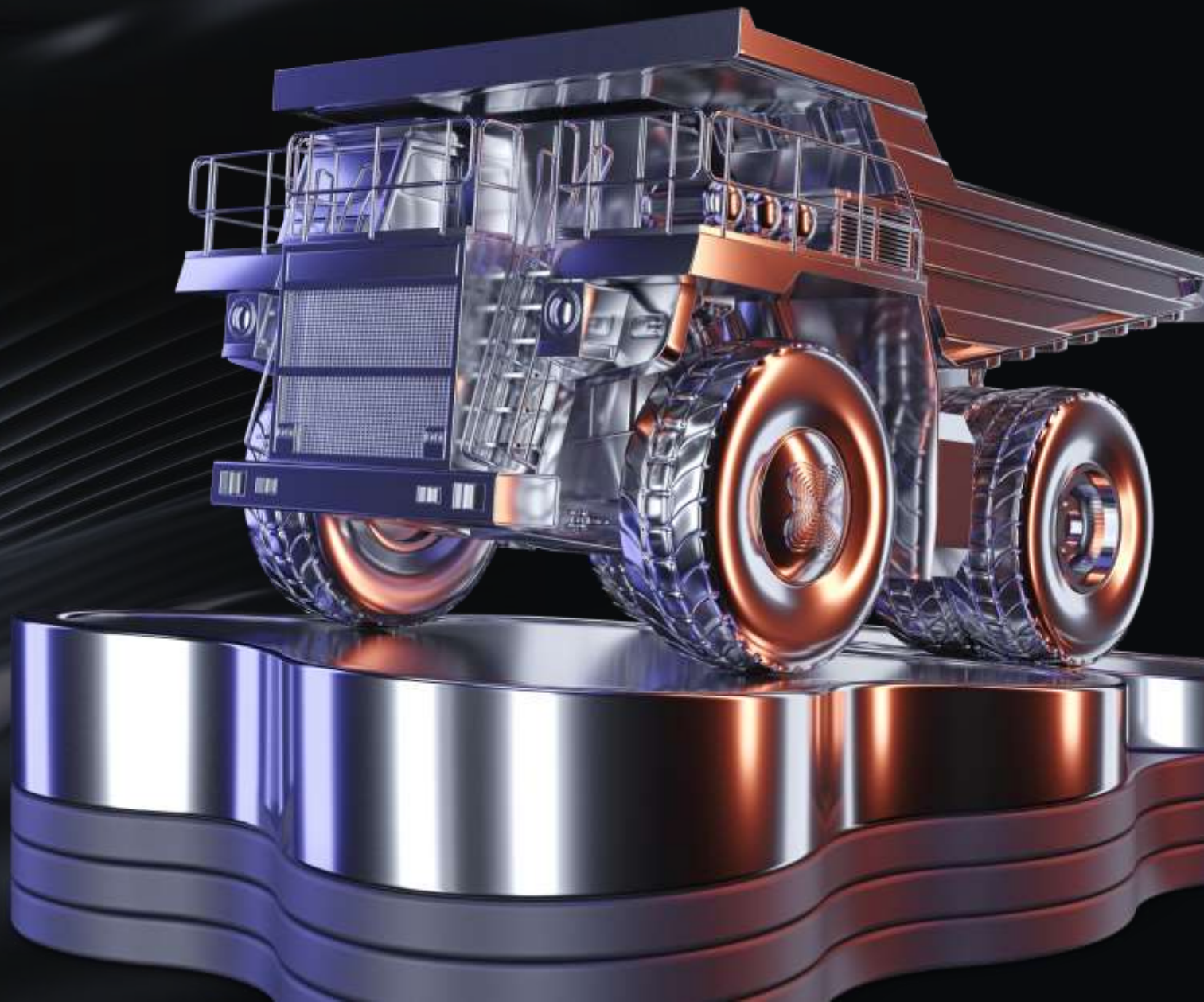
цифра

цифра роботикс

# Системы карьерной роботизации

## Компания «Цифра»



zyfra.com

цифра

# Отрасль карьерной роботизации

# Цифра Роботикс

## первые в РФ и более 10 лет на рынке

**2017**

Автономный дорожный самосвал КАМАЗ

Нижнетагильский металлургический комбинат

**2018**

Автономный карьерный самосвал Terex

ОСР, Бен-Герир, Марокко

**2019**

Автономный буровой станок PitViper-271

СУЭК, Разрез Тугнуйский, Бурятия

**2020**

Автономные карьерные самосвалы и ДУ-погрузчик

РУПП Гранит, Микашевичи, Беларусь

**2021**

**2022**

Пилотный роботизированный участок на базе БЕЛАЗ-7513

ERG, разрез «Восточный», Казахстан

**2023**

Дистанционно-управляемый бульдозер

Завод Четра

Пилотный роботизированный участок на базе БЕЛАЗ-7513R

СУЭК, разрез «Абаканский», Хакасия

Автономный буровой станок PitViper-271

Медный карьер Constansia, Hudbay, Перу, Ю.Америка

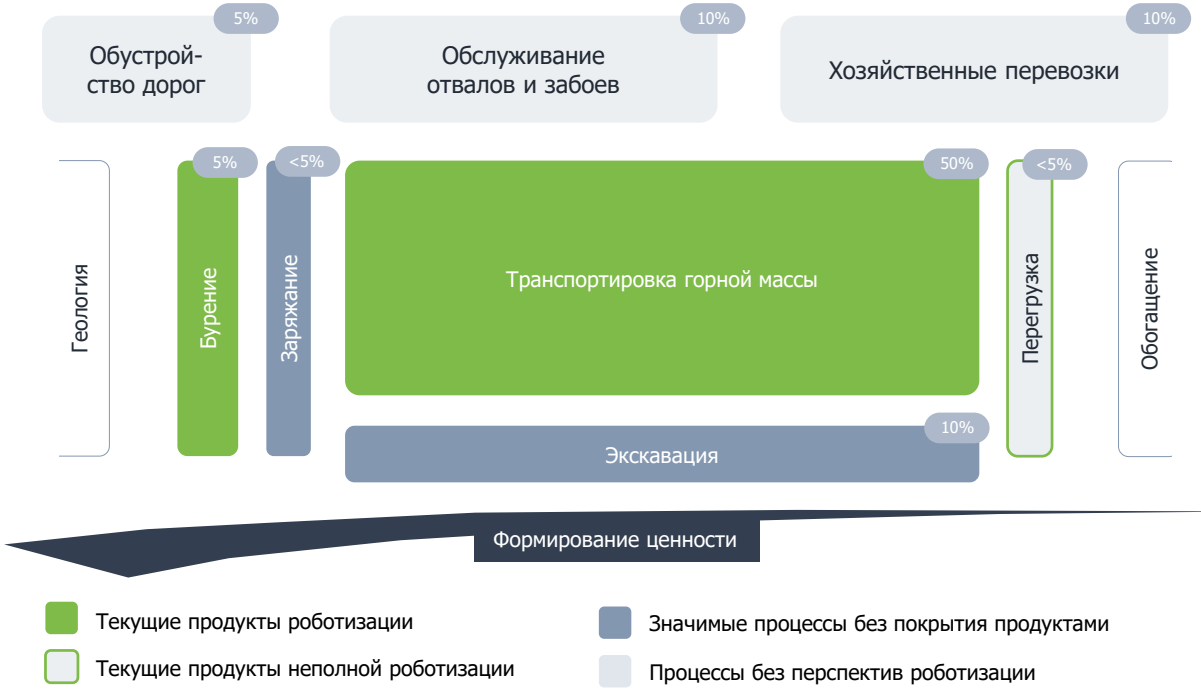
Роботизированный участок транспортировки вскрыши

СУЭК, разрез «Изыхский», Хакасия

# Прогноз продвижения роботизации

**В ближайшие 10 лет**
роботизация будет замещать **более 60% труда** по эксплуатации техники

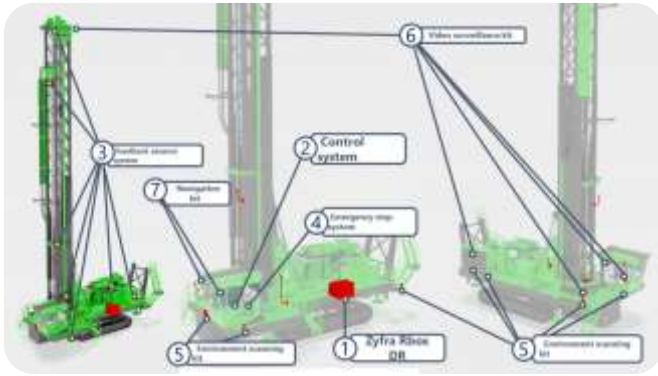
**Функции**
диспетчеров и операторов — **выродятся в контрольные**




