

Умный помощник диспетчера Проактивный анализ рисков для водоснабжения и водоотведения

От реагирования на аварии к их предотвращению



Проблема: «Цифровой потоп»

Диспетчеры ЦДУ АО «Мосводоканал» сталкиваются с огромным потоком сырых данных с тысяч датчиков каждую секунду. Человеческий мозг не способен оперативно выявить сложные корреляции и тренды, указывающие на потенциальные риски.

Объем данных

Тысячи тегов, огромные объемы данных каждые несколько секунд

Сложность анализа

Невозможность увидеть сложные корреляции и тренды вручную в реальном времени

Риск инцидентов

Пока проблема будет выявлена, она может перерасти в серьезный инцидент



«Второй пилот диспетчера»

Мы разработали проактивный рекомендательный сервис, который действует как «второй пилот», усиливая возможности диспетчера, а не заменяя его. Система автоматически анализирует данные в реальном времени и предоставляет готовую инсайт-карточку.



Четкое описание потенциальной проблемы.

Оценка серьезности ситуации.

Конкретные шаги по устранению риска.
риска.

Обоснование предложенных действий.

«Архитектура решения»

Наша архитектура сочетает объяснимые правила (СЕР) с машинным обучением и цифровыми двойниками, обеспечивая надежность, точность и масштабируемость.



The diagram illustrates a four-stage data processing pipeline. Each stage is represented by a horizontal arrow pointing to the right, with the stages arranged vertically. The first three arrows are dark blue, while the fourth is a lighter blue. The text within the arrows is white.

