

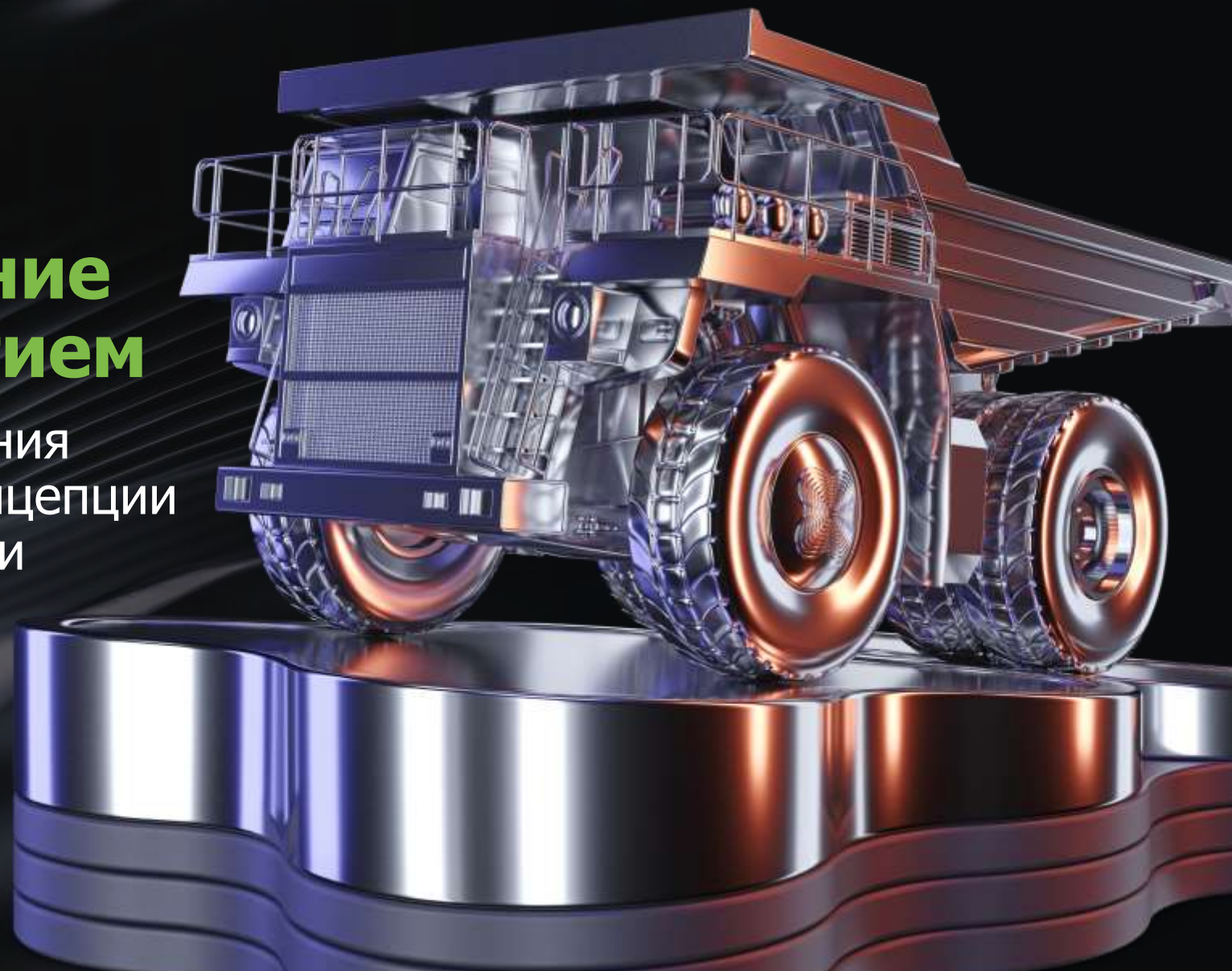


Сквозное управление горным предприятием

на базе отечественного решения
«Цифра. Горный MES»: от концепции
к промышленной эксплуатации

Андрей Владимирович Черечукин,
Архитектор бизнес-решений

zyfra.com



Цифра

в горной промышленности

35+ лет опыта

разработки и внедрения решений
для горной промышленности
по всему миру

24 000

подключенных единиц горной техники

Первые в России

запустили роботизированные
самосвалы в промышленную
эксплуатацию



цифра | 2

за год

НАШИ КЛИЕНТЫ

с помощью решений Цифры

ЗАРАБОТАЛИ

в горной добыче

5,2

млрд
руб*

*За счёт увеличения коэффициента загрузки на 4%
и, как следствие, увеличения объёмов добычи