ЧЕТРА
БЕЛАЗ
ЕВРАЗ

TEREX
БЕЛАЗ
OCP
СУЭК
ГРАНИТ

Epiroc
REL
СУЭК
HUDBAY



# В мире внедрено порядка 2100 карьерных роботов*

## Рост рынка

На 19,1% к оценкам от 2022*

| | |
|---|---|
| Карьерные самосвалы | 21,8% |
| Буровые станки | 19,5% |

(** — Parker Bay, 2022)

## Рост спроса равновесен

Вклад 2022-2023 гг.:

| | |
|---|---|
| Карьерные самосвалы | 35% |
| Буровые станки | 39% |

## OEM горных машин лидируют

Совокупная tдоля рынка:

| | |
|---|---|
| Карьерные самосвалы | 87% |
| Буровые станки | 60% |

**(!)**
**TAGE iDriver (самосвалы) и Flanders (буровые станки) – потеснили OEM в TOP-3**

## Ускорение после пандемии

| | |
|---|---|
| Рост (техника ОГР) | 49-73% |
| Клуб стран-игроков | 4 → 10 |

Лидеры роста (доля рынка):

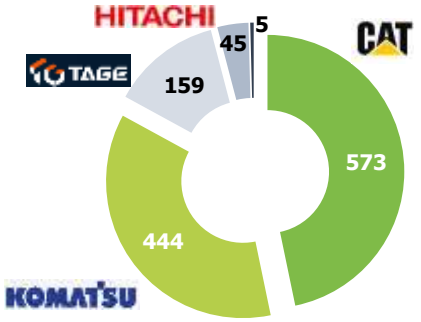
| | |
|---|---|
| ▪ Бразилия (станки) | 16% |
| ▪ Чили (станки) | 13% |
| ▪ Китай (самосвалы) | 13% |
| ▪ Канада (БС-АС) | 12-24% |

## Австралия — главный игрок

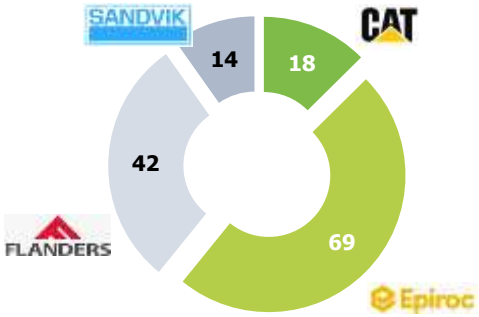
Доля внедрений за 15 лет (мир):

| | |
|---|---|
| Карьерные самосвалы | 48% |
| Буровые станки | 48% |
| Рекорд в новых проектах | 200 |

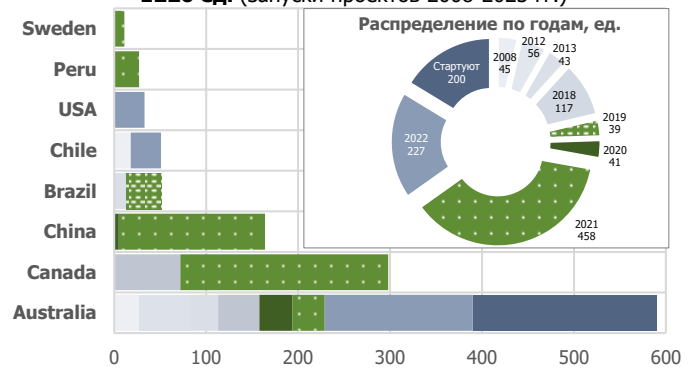
Рынок роботизации карьерных самосвалов, ед.



