

Определение ситовых характеристик пульпы

Офис 137

Исследования

Аудитория (портрет целевой аудитории)

- Внутри компании:
 - 1) Инженеры-технологи, операторы (для оптимизации параметров оборудования);
 - 2) Отдел контроля качества (для проверка на стандарт, для более развернутой оценки брака);
 - 3) Data-аналитики и другие IT-специалисты (внедряют прогнозные модели, интегрируют с ERP-системами);
 - 4) Руководство (для оценки роста прибыли, конкурентоспособности и других факторов проекта).
- Внешние заинтересованные стороны:
 - 1) Поставщики оборудования (интегрируют прогнозные модели в свои системы);
 - 2) Технологические партнеры (заинтересованы в модернизации процесса переработки);
 - 3) Научные организации / университеты;
 - 4) Другие предприятия по добыче и переработке руды.

Конкуренты

Прямые конкуренты:

- 1) Metso Outotec, Финляндия (инструменты для оптимизации измельчения и классификации);
- 2) FLSmidth, Дания (алгоритмы для анализа гранулометрического состава);
- 3) JKSimMet, Австралия (прогнозирование характеристик пульпы);
- 4) Siemens (Simine Mill), Германия (Решения для управления процессами измельчения с использованием цифровых двойников и предиктивной аналитики);
- 5) MineSense, Канада (системы реального времени для анализа руды на конвейерах, включая оценку размера частиц)

Проблема:

В процессе переработки породы на выходе из барабана требуется контролировать качество помола, который может зависеть от типа сырья, от количества подаваемой воды, количества руды, количества шаров, скорости вращения и тд. То есть требуется определять количество и размер фракции ниже порогового значения на общей выборке. Но такие значения можно получать только под конец смены из лабораторных анализов, что является очень длительным процессом, и если переработка идет не так, то узнать об этом и исправить это можно только под конец смены.

Актуальность:

В мире каждый день производится большое количество продукции с браком, который во многих случаях либо некуда девать, либо у производства не хватает денег на его переработку. Наша прогнозная система поможет избежать и того, и другого случая, путем минимизирования количества брака, за счет своей прогнозной способности качества пульпы.

Наше решение:

Наше решение представляет собой совокупность нескольких моделей (ансамбль моделей), которая как можно точнее предсказывает процент гранулометрии в пульпе каждую минуту во время производства и выводит всю информацию на удобный планшет оператору линии, на котором показан удобный график гранулометрии и характеристики пульпы, представленные в удобной таблице. В перспективе будет производиться сохранения всех данных в общей БД для дальнейшего анализа и использования этих данных в качестве новых для дообучения моделей. Исходя из последнего пункта – можно настроить постоянное самообучение прогнозной модели на постоянно поступающих новых данных.

Конкурентные преимущества:

- Удобный интерфейс для оператора;
- Перспектива самообучения прогнозной модели.

Предобработка данных для обучения модели

- 1) Оставлены параметры только с 1-ой линии;
- 2) Удалены строки с пропущенными значениями;
- 3) Столбец “Время” заменен на 2 столбца: ‘минуты’ и ‘часы’;
- 4) Разделение на тестовый и тренировочный наборы с соотношением 20% к 80% соответственно.

Результаты всех созданных моделей

Train	XGBoost	CatBoost	LightGBM	Random Forest	HistGradientBoosting	KNN
R2 Score	0.9999	0.9996	0.9999	0.9992	0.9997	0.9999
MAE	0.1542	0.3813	0.0927	0.3183	0.2754	3.27e-07
MSE	0.0808	0.6048	0.0230	1.1708	0.3677	5.79e-12

Test	XGBoost	CatBoost	LightGBM	Random Forest	HistGradientBoosting	KNN
R2 Score	0.9993	0.9992	0.9995	0.9990	0.9993	0.9971
MAE	0.3201	0.4341	0.3111	0.3662	0.3868	0.4722
MSE	0.9310	1.1327	0.6975	1.3940	1.0138	4.3742