на 17%

увеличили эффективность работы большегрузных
самосвалов на Мирнинско-Нюрбинском ГОКе

Решения ГК «Цифра» для горной отрасли используют

8 из 10

крупнейших
угледобывающих
компаний России
и СНГ

7 из 10

ведущих
золотодобывающих
компаний России
и СНГ

130+

горных предприятий
в России, странах СНГ, Латинской
Америки, Центральной Азии
и Африки

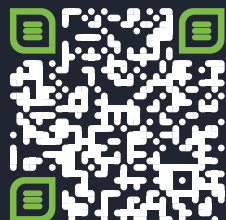
Создаём инженерные профессии будущего



**КРОСС-ИНДУСТРИАЛЬНАЯ
ЭКОСИСТЕМА ЗНАНИЙ**
по цифровой трансформации



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Г.В. ПЛАТОНОВА



Бесплатные онлайн-практикумы
для инженеров и руководителей

20 000+
участников

45
партнёров



ЦИФРОВОЕ
ПРОИЗВОДСТВО



ЦИФРОВОЕ ГОРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ



ЦИФРОВОЕ НЕФТЕГАЗОВОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ

Учебный центр

по продуктам

Обучение
и сертификация
партнёров

[Узнать больше](#)

архив



архив



МЕТАЛЛООБРАБОТКА



Ежегодные
конференции
для практиков
По клику на лого —
архив выступлений

ГОРНАЯ
ИНДУСТРИЯ 4.0

принимать
НЕФТЬ 4.0



Отраслевые конкурсы
эффективных
цифровых проектов
По клику на лого —
витрины лучших
проектов

Актуальность проблематика

- Повышение требований к эффективности горнодобывающих предприятий
- Необходимость сквозного управления ГОКом — от добычи до выпуска продукции
- Указ Президента РФ № 166: ограничения иностранного ПО для КИИ
- Отсутствие российских отраслевых решений класса MES для горной промышленности

Цель

Разработка и внедрения отраслевого MES-решения для обеспечения сквозного управления горно-обогатительным комбинатом на основе единой объектной модели

Задачи

- Анализ функциональных требований горной промышленности (концептуализация)
- Проектирование архитектуры системы с учетом требований согласно ISA-95, текущего продуктового портфеля
- Аprobация решения проектах (MVP, проверка ключевых гипотез, итеративное уточнение шаблонов)
- Формирование типовых пакетов конфигураций (Template-Based Configuration), интеграций, документации (вкл. пользовательские инструкции, процессы TO-BE) и набор программных компонентов для промышленного внедрения

История развития решений уровня MES

В горной промышленности

1980–1990 гг.

Первые цифровые решения для управления горным транспортом с элементами MES: система DISPATCH компании Modular Mining для Phelps Dodge (США). В России аналогичные решения начала разрабатывать в том числе с 1990-ых компания ВИСТ (сейчас ГК ЦИФРА)

1990–1999 гг.

Появление термина MES (AMR Research, 1990) и создание ассоциации MESA (1992), проекты MES в нефтехимии, химической, металлургической промышленности

2000–2015 гг.

Развитие комплексных систем мониторинга производства с интеграцией ГГИС и первых MES-модулей в горной и металлургической промышленности, крупные проекты диспетчеризация горных работ и развитие SCADA систем на ОФ в России

2016–2020 гг.

Интеграция MES с IIoT, цифровыми двойниками и продвинутой аналитикой Industry 4.0, в горной промышленности, старт первых проектов MES для обогатительных фабрик в России и СНГ

2022–TBD гг.

Проекты MES для всего горно-обогатительного комбината включающий добычу и переработку до конечного концентрата обогатительный передел и вспомогательные процессы (пример. Цифра. Горный MES)

Задача 1. Анализ функциональных требований горной промышленности

Для разработки решения принят международный стандарт ANSI/ISA-95 (IEC 62264),
соответствует ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014