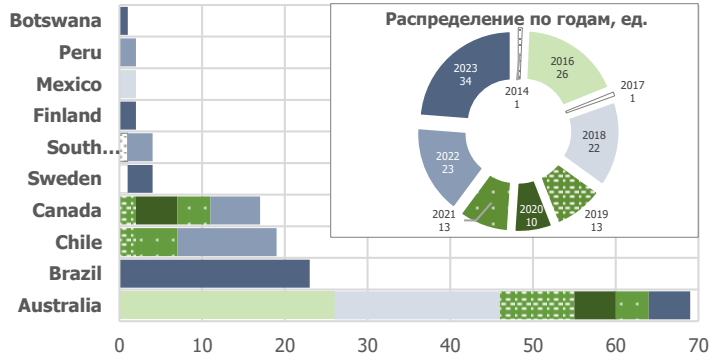

Рынок роботизации буровых станков, ед.




**Объем роботизации карьерных самосвалов, 1226 ед.** (запуски проектов 2008-2023 гг.)



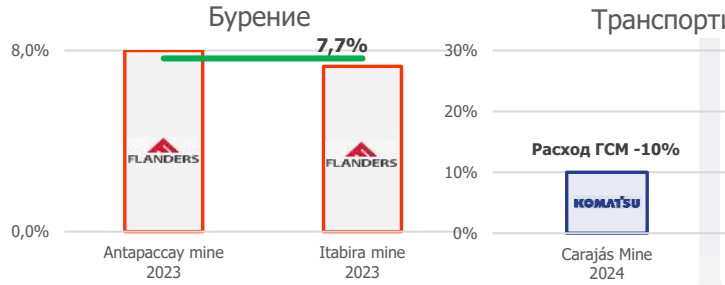

**Объем роботизации буровых станков, 143 ед.** (запуски проектов 2014-2023 гг.)



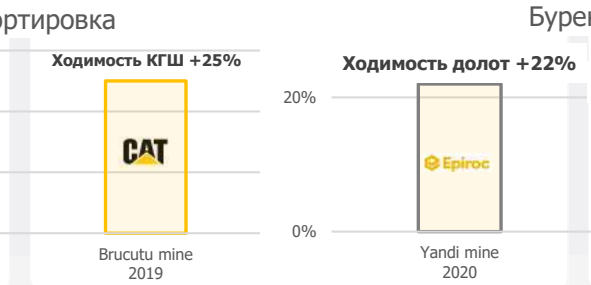

* – За отсутствием доступных публикаций, часть практик, заявляемых **WAYTOUS** (≈ 500 ед.) и **TAGE** (≈ 200 ед.) – не раскрываются в анализе

# Эффекты внедрения роботизации (мировая статистика)

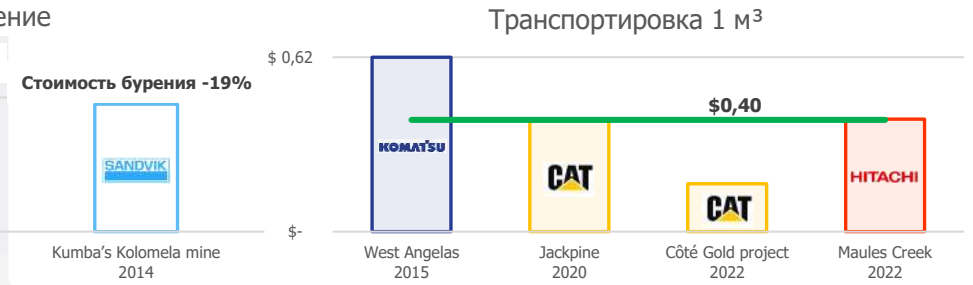
## 1. Снижение расхода ГСМ в среднем на 7-10%



