнении (РВ). Для предлагаемого состава укажите условия среды, требования к исполнению и подтверждающие документы, которые предстоит проверить при промышленном проектировании. Учебный прототип и расчёт не являются сертификацией или разрешением применения; предусмотрите проверку специалистами и установленный порядок допуска до внедрения.

Расчетные допущения

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

Входные материалы и их использование

Материал	Для чего используется
Журнал событий двух лав	Все 2062 исходные записи двух лав, без сводных расчётов. Обязательные данные для общего расчёта. Поле <code>source_row</code> — номер записи в журнале соответствующей лавы; <code>data_note</code> — пометка качества. Периоды лав различаются, минуты не равны объединению календарных интервалов.
Мощности конвейерных участков	Табличные значения для воспроизводимого расчёта. Справочный материал; использование необязательно.
Суточные сценарии работы цепи	Три общих суточных сценария окон работы, ремонта и ограничения потока. Обязательные данные для общего расчёта.
Случаи обнаружения и ремонта	30 учебных случаев для сопоставления обнаружения, ожидания и ремонта. Обязательные данные для общего расчёта.

Материал	Для чего используется
Характеристики отдельных средств	Табличные значения для воспроизводимого расчёта. Справочный материал; использование необязательно.
Схема конвейерной цепи	Топология транспортной сети. Справочный материал; использование необязательно. Мощности заданы в условиях расчёта.

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.