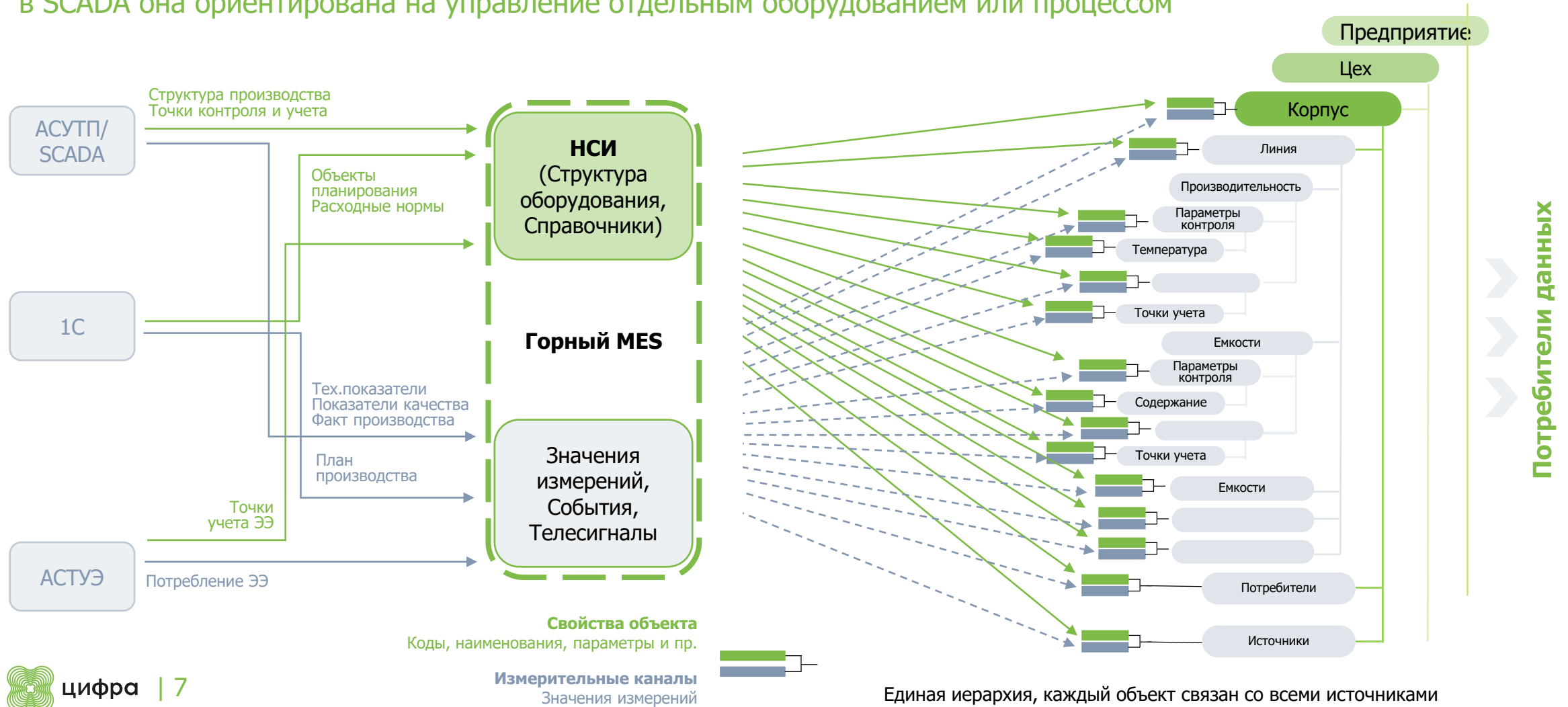
Из 11 функции MES выявлены наиболее актуальные для горной промышленности:

производственное планирование, диспетчеризация производства, управление ресурсами, контроль качества, анализ производительности



Задача 2. Проектирование архитектуры системы с учетом требований согласно ISA-95

Одним из ключевых отличий MES от SCADA, объектная модель (сокр. ОМ) в MES на платформе ZIIOT строится вокруг производственных задач и бизнес-логики предприятия, тогда как при наличии ОМ в SCADA она ориентирована на управление отдельным оборудованием или процессом



Задача 2. Проектирование архитектуры системы с учетом текущего продуктового портфеля