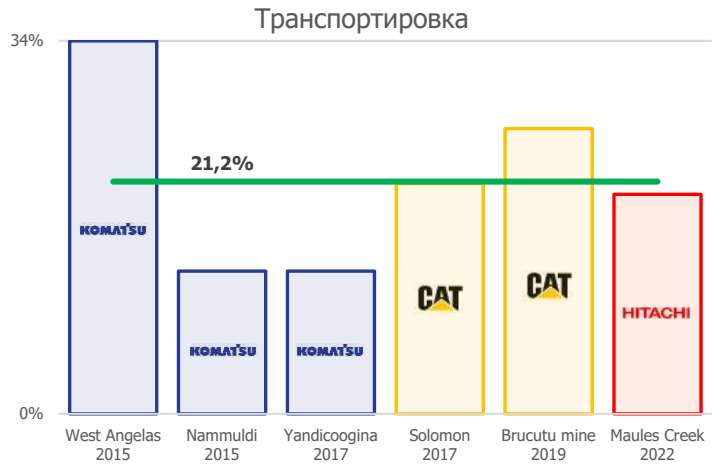

## 2. Экономия расходных 22-25%

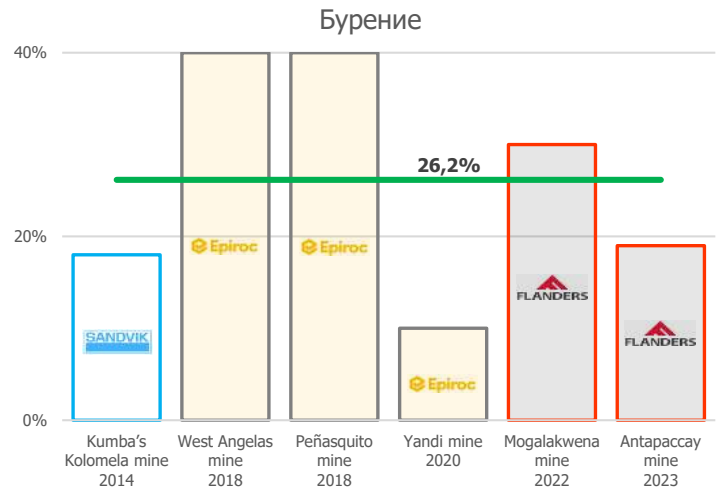



## 3. Сокращение удельной стоимости на 19-25%

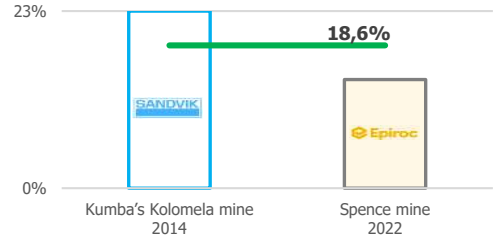



## 4. Прирост производительности до 34-40%

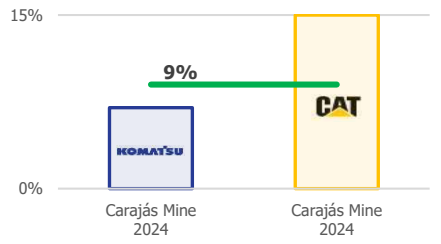



## 5. Повышение КИО на 14-23%




## 6. Увеличение срока службы до 15%



цифра

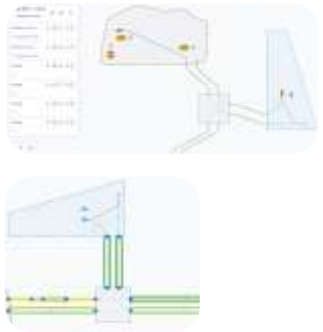
# Продукты Цифра Роботикс

# Размещение систем роботизации в технологическом цикле

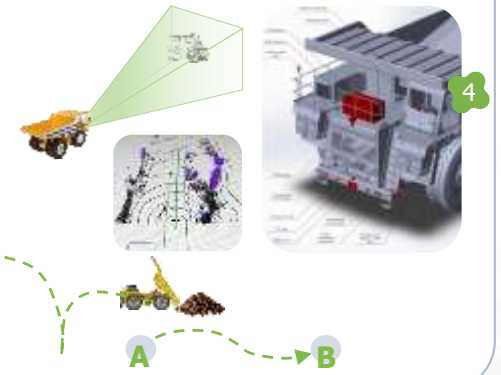
**Система управления** роботизированным комплексом

1 Система дистанционного управления

2 Система диспетчерского контроля



3 Система автономного управления самосвалом




4 Система электронного исполнения

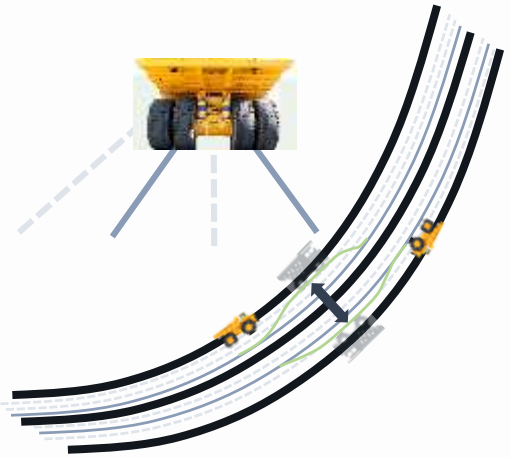
# Противодействие образованию колеи

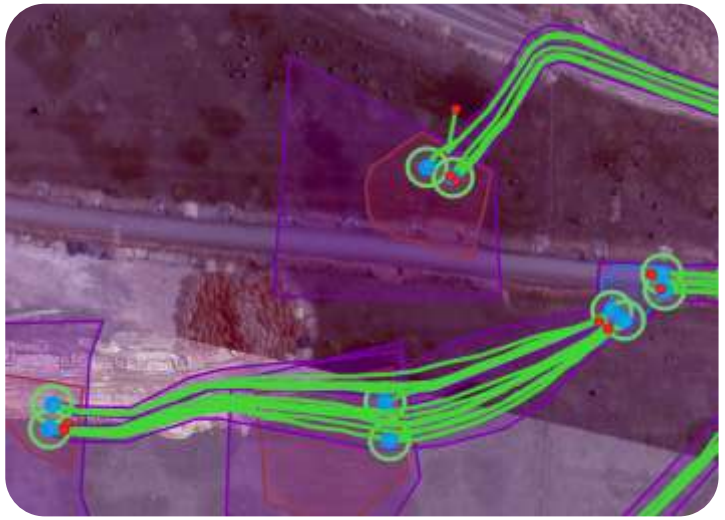
Увеличение ходимости между обслуживаниями дорог до +100%

**Дублирование**
Каждый маршрут движения разбивается параллельные траектории с частым шагом

**Переключение траекторий**
Назначенные и резервные траектории автоматически переключаются после каждого проезда по ним

**Встречные разъезды**
При встречных разъездах самосвалы автоматически разводятся на траектории, безопасно удаленные друг от друга

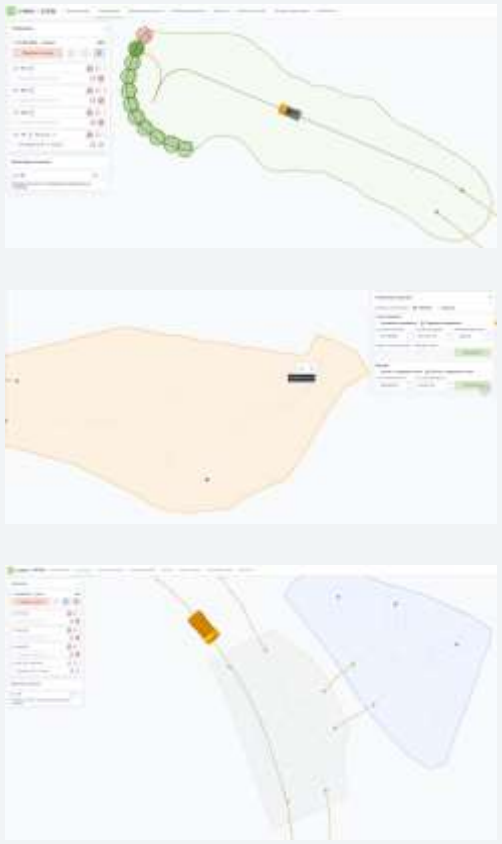




# Система мониторинга и контроля
## роботизированных комплексов

### Мониторинг ритмичности и производительности

- Текущие показатели производительности
- Диаграмма ритмичности
- Детализация простоев, выделение простоев роботизации
- Динамика структуры длительности циклов
- Динамика влияния ложных препятствий
- Динамика маневрирования
- Динамика вмешательств в работу
- Анализ исполнения нормы выработки



### Планирование разгрузок

- Разметка доступной части отвала
- Автоматическая расстановка разгрузок (куч)
- Выделение доступных точек
- Отображение статуса текущей разгрузки

### Конфигурация маневров

- Автоматическое планирование точки разворота
- Ручная корректировка точки разворота
- Автоматическое построение и отображение маневров

