

# EURASIAN RESOURCES GROUP



Цифровой советчик дуговой  
плавильной печи



ERG (Евразийская Группа) – одна из ведущих и наиболее диверсифицированных компаний в мире в сфере добычи и переработки природных ресурсов



ERG – это треть горно-металлургической отрасли Казахстана, здесь находятся основные наши производственные активы



25 лет в мировой горнодобывающей отрасли



ERG представлена в 15 странах мира и является крупным работодателем в отрасли, штат которой насчитывает более 70 тысяч человек

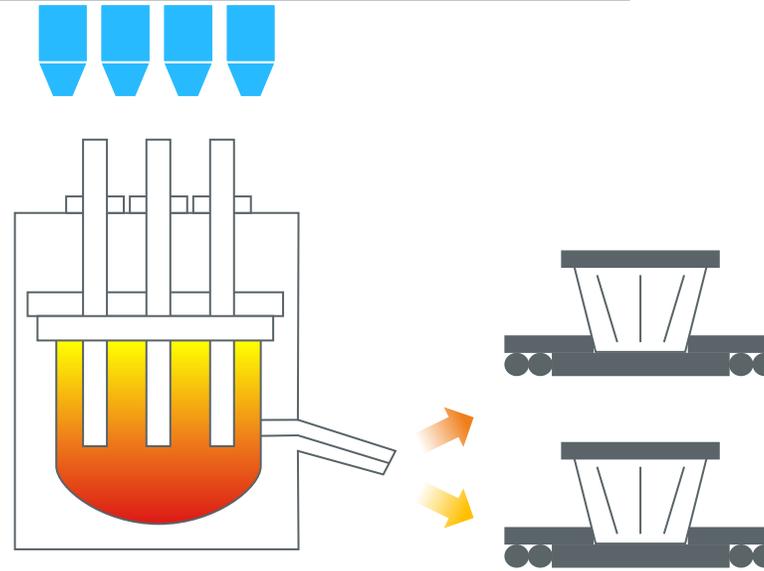


Шесть основных направлений бизнеса: ферросплавы, железная руда, прочие цветные металлы (медь и кобальт), глинозём и алюминий, энергетика и логистика

Повышение производительности печи за счет минимизации потерь, вызванных технологическими расстройствами, путем ранней идентификации технологического расстройства, прогнозирования его развития и выдача рекомендаций (не рецептурные добавки), направленных на минимизацию последствий, на основании динамически изменяющихся данных



Руда  
Уголь  
Другие добавки



Выпуск  
шлака

---

Выпуск  
металла

Регламенты формирования шихты не учитывают все текущие особенности производства

- Не учитывается состояние печи
- Нет ряда значимых данных по качеству сырья

Размер фракции шихты  
(руда + кокс)



Химический состав  
(руда + кокс)



Влажность кокса



01



НЕОПТИМАЛЬНЫЙ  
СОСТАВ

02



ТЕХ.  
РАССТРОЙСТВО

03



ПОТЕРИ



Значимый объем  
потерь



## Уровень данных

Очистка данных



Анализ аномалий



Подготовка данных



## Уровень моделей

Статистические модели



Экспертные модели



Machine learning



## Уровень принятия решений

Логика ограничений



Логика принятия решения



01



Ежеминутные данные по активным мощностям печей

02



База данных по рецептурам шихтовых материалов, подающихся в печи

03



Данные химических анализов готовой продукции за смену

04



Удельные расходы сырья и электроэнергии на тонну готовой продукции



## Источники данных

- Ежеминутные данные по активным мощностям печей;
- Данные по рецептурам шихтовых материалов, подающихся в печи;
- Данные химических анализов готовой продукции за смену;
- Удельные расходы сырья и электроэнергии на тонну готовой продукции;
- Данные АСТУП систем печи.