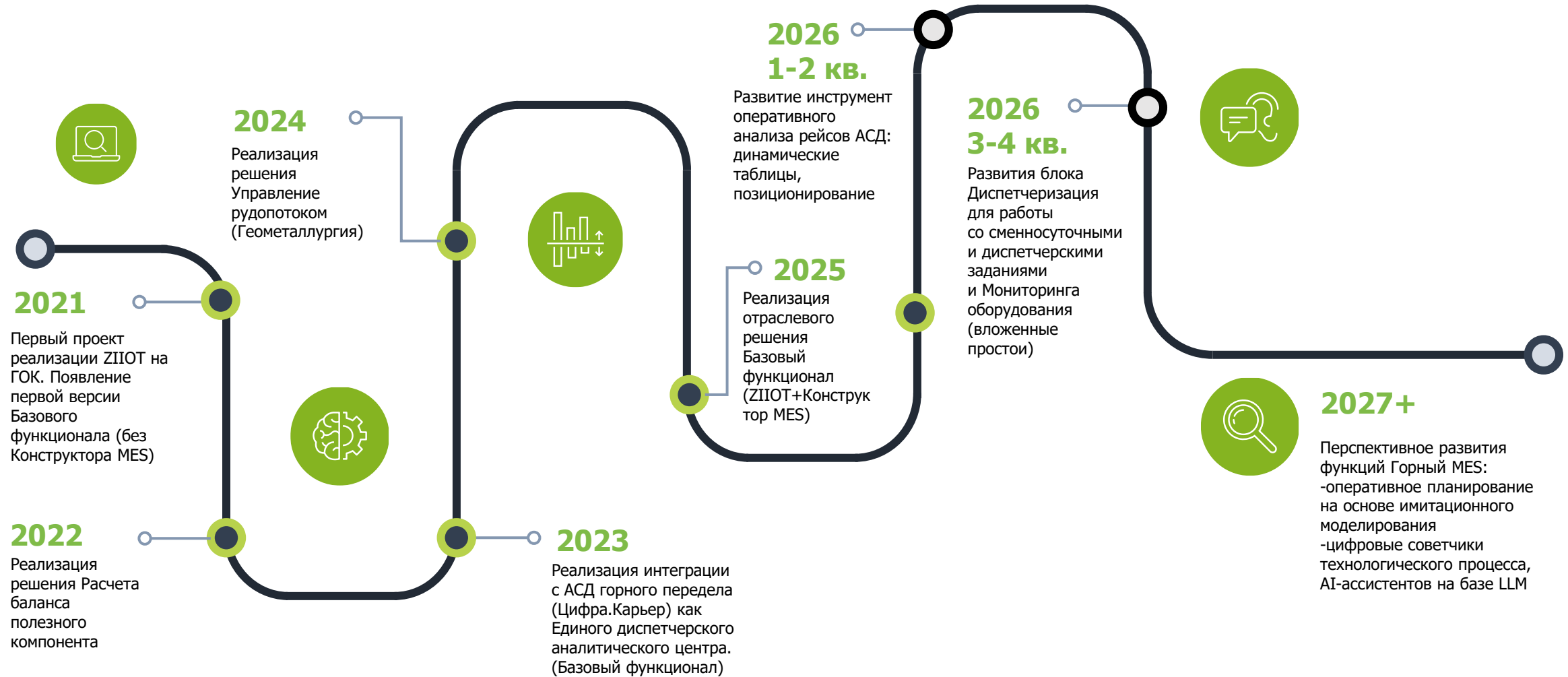


Задача 2. Проектирование архитектуры системы с учетом требований согласно ISA-95, текущего продуктового портфеля



Задача 3. Апробация решения

Развитие Цифра. Горный MES от первых проектов до отраслевого решения



Задача 4. Формирование типовых пакетов конфигураций

Разделение функционала Горный MES в зависимости

от цифровой зрелости, этапности внедрения и групп бизнес-эффектов

Базовый функционал

- Производственный учет, мониторинг качества сырья и материалов
- Диспетчерское управление
- Мониторинг эффективности оборудования
- Оперативная отчетность

Бизнес-эффекты

- Повышение КИО
- Повышение КТГ

Расширенный функционал

- Управление рудопотоком (Геометаллургия)
- Расчет баланса полезного компонента
- Планирование карьера и фабрики
- Управление энергоресурсами (учет топлива)

Бизнес-эффекты

- Повышение коэффициента извлечения
- Сокращение потерь

Продвинутый функционал

Сквозные процессы

- Сквозное оперативное планирование ГОКа
- Единый центр управления производством, себестоимостью и энергоэффективностью
- Цифровые советчики (АРМы линейных специалистов, GPT ассистенты)

Бизнес-эффекты

- Увеличение производительности ГОК
- Сокращение себестоимости



Производственный учет

Учёт движения сырья и материалов

Функциональность

- Интеграция с весовыми и измерительными системами (расходомерами, плотномерами, уровнемерами и пр.), смежными системами (Цифра. Карьер)
- Учет поступления сырья на фабрику
- Учет движения технологических материалов (реагентов, шаров, стержней и пр.) и состояния складов
- Учет технологических отходов и побочной продукции
- Учет готовой продукции на складах и отгрузок

Бизнес-эффекты

1. Прозрачность учета сырья и материалов
2. Идентификация потерь и сокращение избыточных запасов

