

Цифровая фабрика ТОФ

Абраров А.Д.,
Направление разработки решений
на базе ИИ, ПАО ГМК

Сквозной подход к цифровизации обогащения



| | Оптимизационные модели | Компьютерное зрение | Моделирование процессов |
|-------------|--|---------------------------|--|
| Дробление | Управление дроблением | Мониторинг рудозасорения | Модель заполнения бункера руды |
| Измельчение | Управление измельчением и гидроциклонами | Цифровой гранулометр руды | Модель поведения материала внутри мельницы |
| Флотация | Управление флотацией | Цифровой пеносьем | Физико-химическое моделирование |
| Сгущение | Управление сгущением | Цифровой мутномер | Модель материала внутри сгустителя |

Цифровая фабрика ТОФ



| | Оптимизационные модели | Компьютерное зрение | Моделирование процессов |
|-------------|--|---------------------------|--|
| Дробление | Управление дроблением | Мониторинг рудозасорения | Модель заполнения бункера руды |
| Измельчение | Управление измельчением и гидроциклонами | Цифровой гранулометр руды | Модель поведения материала внутри мельницы |
| Флотация | Управление флотацией | Цифровой пеносьем | Физико-химическое моделирование |
| Сгущение | Управление сгущением | Цифровой мутномер | Модель материала внутри сгустителя |

 - стадия проработки

Управление флотацией – ТОФ



Принцип работы

Автоматическое управление реагентами и уровнями флотомашин для максимизации извлечения никеля и контроля концентратов/хвостов в заданных диапазонах

Сроки прототипа и ресурсы

Сроки прототипа

- 6-7 месяцев

Ресурсы

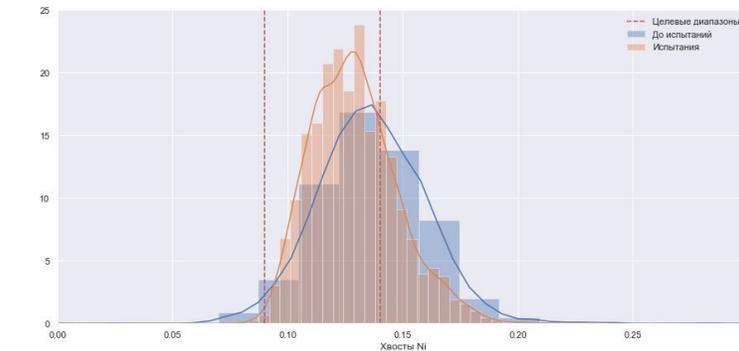
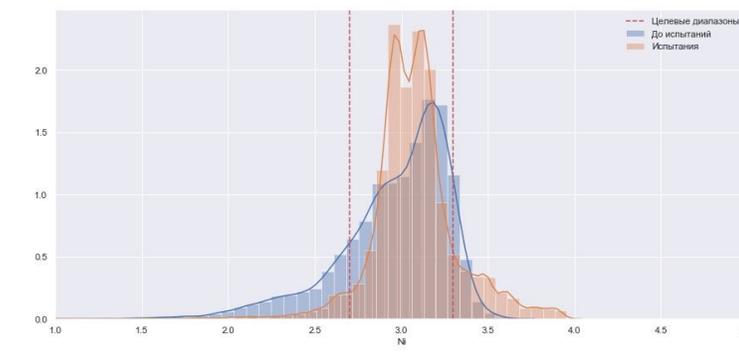
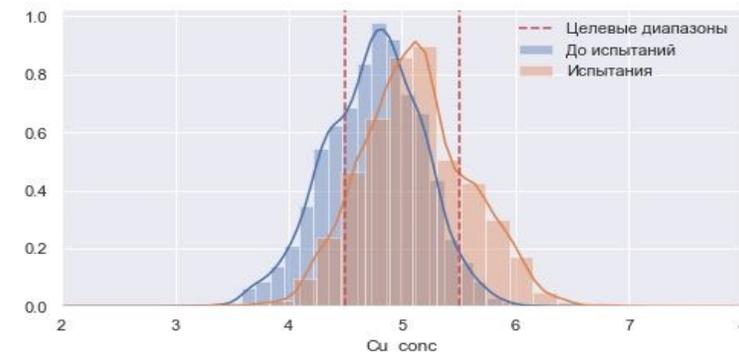
- 3 человека – внутренняя разработка
- 6 человек – рабочая группа производственной площадки