- **Лучшие модели:**

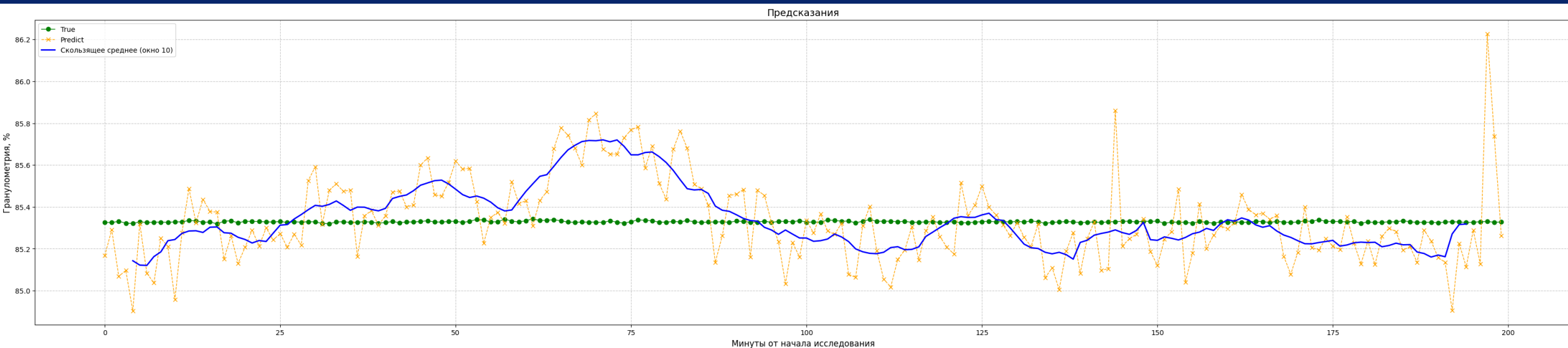
CatBoost & HistGradientBoosting

- **Блендинг лучших моделей:**

(CatBoost + HistGradientBoosting) / 2 = **Наилучшее предсказание**

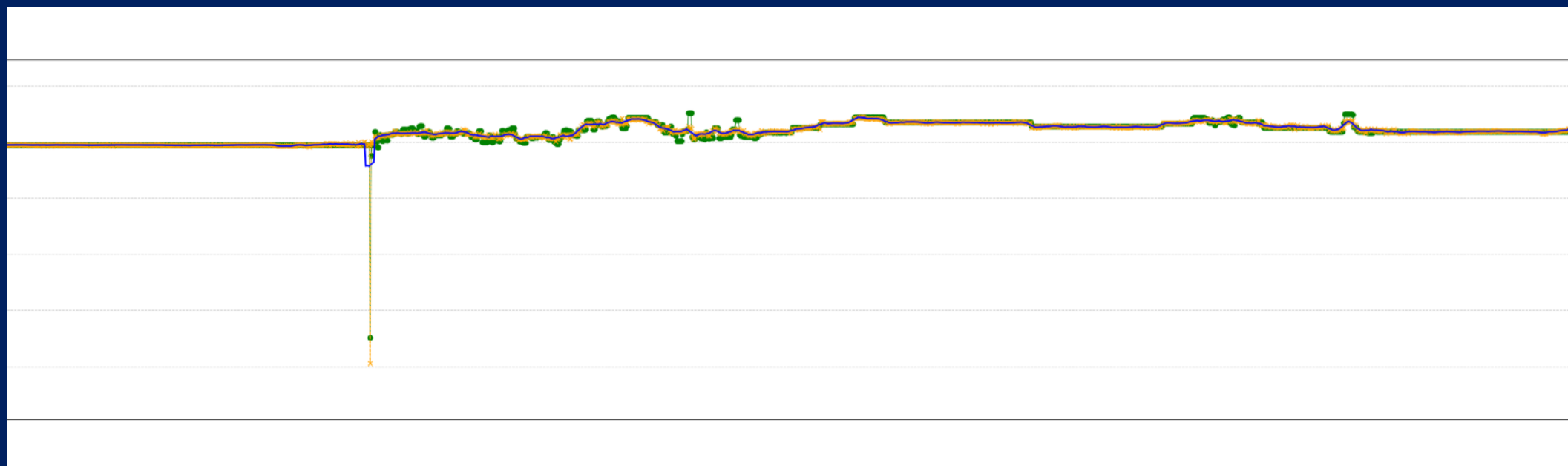
	Итоговые метрики
R2 Score	0.9998
MAE	0.3650
MSE	0.9480