Дата поступления	Дата отгрузки	Идентификатор	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена	Сумма	Статус
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0001	Сырье 1	кг	1000	1000	1000000	Готово
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0002	Сырье 2	кг	1000	1000	1000000	Готово
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0003	Сырье 3	кг	1000	1000	1000000	Готово
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0004	Сырье 4	кг	1000	1000	1000000	Готово
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0005	Сырье 5	кг	1000	1000	1000000	Готово

Учет поступления сырья на фабрику

Дата отгрузки	Дата поступления	Идентификатор	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена	Сумма	Статус
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0001	Сырье 1	кг	1000	1000	1000000	Готово
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0002	Сырье 2	кг	1000	1000	1000000	Готово
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0003	Сырье 3	кг	1000	1000	1000000	Готово
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0004	Сырье 4	кг	1000	1000	1000000	Готово
01.01.2023, 10:00	01.01.2023, 10:00	0005	Сырье 5	кг	1000	1000	1000000	Готово

Отгрузка готовой продукции

Диспетчерское управление Технологический мониторинг

Функциональность

- Сбор данных реального времени с АСУТП, ПЛК, лаборатории, АСТУЭ, АСКУЭ, систем диагностики оборудования
- Контроль соблюдения технологических режимов: давление, расход, температура, плотность
- Учет остатков в бункерах и на складах. Корректировка по результатам маркшейдерских замеров
- Автоматическое формирование оперативной отчетности: режимные листы, сводки, отчеты
- Визуализация производства: мнемосхемы, тренды, состояние оборудования
- Диспетчеризация событий. Ведение диспетчерского журнала. Оповещение, эскалация событий, рассылки

Бизнес-эффекты

1. Соблюдение технологических режимов
2. Предоставление доступа к оперативным данным руководителям и специалистам ГОК
3. Сокращение времени реакции на события
4. Интеграция данных из различных систем



Обзорная панель, Цех дробления



Мнемосхема дробления

Управление рудопотоком

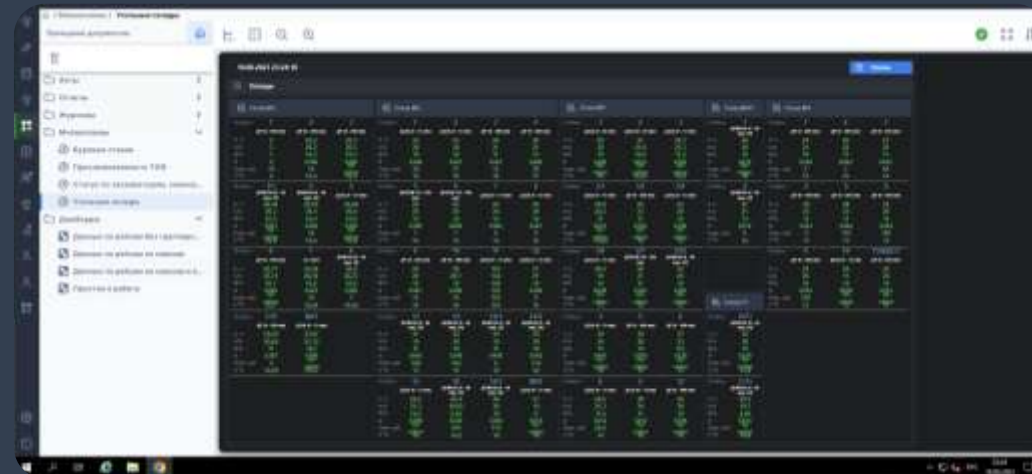
Геометаллургия. Прослеживаемость качества и количества, генеалогия партий

Функциональность

- Прослеживание качественных и количественных параметров партий сырья (пакетов) вдоль всей цепочки движения сырья, от забоя до готовой продукции
- Количественный и качественный учет в местах складирования сырья
- Интеграция с лабораторными и аналитическими системами, ручной ввод показателей качества
- Ввод данных маркшейдерских замеров

Бизнес-эффекты

1. Прозрачная картина движения сырья в количественном и качественном измерении
2. Повышение коэффициента извлечения
3. Стабилизация качества рудопотока
4. Оптимизация технологических режимов фабрики



Количество и качество угля в штабелях



Визуализация качества руды в бункерах ОФ

Перспективное развитие Цифра. Горный MES.