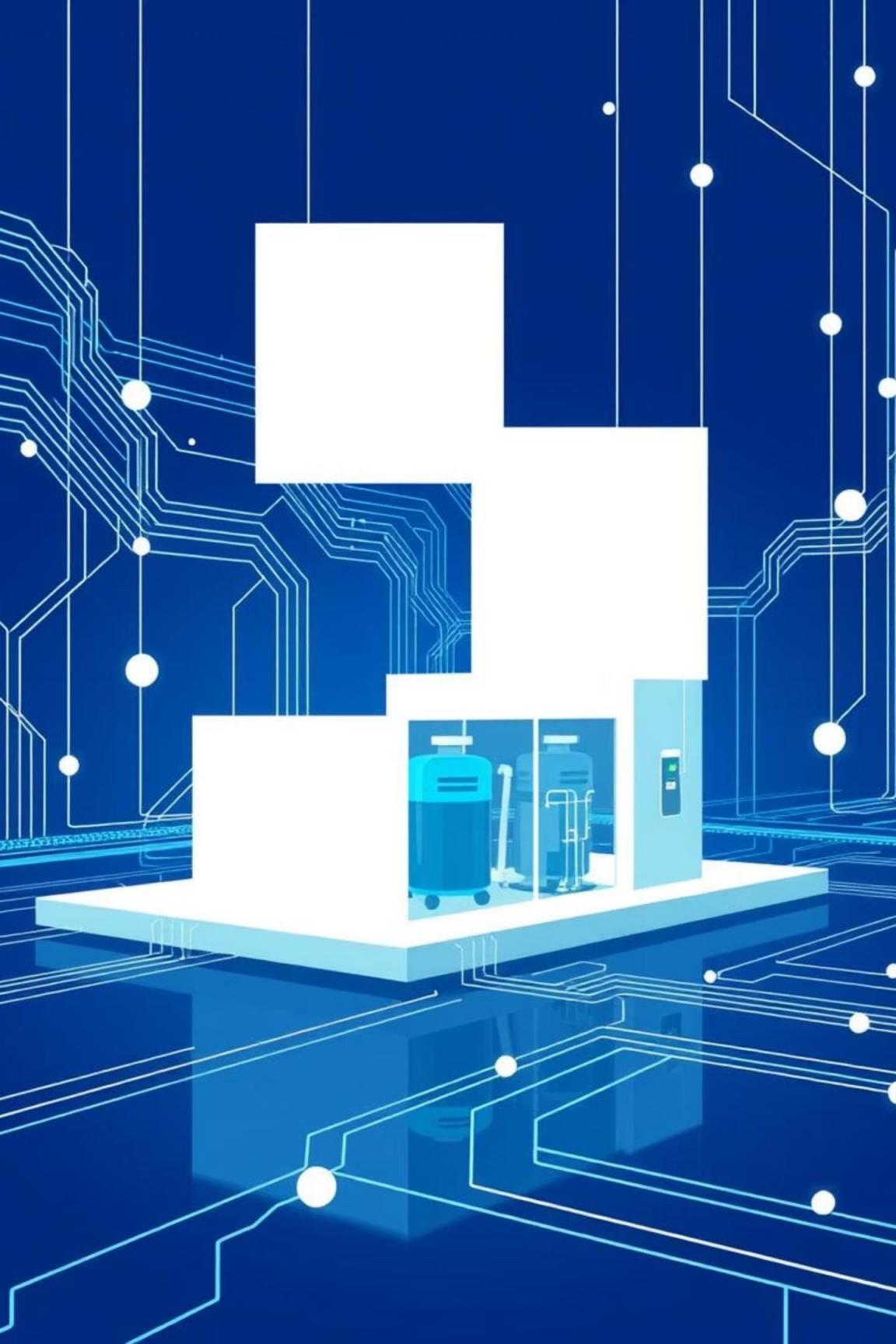
Источники данных

Ingest Gate

Kafka Data Bus

Stream → СЕР → Хранилище

Этот подход позволяет нам обрабатывать события в реальном времени и гибко масштабироваться.



Как мы находим проблемы?

Гибридный анализ

1

Объяснимые правила (СЕР)

Например, "Если давление на входе насоса (PS-0134) падает быстрее -0.05 бар/мин И одновременно расход (Z5) выше нормы на 30% -> это риск утечки (R-LEAK-01)". Правила понятны инженерам.

2

Машинное обучение

ML-модели ищут сложные, неочевидные аномалии и дают краткосрочный прогноз («давление упадет до 3.1 бар через 10 минут»).

3

Цифровой двойник

Система проверяет рекомендации на цифровой копии объекта: «Что будет, если мы снизим обороты насоса на 15%?». Это повышает уверенность в рекомендации.

Что видит диспетчер? (Пример карточки)

Диспетчер получает четкую, структурированную информацию с указанием степени уверенности системы в своей рекомендации.

Экран диспетчера

События (последние 15 минут):

 **Риск утечки в районе Z5**
Важность: ● **Высокая**
Уверенность: **87%**
Рекомендация: снизить обороты насоса N1 на 10-15%, откоть задвижку ЗД-12 на +5%
Обоснование: сработало правило R-LEAK-01, ML-анализ показал аномалию 0.82

 **Перегрузка насоса N2**
Важность: ● **Средняя**
Уверенность: **72%**
Рекомендация: уменьшить нагрузку на 5%, проверить давление в контуре

Технологический стек

Мы используем современные, масштабируемые технологии для обеспечения высокой производительности и гибкости.



Java

Spring Boot (Ingest, API), Apache Flink (потокковая обработка), Drools/Flink CEP (движок правил).



Python

FastAPI/gRPC (ML-сервис), библиотеки (scikit-learn, statsmodels, torch).



Базы данных

TimescaleDB для оперативных данных, ClickHouse/Lakehouse для аналитики.



Инфраструктура

Kafka, Redis, Kubernetes. Современный и масштабируемый стек.

Почему это надежно?

Наше решение спроектировано с учетом требований к отказоустойчивости, безопасности и гибкости для интеграции в существующий IT-ландшафт.



Отказоустойчивость

Система продолжает работать на правилах, даже если ML-модель недоступна. Буферизация данных при падении Kafka.



Безопасность

Развертывание во внутреннем контуре, mTLS, ролевая модель доступа для защиты конфиденциальных данных.



Гибкость

Правила и ML-модели можно обновлять «на лету» без остановки системы, используя подход GitOps.



Этапы внедрения и следующий шаг

01

РоС (2-4 недели)

Один технологический объект, 2-3 ключевых правила, вывод карточек в UI.

02

MVP (8-12 недель)

Добавление ML-прогноза, фидбек-лупа от диспетчеров, панель «что если».

03

Следующий шаг

Пилотная эксплуатация на одной насосной станции/районе для сбора обратной связи и проверки метрик.



Заключение

«Мы готовы помочь диспетчерам Мосводоканала перейти от борьбы с последствиями к управлению рисками. Давайте предотвращать аварии вместе!»