

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК ЖИДКОСТЕЙ В ТРУБОПРОВОДАХ

на базе

искусственного интеллекта

Каталог ИИ-решений



ПРОБЛЕМЫ

Энергетические комплексы, водопроводные сети и промышленные предприятия ежегодно **несут большие потери при возникновении аварий, связанных с утечкой воды.**

Везде, где есть трубы, емкости, оборудование, использующее воду (турбины, насосы, радиаторы) – есть **риск возникновения утечки.**

ПОТЕРИ

при протечке воды

200

млн руб./год

**ТЕПЛОВЫЕ
СЕТИ**

до 630 тыс. м³/год

100

млн руб./год

**МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
КОМБИНАТ**

из-за неконтролируемых
утечек воды

140

млн руб./год

ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

до 1350 тыс. м³/год,
27% от общего потребления
питьевой воды

ПОМИМО РАСХОДОВ, СВЯЗАННЫХ
С ПОТЕРЕЙ ЖИДКОСТИ, АВАРИЯ
ПРИВОДИТ К КОМПЛЕКСУ ПОСЛЕДСТВИЙ

1

Выход из строя затопленного оборудования

2

Ремонт и восстановление объектов

3

Аварийная остановка работы предприятия

4

Отключение жизненно важных объектов от воды,
тепла, электричества

УТЕЧКУ НЕЛЕГКО ОБНАРУЖИТЬ

Методы обнаружения утечки, которые широко используются, **имеют минусы**, приводящие к дополнительным расходам

МЕТОДЫ	МИНУСЫ
Раскопка и визуальный осмотр	Низкая точность определения, высокая стоимость раскопок, ошибочные раскопки.
Контроль по давлению и расходомерам	Сложно локализовать при небольших протечках и незаконных врезках. При наличии большого количества небольших утечек появляется ощутимый расход воды без возможности локализовать аварию.
Обнаружение с помощью мобильных акустических течеискателей	Обнаружение в ручном режиме представляет собой обход участка с оборудованием и требует непосредственный доступ к источнику звука. На точность и время обнаружения влияет человеческий фактор.
Применение корреляционных течеискателей	Позволяют работать в автоматическом режиме, но подвержены ложным срабатываниям на внешние шумы (работа насосов и оборудования, шума автомобилей и наземной техники).

Тяжесть последствий аварии напрямую зависит от времени, прошедшего с момента возникновения утечки и до момента ее локализации: **своевременное определение места утечки осложняется.**

80%

**трубопровода
под землей или
конструкциями**

250

**тыс. км –
протяженность
магистрального
трубопровода
в России**



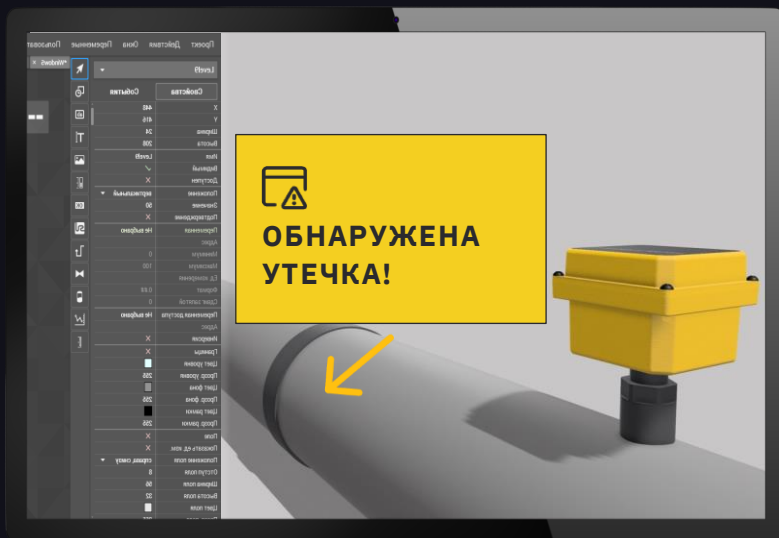
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДА

Аппаратно-программный комплекс в автоматическом режиме определяет местоположение протечки в трубе с точностью до 1 м



Сокращает расходы, связанные с:

- ✓ Потерей жидкости
- ✓ Поиском места аварии
- ✓ Ремонт и восстановлением последствий
- ✓ Выплатами штрафов и компенсаций
- ✓ Простоев



**ВЫ
ПОЛУЧАЕТЕ**

1м ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ УТЕЧКИ в случае
возникновения
аварии..

24/7 АВТОМАТИЧЕСКИЙ
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ
ТРУБОПРОВОДА

Мониторинг состояния
производится в автоматическом
режиме, ваши трубы всегда
под контролем.

1000м ДОПУСТИМОЕ
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ
ДАТЧИКАМИ

Расстояние размещения зависит
от материалов труб. Для стальных
труб расстояние до 1 км, для
пластика и чугуна – сотни метров.