В 2025 г. ZIIoT был интегрирован с российскими LLM — GigaChat аналог ChatGPT, DeepSeek для реализации различных цифровых ассистентов

2022 — март 2025
Замещение OSI PI (США) на ZIIoT

Сентябрь 2025 —
настоящее время
масштабирование ZIIoT

Ноябрь 2025
AI GigaChat на ZIIoT

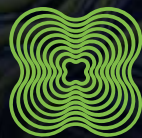
- АО «Апатит» ФосАгро успешно заместил OSI PI на ZIIoT на ряде активов
- Сбор данных (80k тегов), визуализация данных (1100 мнемосхем), автоматизация производственных отчетов, панели управления KPI для поддержки управленческих решений
- Подготовка производственных индикаторов для передачи в системы бухгалтерского учета класса ERP



- Начинается масштабирование ZIIoT на другие активы «ФосАгро».

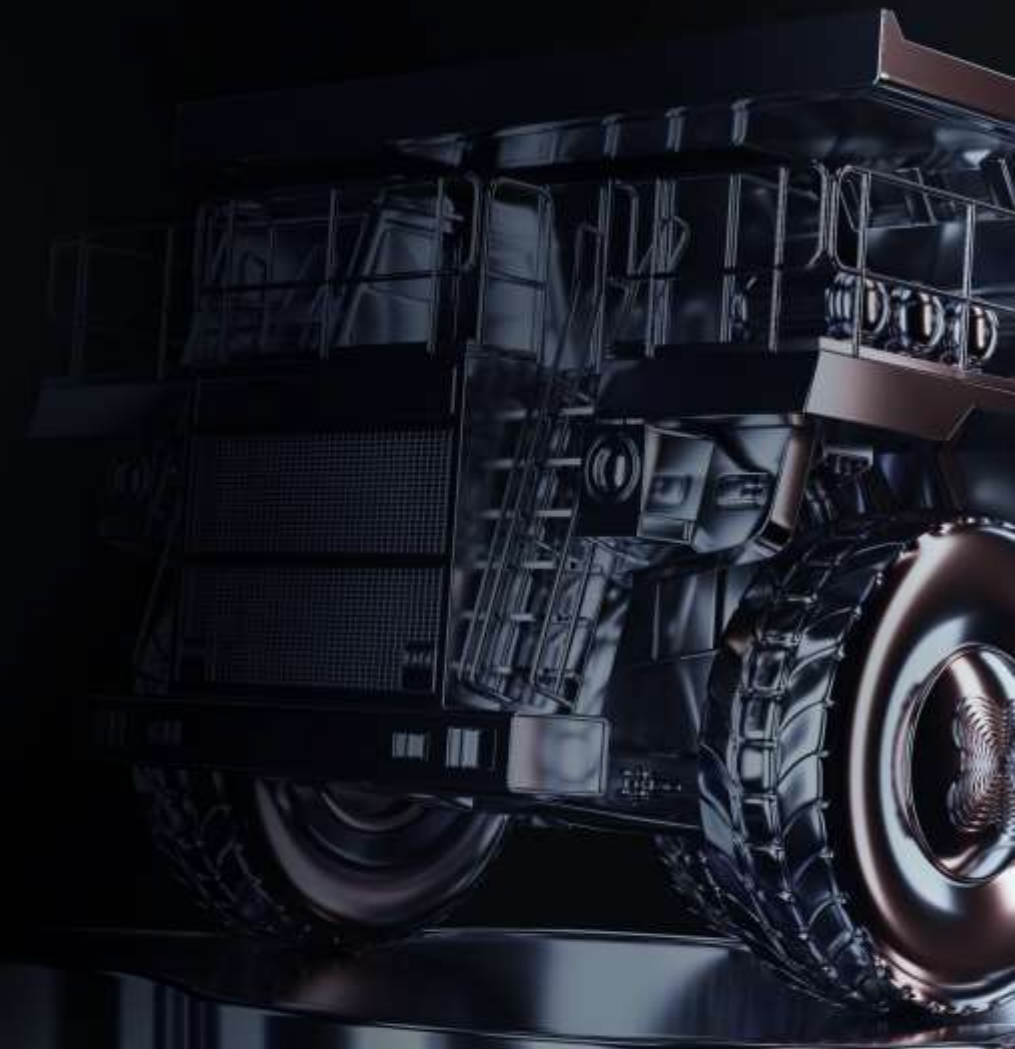
- AI GigaChat от SBER — российского сервиса ИИ
- ZYFRA и SBER имеют партнёрство в области искусственного интеллекта для тяжелой промышленности
- GigaChat интегрирован с ZIIoT в ФосАгро
- Модель машинного обучения, основанная на данных MES, предсказывает качество готовой продукции, а языковая модель контролирует соблюдение технологических нормативов. Технология RAG отвечает за поиск необходимой информации в базе знаний компании. Model Context Protocol (MCP) позволяет интегрировать различных агентов ИИ в систему, позволяя им самостоятельно анализировать контекст и решать соответствующие задачи.