### Планирование развязок

- Планирование маршрутов и зон пересечения
- Автоматическая маршрутизация в зонах пересечения
- Отображение статусов разъезда

# Решены главные проблемы устойчивой работы

### 1. Маневрирование по погрузке и разгрузке

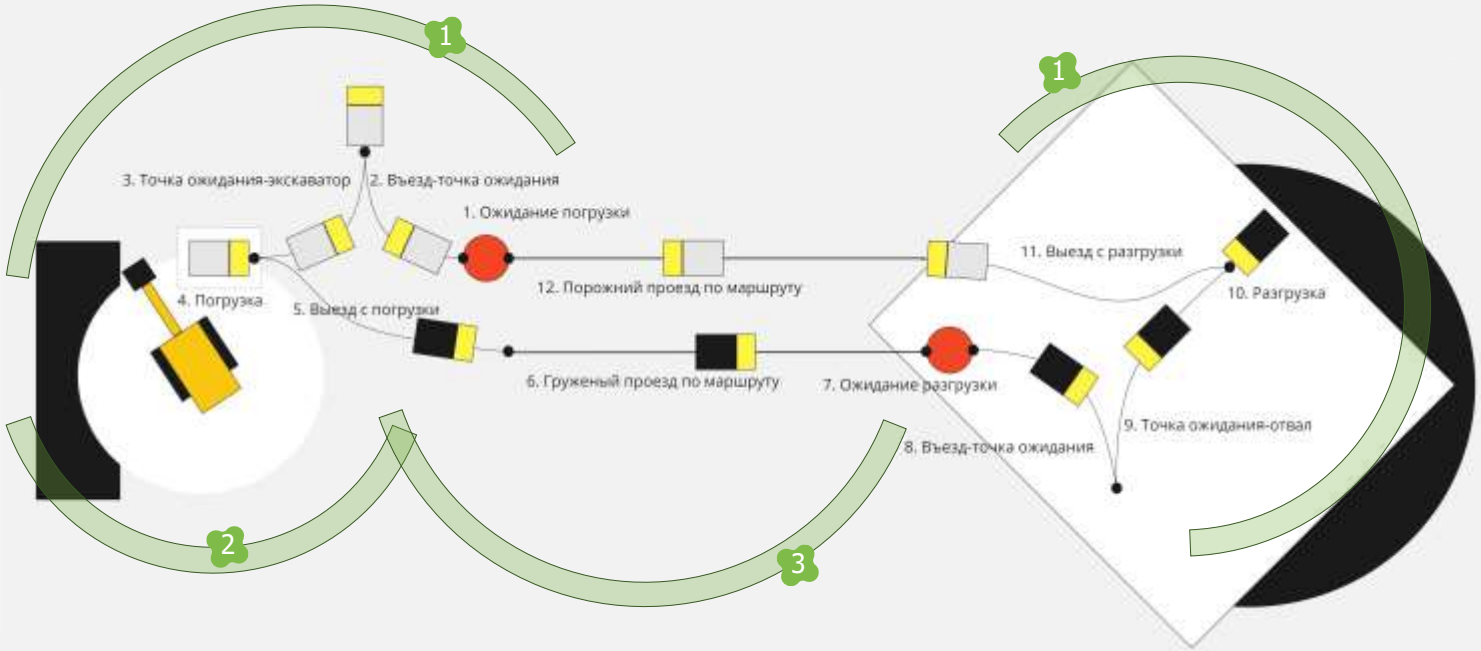
Проблема плавного движения (удержания равномерной динамики) при низкой скорости и тяжелом рельефе

### 2. Безопасное сближение с экскаватором

Проблема ложного восприятия платформы и ковша экскаватора в качестве препятствий

### 3. Ритмичное движение по маршруту

Проблема остановок по ложному восприятию рельефа и обваловки в качестве препятствий



# Целевая оргструктура роботизированного комплекса

1 **РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**
- Управление потребностью в МТР
- Краткосрочная координация служб

3 **ОБЩЕЕ ОПЕРАТИВНОЕ РУКОВОДСТВО**
- Выдача сменных заданий
- Внутрисменная координация служб
- Управление расстановкой парка

5 **ОПЕРАТИВНОЕ РУКОВОДСТВО КОМПЛЕКСОМ**
- Внутрисменная координация комплекса
- Согласование доступа на территорию
- Ведение оперативной отчетности

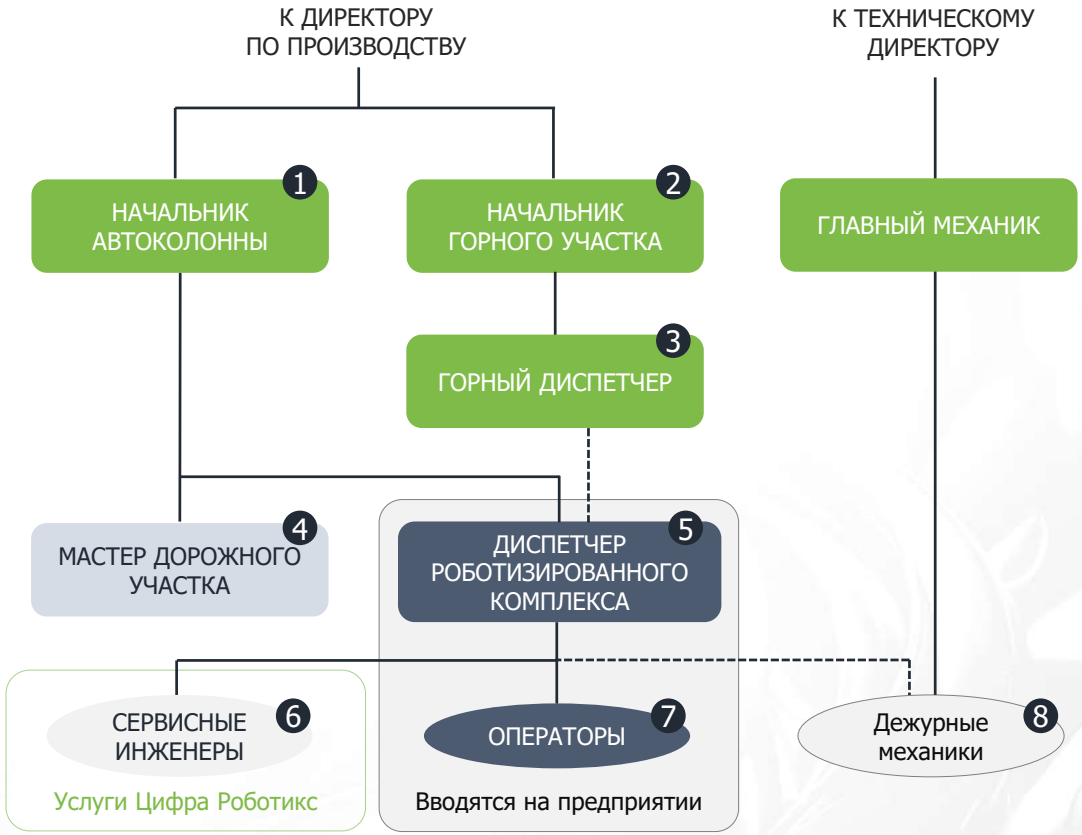
7 **КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ РОБОТОВ**
- Непрерывный контроль за группой роботов
- Оперативное вмешательство в исполнение
- Взаимодействие с разработчиком