1-10 мин. ВРЕМЯ РЕГИСТРАЦИИ УТЕЧКИ

Системе достаточно данного времени для того, чтобы определить,
что возникла утечка, и определить ее местоположение. Вы получаете
возможность своевременно узнать об аварии и предпринять
действия по предотвращению последствий. Например, закрыть
вентиль или направить бригаду.

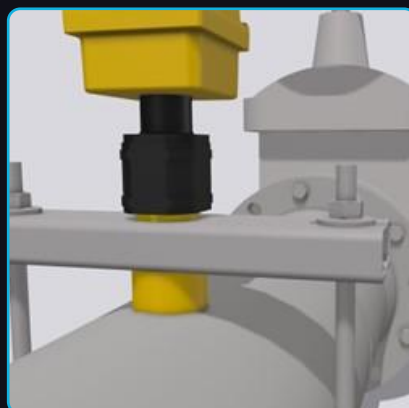
ОПИСАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКА



Магнитное крепление к стальному трубопроводу



Хомутное крепление к пластиковому трубопроводу



Установка с термопрокладкой между датчиком и трубой



Электронный блок сбора и передачи информации

Сенсорный элемент

АКУСТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ имеют высокую чувствительность и качество записи шума вытекающей жидкости

Характеристики

Расстояние между датчиками, м

- Для стали – 1 000
- Для чугуна - 600
- Для пластика – 300

Время автономной работы – 2 года

При необходимости возможно размещение дополнительных батарей или подключение к внешнему источнику

Вес датчика 1 кг

Период опроса и передачи данных Настраиваемый параметр

Температура эксплуатации

40С + 130С. Датчик работает при отрицательных температурах, а благодаря специализированным проставкам датчики можно размещать на трубах с высокой температурой.

Канал связи NB-IoT (сотовые операторы)

Для работы в данном режиме не требуется разворачивания собственной сети связи.

Собственная разработка позволила получить датчики с характеристиками, опережающими зарубежные и отечественные аналоги.

Производство локализовано в России и Беларуси и не зависит от санкций.

ОПИСАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК

В основе программного обеспечения лежат **искусственный интеллект** и кросс-корреляционные методы обнаружения.

Применение ИИ позволяет получить высокую точность определения местоположения и исключить ложные срабатывания и реагирования на посторонние шумы.

Характеристики



1m

точность
локализации



99%

точность
определения



ИИ

метод
определения



**Облачное/
локальное**

размещение ПО



API

интеграция с ИС

Благодаря программному обеспечению на основе искусственного интеллекта разработанный комплекс, в отличие от комплексов конкурентов, не реагирует **на посторонние шумы:**