«Мы интегрировали в систему передовую LLM-модель, которая позволила существенно сократить время на выполнение операторами ежедневных технологических операций и повысить эффективность работы. В конечном счете использование искусственного интеллекта в производственной системе позволяет увеличить выпуск готовой продукции.»



цифра

Геометаллургический подход к управлению рудопотоком: опыт реализации



Проблемное поле

Разрыв между консенсусом и практикой

20+ лет развития дисциплины

Работы Квинсленда, стандарты GMG, опыт Австралии, Канады, Чили

Российский контекст

Термин — маркетинг или синоним технологического картирования

КЛЮЧЕВОЙ ВОПРОС

Как перейти от экспериментов к системной практике?

СТРУКТУРА ДОКЛАДА

1

Вызовы

2

Научные

3

Организация

Фокус на барьерах и подходах — не на технических решениях

Три уровня барьеров внедрения

Физический

- ❑ Снижение качества руд в мире
- ❑ Тонковкрапленные руды, сложная минералогия
- ❑ Жёсткие требования к качеству концентрата
- ❑ Вариабельность — ключевой фактор

Руда с одинаковым Fe даёт разный выход концентрата

Информационный

- ❑ Данные в разных системах и форматах
- ❑ Нет семантической связи между моделями
- ❑ Разная логика сбора данных
- ❑ Геологи и технологи говорят на разных языках

*Геология → Обогащение →
Металлургия: разрыв контекста*

Органический

- ❑ Кросс-функциональное взаимодействие
- ❑ Изменение зон ответственности
- ❑ Пересмотр KPI и процессов
- ❑ Трансформация операционной модели