2 **ОБЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ РУКОВОДСТВО**
- Планирование вывода техники
- Краткосрочное планирование объемов
- Общая ответственность за производство

4 **ОПЕРАТИВНОЕ РУКОВОДСТВО**
- Выдача сменных заданий
- Управление расстановкой парка

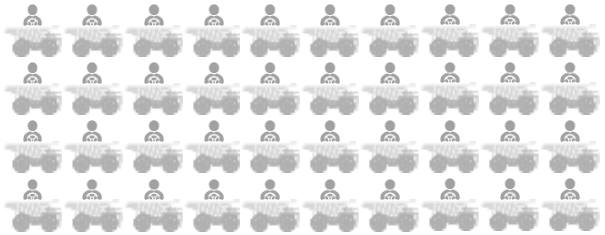
6 **ОБСЛУЖИВАНИЕ РОБОТИЗАЦИИ**
- Ежесменный осмотр и тестирование
- Устранение неисправностей
- Обновление и настойка
- Мониторинг

8 **ОБСЛУЖИВАНИЕ ШАССИ САМОСВАЛОВ**
- Мониторинг самодиагностики
- Межсменные осмотры самосвалов
- Профилактические работы
- Оперативное устранение дефектов



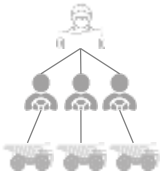
# Потребность в персонале сокращается в 4 раза

## Парк самосвалов на ручном управлении



**Парк самосвалов**

- Горный диспетчер
- Водители
- Самосвалы



**Экипаж 4 ШЕ**

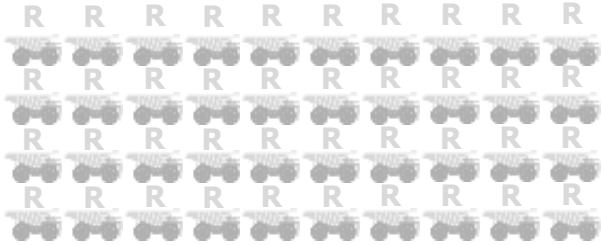
**Схема организации**

**Общая численность**

**Штат водителей 176 ШЕ**

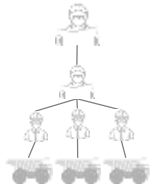
| | | |
|---|---|---|
| 40 | Парк | 40 |
| 40 | Явочный состав | 9 |
| 176 | Списочный состав | 40 |

## Парк роботизированного комплекса



**Парк самосвалов**

- Горный диспетчер
- Диспетчер комплекса
- Операторы
- Роботы



Учитывается вне штата комплекса

Из расчета: 1 на 5 роботов

**Расчет комплекса 9 ШЕ**

**Схема организации**

**Сервисный инженер роботизации**
Услуга постоянного присутствия ГК цифра

**Дежурные механики**
В штатной численности энерго-механической службы

**Общая численность**

**Штат комплекса 40 ШЕ**

цифра

# Перспективные инструменты

# Противодействие износу конструктивов самосвала

Сокращение повреждающего износа рамы и подвесок (эффект оценивается)

**Профилирование рельефа**

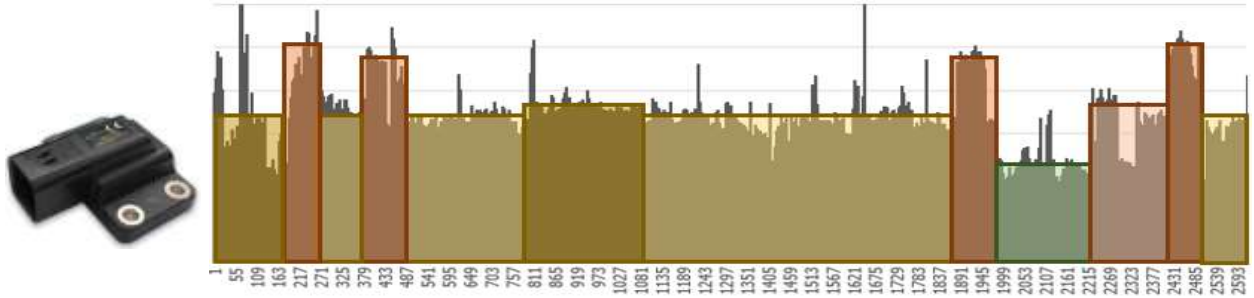
По данным IMU и лидарного скана проездов рельеф классифицируется по степени грубости

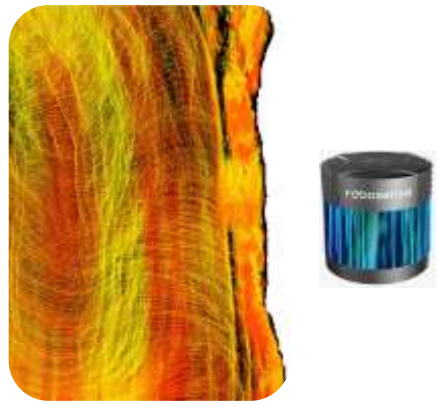
**Разметка траекторий**

Маршрут разбивается на участки постоянного уровня грубости рельефа для всех траекторий

**Адаптивное курсополагание**

Система выдает автономным самосвалам участки траекторий с наименьшей грубостью рельефа и соединяет их плавными переходами