## Процессы ETL

- Интеграция с источниками данных (системы АСУТП, ИСП);
- Обработка данных (группировка, преобразование форматов дата/время, скользящее окно и т.п.);
- Методы повышения качества данных (выявление дубликатов, противоречий, пропусков и т.п.);
- Заполнение пропусков (Линейная интерполяция, Слайн-интерполяция и др.);
- Множественные методы квантования;
- Редактирование выбросов;
- Сглаживание (фильтр Ходрика-Прескотта или один из трех типов вейвлетов — вейвлеты Добеши, Койфлеты и CDF 9/7).

## Расчет моделей

- Запуск моделей по расписанию (часть моделей обрабатывает оперативные данные, часть моделей обрабатывает данные по смене и подготавливает результаты для оперативных моделей);
- Движения материалов в печи
- Движения загрузок в печи;
- Движения шихты в печи;
- Статистические методы;
- Расчет финальных результатов.



Мощность: < График / Таблица > Усреднение(мин.): 30 Линия < Параметры >
Газовый режим / Перепуски >

Таблица >
График / Таблица > H2 O2

Время	I	II	III
1:00	25	25	25
2:00	25	25	25

Шихта:

Компонент	Навеска	Факт. Вес(кг)	Добавка(кг)	Кол-во добавок	Общий вес (кг)
Уголь Антрацит 13-25	30	4 939	0	0	4 939
Кокс орешек 10-25	115	18 989	0	0	18 989
Кокс среднетемпер...	70	11 572	0	0	11 572
Окатыши коксовые	500	82 790	0	0	82 790

Строк: 9

Зарегистрированные технические расстройства:

Время начала	Вероятность расстройства(%)	Тип расстройства	Расчётное время стабилизации	Признак расстройства 1	Признак расстройства 2	Признак расстройства 3	Признак расстр
12.05.2021 8:25	0,65	Избыток восста...		Повышенная то...	Низкое напряж...		

Строк: 1

№ Плавки	Физический вес	Базовый вес	Короба	Примечание	Объём шлака, м3	Масса шлака, т.	№ чаши	№ коша	Съём з/с, Активный	Удельный расход электроэнергии (МВт·ч/т)	Съём з/с Реактивный	Время начала плавки	Время начала выпуска	Время окончания выпуска	Время начала разлики	Время окончания разлики	Примечание плавильщика
1241			287, 317;	AL	10,000	30,000	0108	23	185,00	52,57	63,00	20:00	1:00	1:35	2:00	2:20	
1242			232, 263;	AL	14,000	42,000	032	18	292,00	134,63	95,00	20:00	3:10	3:50	4:21	4:50	
1243			40, 93, 425;	AL	15,000	45,000	0101	27	386,00	168,57	138,00	20:00	5:30	5:59	6:20	6:40	
1244			144, 435;	AL													

Строк: 4
Строк: 0
Строк: 0



№	Дата и время пика тех. расстройства	Степень уверенности	Технологическое расстройство	Средняя добавка прошлый период	Наименование добавки	Время стабилизации	Признак №1	Признак №2	Признак №3	Признак №4	Признак №5	Отношение времени электрода
01	21.09.2020 0:09	0,5	Избыток восстановителя	1000	Концентрат хромовый ДХ-5 10-160	22.09.2020 6:09	Повышенная токовая нагрузка от 130 кА	Электрод в верхнем положении		Низкая активная мощность	Низкое напряжение	0,31
02	21.09.2020 6:21	0,55	Недостаток восстановителя	214,29	Кокс орешек 10-25	22.09.2020 12:21			Степень <= 3	Электрод в нижнем положении	Токовая нагрузка занижена	0,01
03	21.09.2020 16:22	0,55	Недостаток восстановителя	212,5	Кокс орешек 10-25	22.09.2020 12:22			Степень <= 3	Электрод в нижнем положении	Токовая нагрузка занижена	0,01