*Не внедрение ПО, а изменение
операционной модели*

Геометаллургия. Подходы к построению решения

Карьер

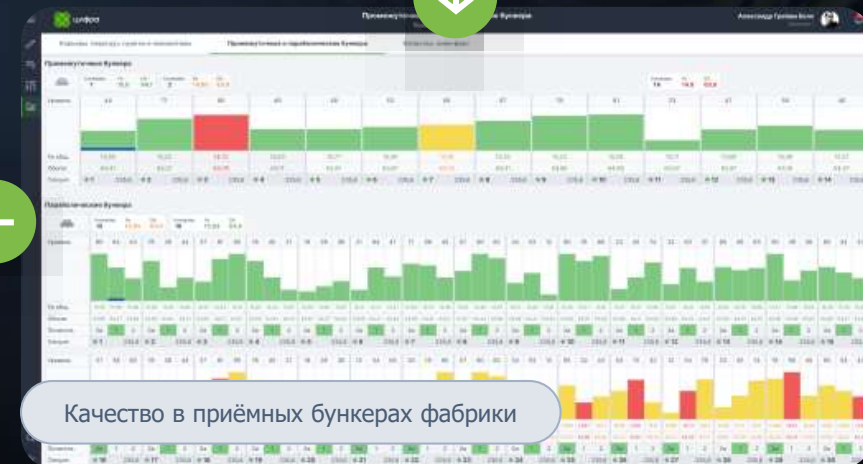
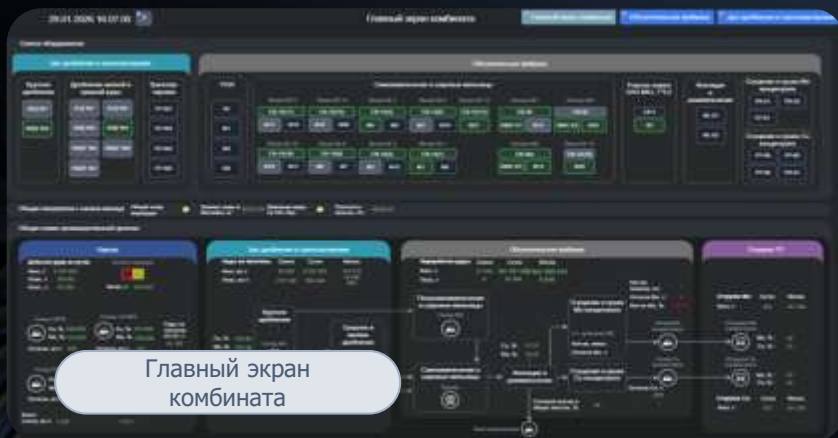
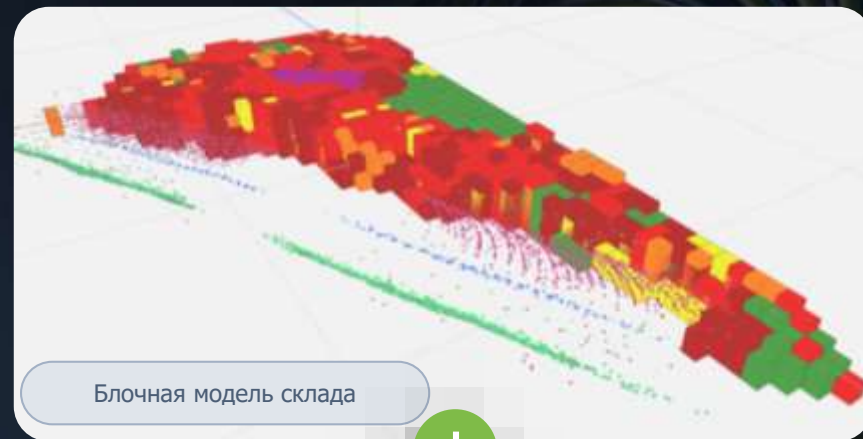
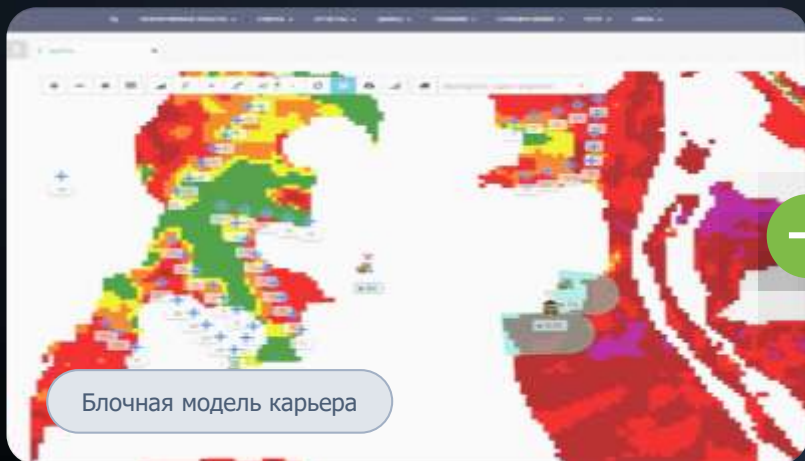
- Определение качества в ковше, вкл. гранулометрию
- Прослеживание от забоя до бункера ОФ (3D модель склада)
- Шихтование с колес. Автоматическая диспетчеризация
- Автоматизированное планирование шихтования ж/д транспортом. Диспетчеризация ж/д

Фабрика

- Прослеживание качества партий по всем переделам
- Цифровые советчики
- Лабораторная информационная система
- Баланс металла
- Управление качеством



«Цифра. Горный MES». Расширенный функционал



ЕВРАЗ КГОК — Геометаллургия

Чёрная металлургия, Ноябрь 2025

Предпосылки

Титаномагнетитовые руды с примесью ванадия. Неравномерность качества на складах, отсутствие прослеживаемости партий

Предпосылки

- Высокоточное позиционирование экскаваторов и самосвалов
→ данные о качестве в реальном времени
- Планирование перевозок, диспетчеризация локомотивов
- MES ОФ — прослеживание партий внутри передела
- Центр управления производством
→ единая картина карьер + фабрика

Измеренные эффекты

40%

Сокращение отклонения по качеству руды

+0,04%

Коэффициент извлечения

-2,5%

Расход электроэнергии на обогащение

+2,5%

Производительность фабрики



Итог

Карьер и фабрика работают как единая система с общей целевой функцией

Срок реализации: 12 месяцев



Проекты в части решений Горный MES

2022-2024 гг.

НЛМК СГОК,
ЖРС Россия

1

СУЭК
Тугнуйский Разрез
Уголь, Россия

4

NDA
Золото, Казахстан

2

ЕВРОХИМ самостоятельное внедрение
Минеральные удобрения
Россия

5

ЕВРАЗ
Качканарский ГОК
ЖРС, Россия

3

2025-н.вр.

NDA
Цветные металлы,
Армения

1

NDA
Алмазное сырье,
Россия

2



109240, Москва
ул. Николоямская, 13, стр.2

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

✉ info@zyfra.com



zyfra.com



Андрей Черечукин

Архитектор бизнес-решений
+7 (964) 518-88-59
andrey.cherechukin@zyfra.com