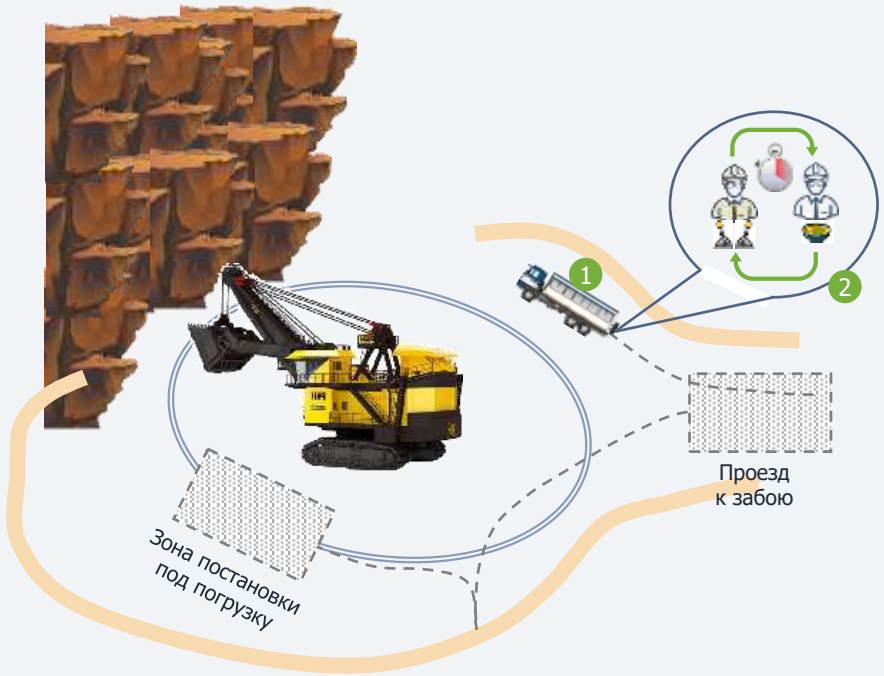


# Обед машинистов без остановки производства

1. **Установка столовой**
   - За пределами радиуса экскаватора,
   - Вне зоны постановки под погрузку
   - Вне проезда к забою

2. **Применение «горячего седла»**
   Дополнительный машинист сменяет основных на время обеда

**Дополнительные 40 мин в смену**
за счет безостановочной работы (1-2 рейса в смену, при норме 25-30 рейсов)



# Ослабление требований ОТиПБ

## Сокращение ширины транспортных берм

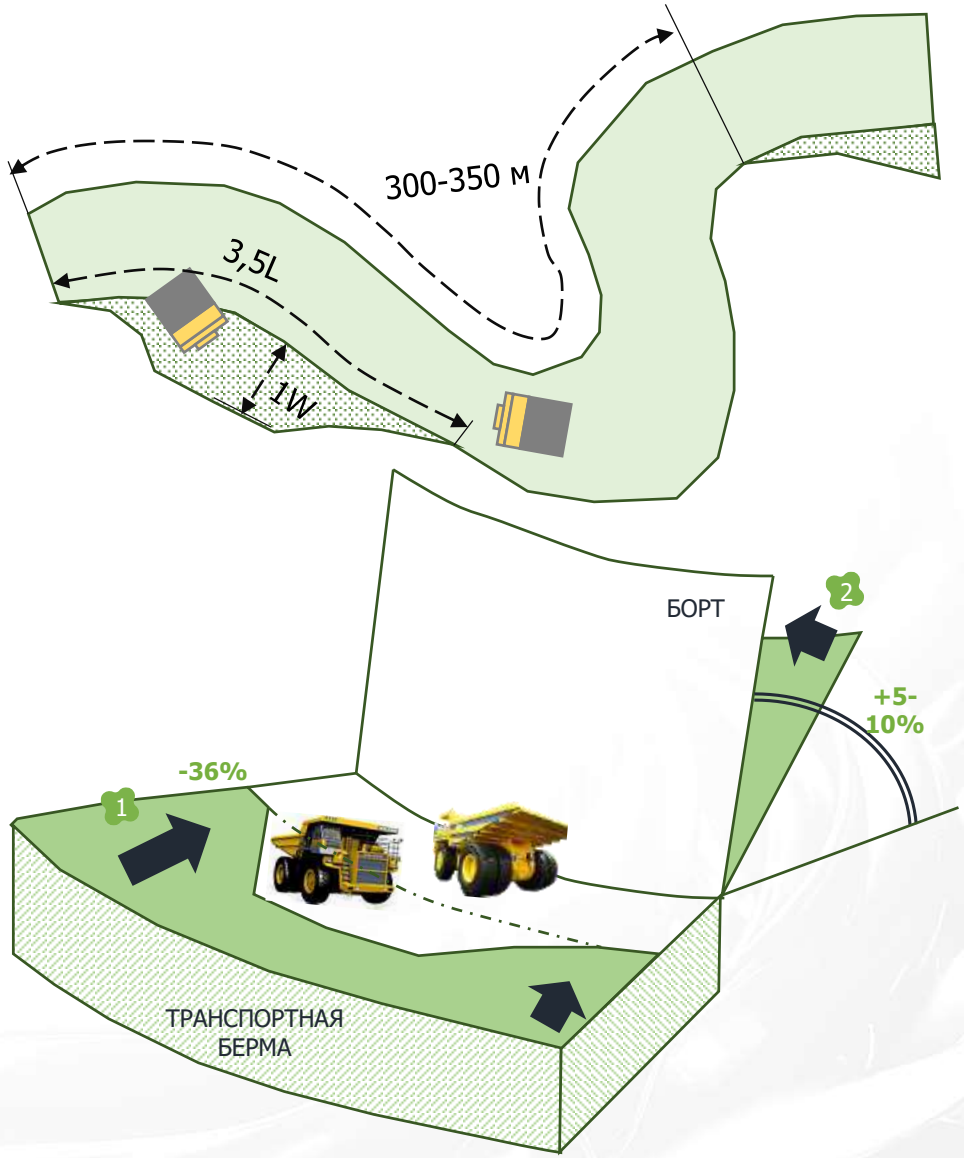
с переходом к однополосному движению на 30% сократит срок/стоимость строительства капитальных горных выработок
без потерь производительности