Часть графика предсказаний после блендинга



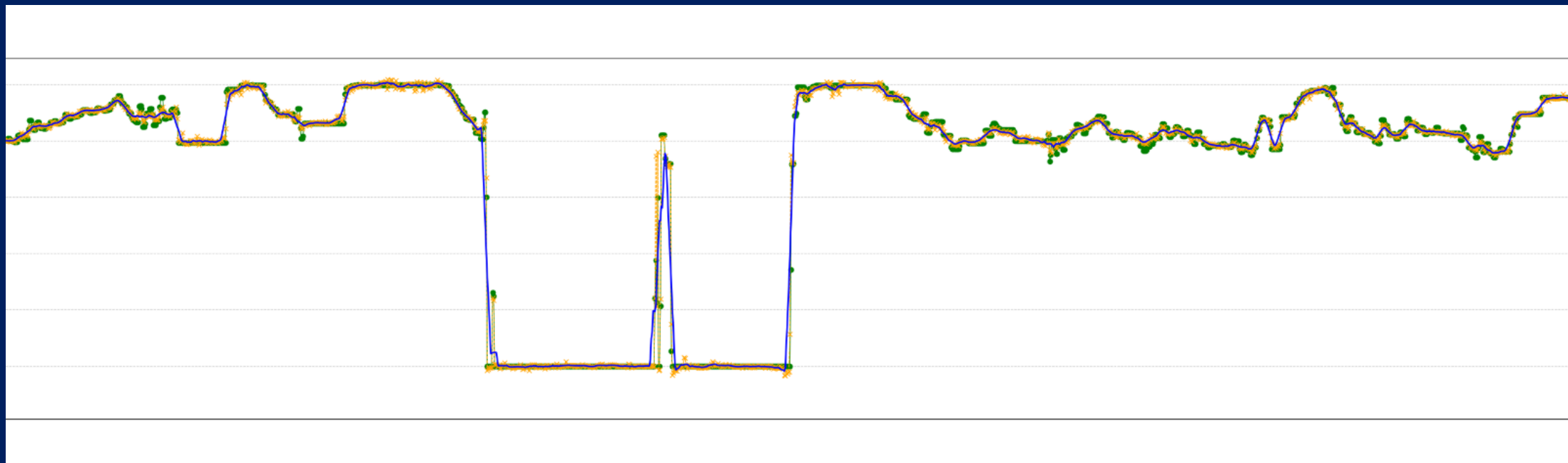
- Верные значения
- Предсказания
- Средние значения от предсказаний (Тренд)

Часть графика предсказаний после блендинга



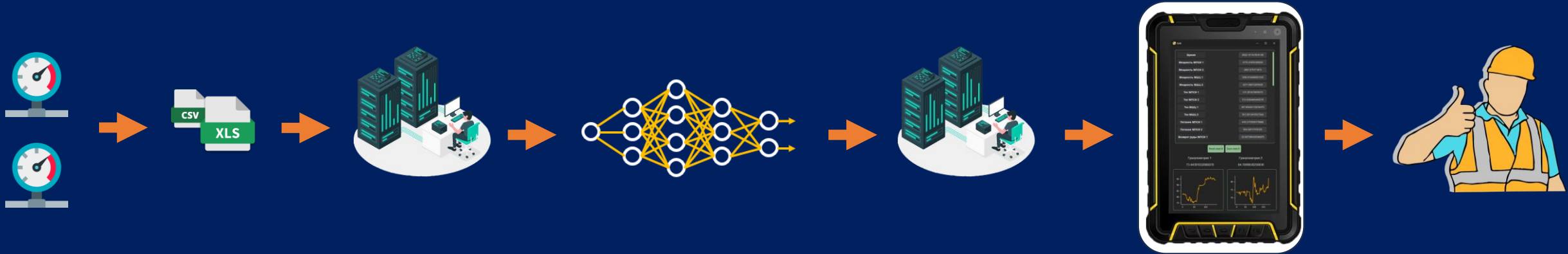
- Верные значения
- Предсказания
- Средние значения от предсказаний (Тренд)