Статус

- Система работает на шести флотомашинах из десяти
- Прирост никеля в коллективный концентрат не менее +0,16%, прирост меди не менее +0,06%
- Общий экономический эффект огромен (в деньгах >20 млн\$ на EBITDA)

Планы

- Масштабирование системы на всю флотацию ТОФ
- Масштабирование системы на ГРКБ (проведен пилот)
- Масштабирование системы на КГМК (Мончегорск)



Цифровой гранулометр – ТОФ



Принцип работы

Определение различных показателей руды (размер, объем, цветность) в режиме реального времени для оптимизации управления мельницей

Статус

- На трех конвейерах, питающих мельницу, установлены датчики машинного зрения
- Система определяет необходимые фракции руды в режиме реального времени
- Система встроена в SCADA-интерфейс

Сроки прототипа и ресурсы

Сроки прототипа

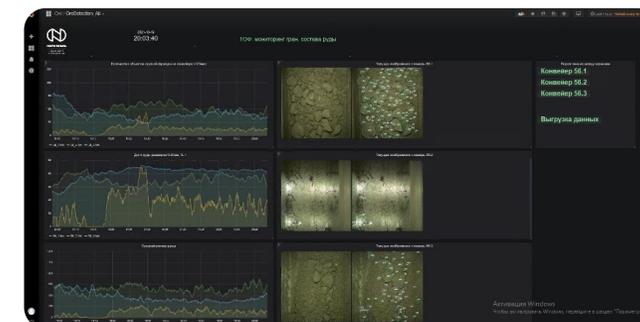
- 6-12 месяцев
(зависит от необходимости закупки)

Ресурсы

- 2 человека – внутренняя разработка
- 6 человек – рабочая группа производственной площадки

Планы

- Доработка показателя объема руды
- Установка датчиков на возвратный конвейер мельницы
- Масштабирование системы на КГМК (Заполярный, Мончегорск)



Цифровой пеносъем – ТОФ



Принцип работы

Определение различных показателей пены в режиме реального времени по видео (скорость пеносьема, размеры пузырей, устойчивость пены, время жизни пузырей) для оптимизации управления флотацией

Статус

- Разработана модель, определяющая скорость, размеры, устойчивость пены и время жизни пузырей по данным ТОФ
- Разработана модель, определяющая скорость, размеры пузырей по данным ОФ КГМК (одна ФМ, Заполярный)

Сроки прототипа и ресурсы

Сроки прототипа

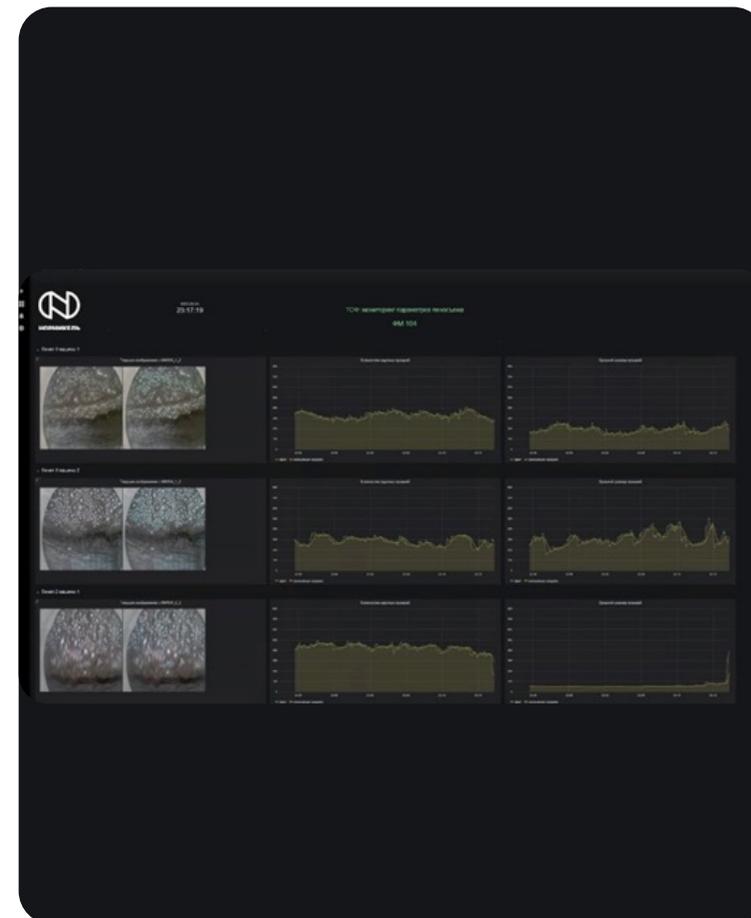
- 6-12 месяцев (зависит от необходимости закупки)