## Синхронно-планируемый встречный разъезд

- с помощью маневрового кармана (1Х3,5 габарита самосвала)
- обеспечивается системой управления комплексом
- без остановок в ожидании

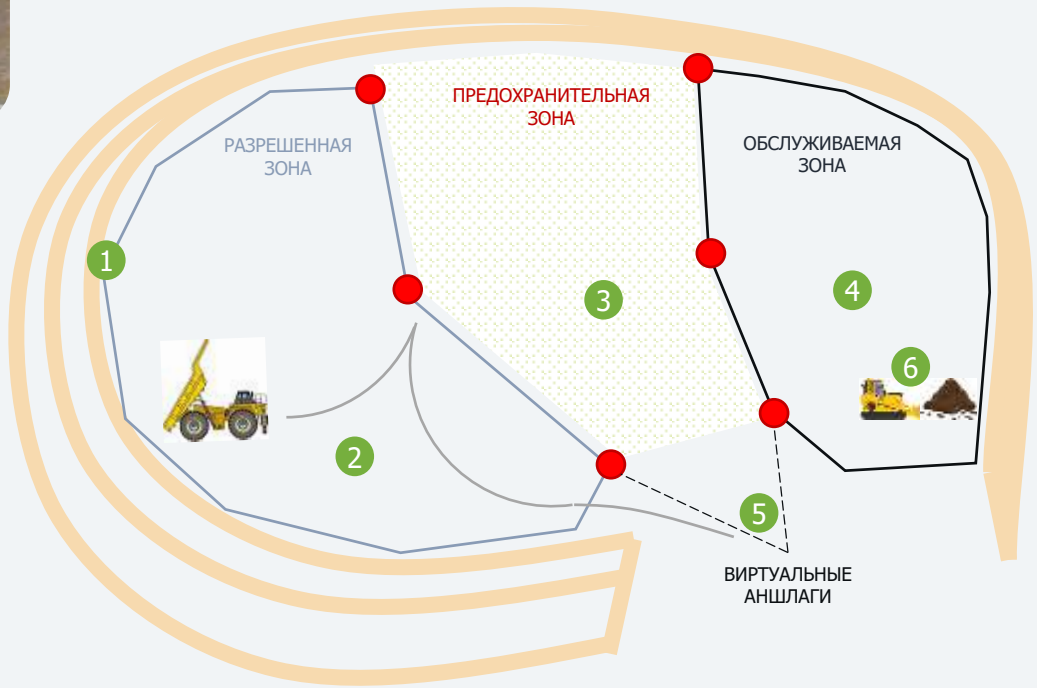
## Увеличение угла наклона борта

на 5-10%  к нормам с учетом обратимости экономических потерь дополнительно добавит к эффекту 5%
без угроз для жизни/здоровья людей



# Одновременные обслуживание и эксплуатация отвала

1. **Разграничение зон**
   Через мобильное приложение на площадке отвала размечаются:
   - Разрешенная зона разгрузки
   - Зона обслуживания бульдозером
   - Предохранительная (запрещенная) зона
2. **Разрешенная (рабочая) зона**
   Задается в ограничениях размеров, позволяющих рассчитать кривую маневра
3. **Предохранительная зона**
   Задает минимальное расстояние между границами рабочей и обслуживаемой зон в каждой точке протяженности – не менее корпуса самосвала
4. **Обслуживаемая зона**
   Максимальная остаточная часть площадки отвала после разметки разрешенной и предохранительной зон
5. **Виртуальные аншлаги**
   Назначаются в системе управления через привязку к высокоточным координатам:
   - Ограничивают зону маневрирования роботов
   - Сигнализируют о границах зоны машинисту бульдозера (через бортовой компьютер)
6. **Порядок организации**
   - Обслуживание отвала выполняется без остановки работы комплекса
   - Безопасность обеспечивается предохранительной зоной



# Выгоды при обеспечении промышленной безопасности

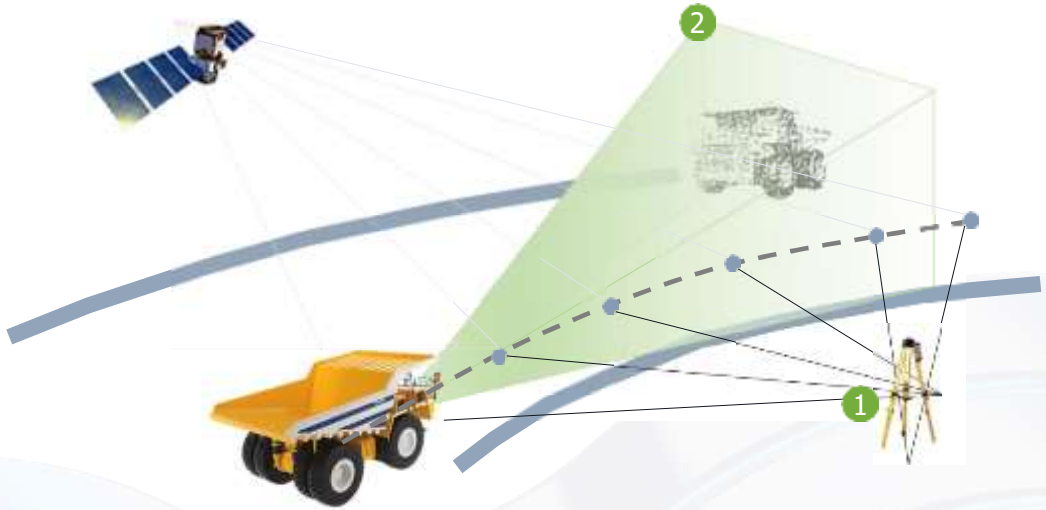
**1 Высокоточное спутниковое позиционирование**

- Контроль нахождения на заданной траектории
- Контроль взаимного расположения техники

**2 Комплексированное восприятие окружения**

- **Радары:**
  Дальнее восприятие подвижных объектов, оценка их скорости, прогноз траектории движения
- **Лидары:**
  Ближнее восприятие объектов,
  оценка их габаритов и рисков разъезда
- **Камеры:**
  Трансляция обзора с борта оператору

Отказ от искусственного освещения технологических дорог



110
109

119311, Москва
Пр. Вернадского, 6

+7 (495) 665-91-31
info@zyfra.com

info@zyfra.com


zyfra.com

цифра