Объективная  
точность модели

---



Модель подготовки данных



Модель деления на плавки

97-99%



Идентификация технологического расстройтва по электрическим параметрам

90+%



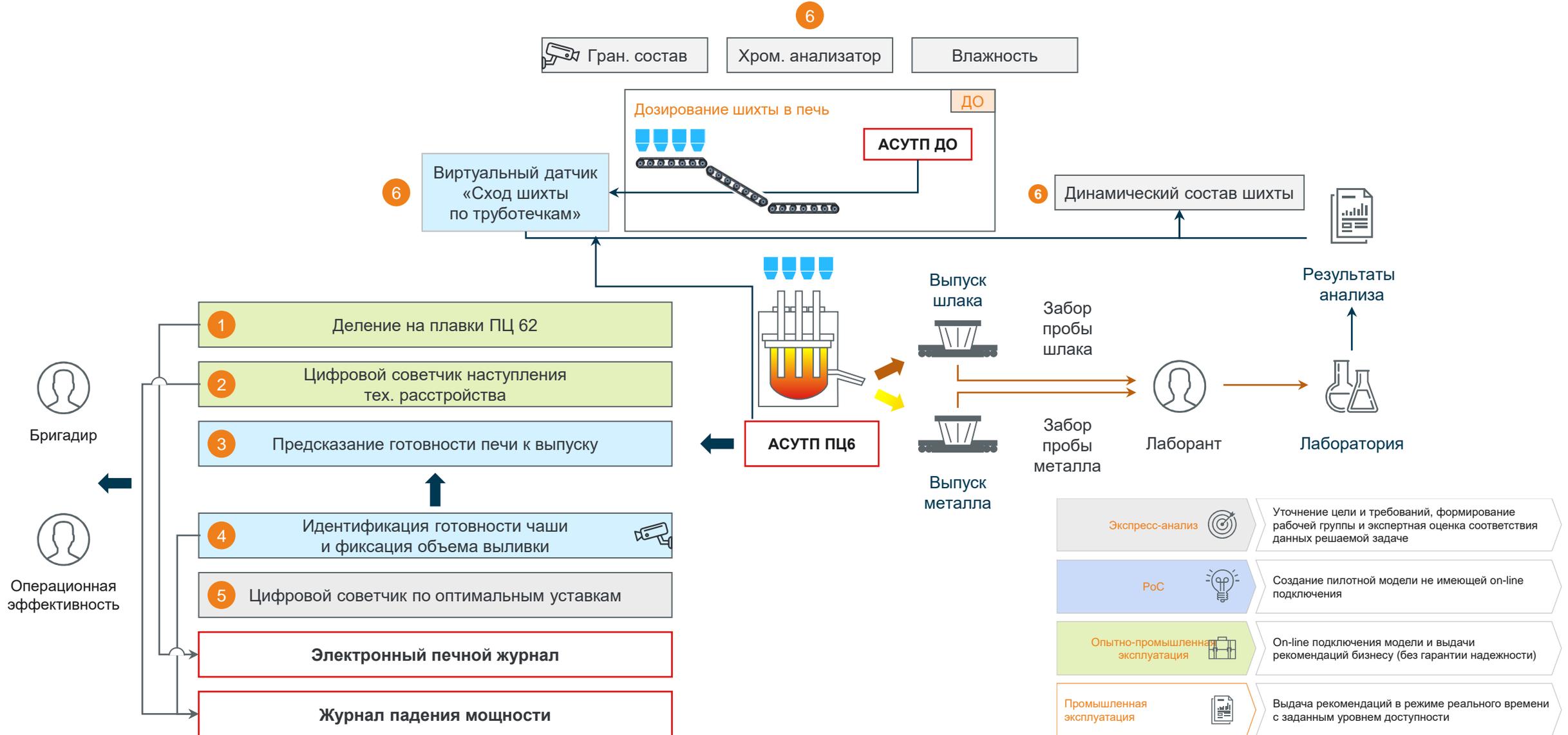
Идентификации технологического расстройтва по химическому анализу

100%



Цифровой советчик

96%



Дмитрий Карбасов

Руководитель управления  
Управление промышленного искусственного интеллекта

[Dmitriy.Karbasov@erg.kz](mailto:Dmitriy.Karbasov@erg.kz)

Mobile\WhatsApp: +7 (977) 141-92-35