Ресурсы

- 2 человека – внутренняя разработка
- 6 человек – рабочая группа производственной площадки

Планы

- Включение цифрового пеносъема в контур оптимизации флотации ТОФ, ГРКБ, ОФ КГМК (Заполярный), ОРФ КГМК (Мончегорск)



Управление флотацией – автоматическая калибровка поточных анализаторов содержаний металлов на ТОФ



Принцип работы

Увеличение сходимости порошковых и пульповых анализов за счет оптимизации системы уравнений в режиме реального времени с учетом текущего технологического процесса

Статус

- Подтверждена перспективность системы оптимизации на некоторых точках (обновлены уравнения)
- Определен экономический потенциал от реализации системы

Сроки прототипа и ресурсы

Сроки прототипа

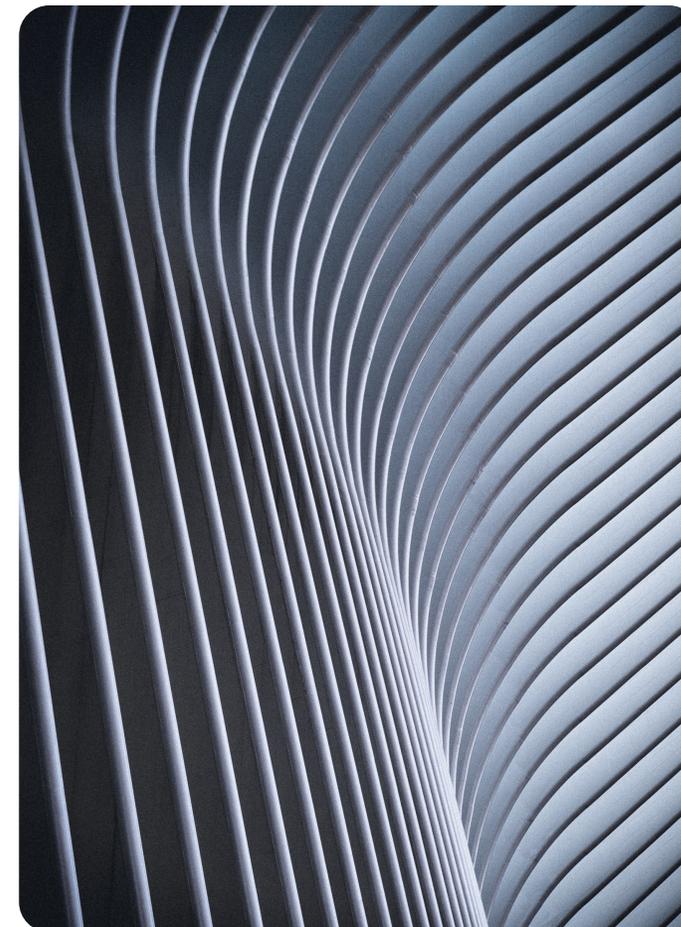
- 6-7 месяцев

Ресурсы

- 2 человека – внутренняя разработка
- 3 человека – рабочая группа производственной площадки

Планы

- Разработка системы и удобного интерфейса для работы на ТОФ
- Разработка системы и удобного интерфейса для работы на ОФ КГМК (Заполярный)



Цифровой мутномер - ТОФ



Принцип работы

Определение наличия мучения сгустителя с использованием механизма видеоаналитики

Статус

- Предварительный анализ возможности фиксации мучения проведен на одном сгустителе
- Подключены камеры на 8 сгустителях для возможности отслеживания картины в режиме реального времени

Сроки прототипа и ресурсы

Сроки прототипа

- 7-10 месяцев (зависит от скорости сбора видеофрагментов, в которых сгуститель «мутит»)

Ресурсы

- 2 человека – внутренняя разработка
- 6 человек – рабочая группа производственной площадки

Планы

- Сбор дополнительных данных по мучению одного сгустителя
- Вывод интерфейса технологу
- Масштабирование системы на остальные сгустители