Часть графика предсказаний после блендинга



- Верные значения
- ×—× Предсказания
- Средние значения от предсказаний (Тренд)

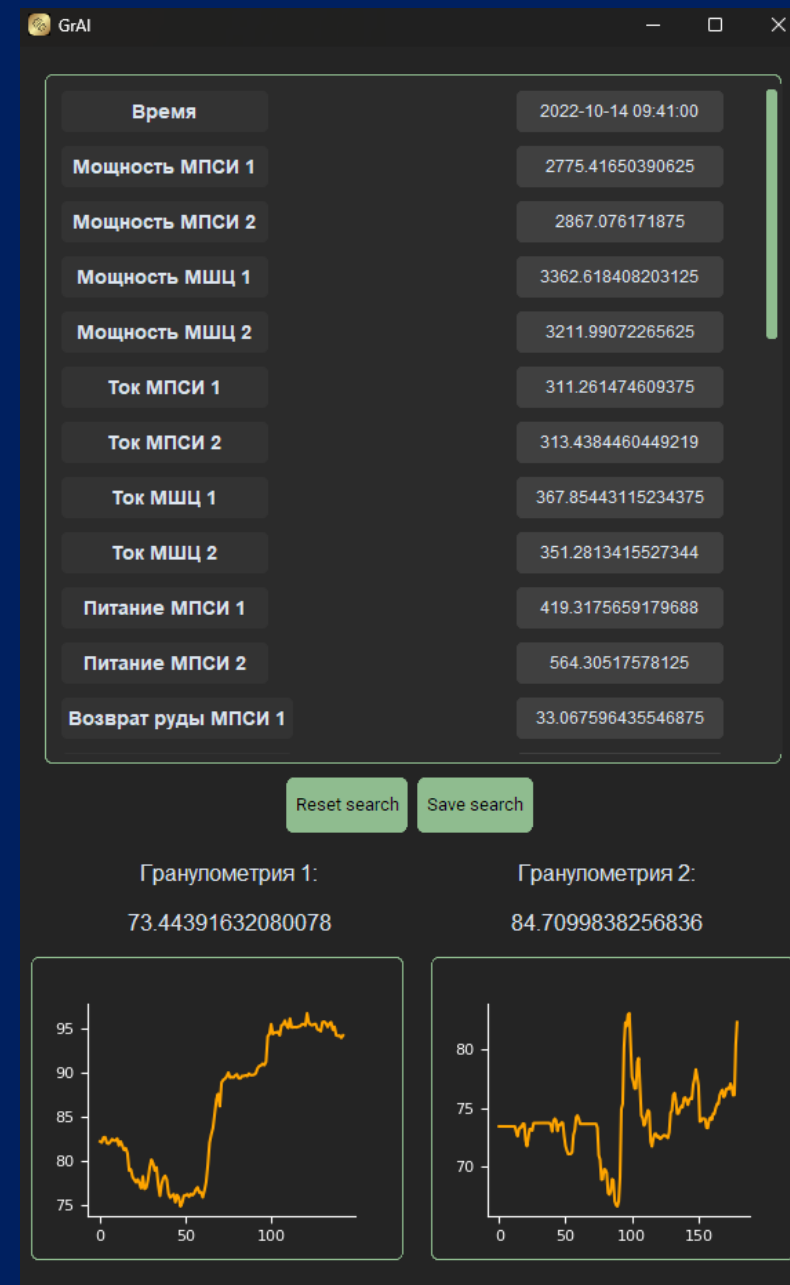
Бизнесприменяемость



1. Измерение характеристик пульпы IoT-датчиками;
2. Формирование этими датчиками единой таблицы данных;
3. Передача таблицы на сервер;
4. Сервер передает на таблицу на вход прогнозной модели;
5. Модель возвращает серверу прогноз гранулометрии в данную минуту;
6. Сервер передает данные на планшет оператора, структурируя все данные для удобства

Макет интерфейса для оператора

GrAI



Команда

Богданов Максим Романович

ML-инженер, Аналитик данных

Tг: @m_x0n +79377291813



Коропова Вероника Васильевна

Дизайнер

Tг: @niksiii_kor +79086899032



Черпицкий Дмитрий Максимович

Ресерчер

Tг: @sportasmen +79397844703