1

Работа строительной
техники

3

Автомобили

2

Насосное и другое
оборудование

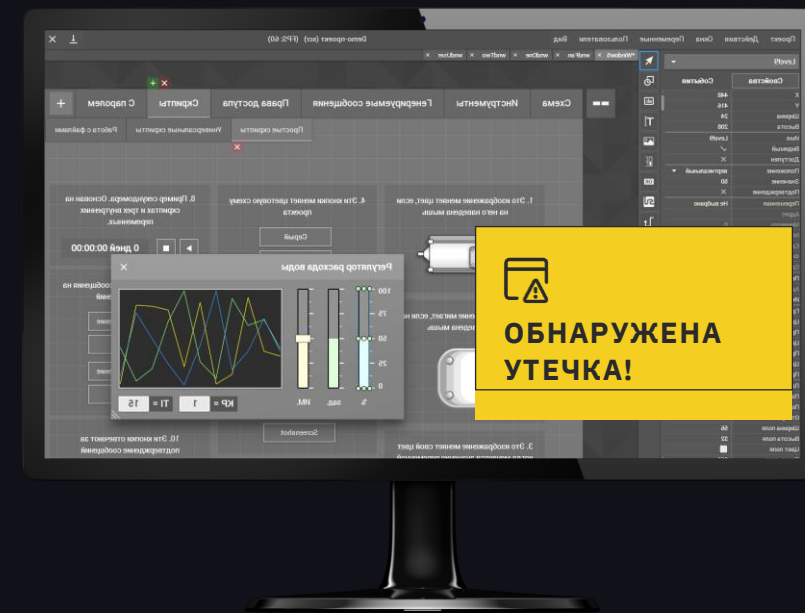
4

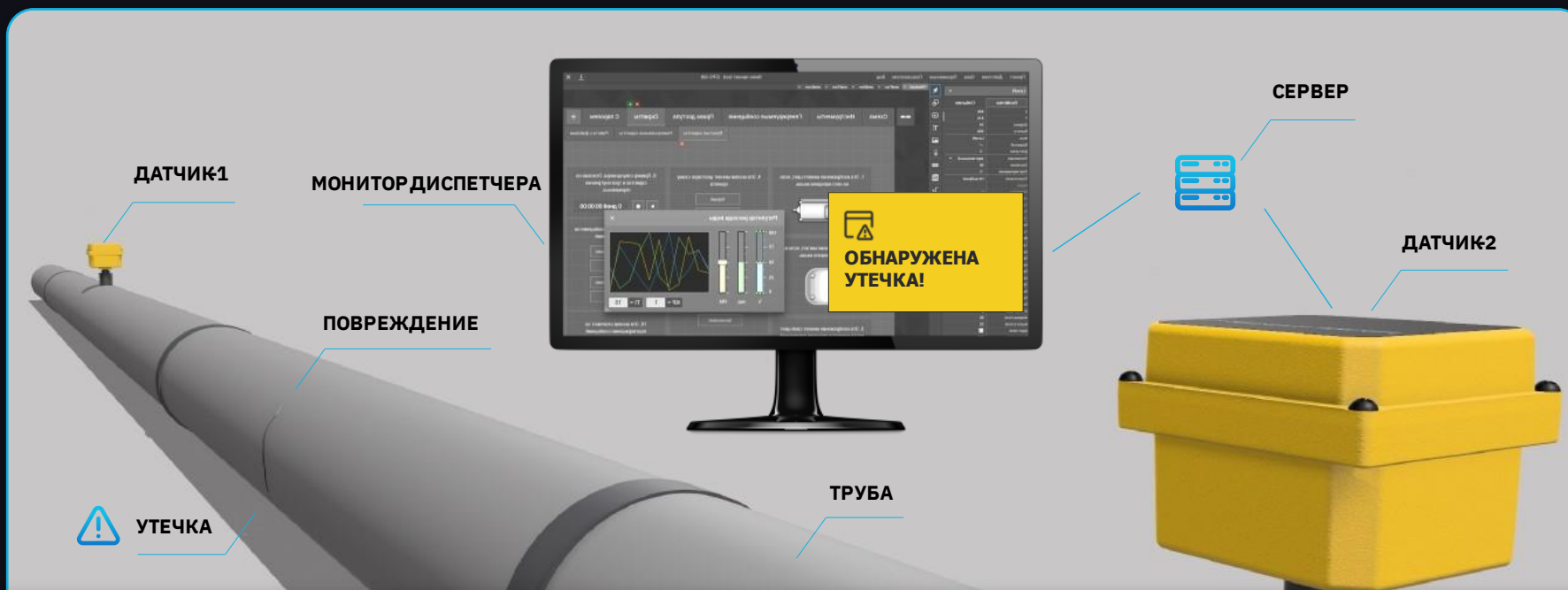
Другие источники
помех

Для обучения нейронной сети была собрана самая большая в России база посторонних шумов

Описание ПО

- ✓ Входные параметры для сети – амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры с каждой пары датчиков
- ✓ Входные данные обрабатываются 52 внутренними слоями нейронной сети
- ✓ По параметрам трубы (диаметр, материал) вычисляется скорость распространения звуковых волн в трубе
- ✓ Для локализации утечки вычисляются кросс корреляция между каждой парой датчиков + функция когерентности + амплитудно-частотный и фазо-частотный кросс-спектры по каждой паре датчиков
- ✓ Отклик сети – 1 (есть утечка) / 0 (нет утечки)





ОПИСАНИЕ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА



ГЕНЕРАЦИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

При появлении даже небольшого повреждения трубопровода или врезки вытекающая жидкость издает характерный звук.



РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА ПО ТРУБЕ

Звук вытекающей жидкости распространяется по трубе и доходит до акустических датчиков. Скорость и расстояние распространения звука в трубе зависит от материала и типа трубы.



ЗАПИСЬ И ОТПРАВКА ЗВУКОВ

Для записи звука используются 2 акустических датчика. Звук записывается и передается по беспроводному каналу на облачный сервер. Период записи звука и отправки данных настраивается пользователем.



ОБРАБОТКА И ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ

Серверное программное обеспечение ИИ анализирует записанные звуки с двух датчиков и определяет местоположение утечки с точностью до 1 м. Данные передаются на пульт диспетчера.

ОПЫТ ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДА

10+

ПИЛОТНЫХ ЗАПУСКОВ

2

КОММЕРЧЕСКИХ ВНЕДРЕНИЯ

Интер РАО: Томск РТС

Что было сделано

- Проведено тестирование системы мониторинга состояния на действующем трубопроводе
- В рамках пилотных испытаний смоделированы утечки воды с целью обнаружение данных утечек системой мониторинга

Результат

Все утечки успешно зафиксированы системой с указанием локализации утечки

Башкирская генерирующая компания

Что было сделано

- Проведено тестирование системы мониторинга состояния на действующем солоопроводе
- В рамках пилотных испытаний смоделированы утечки жидкости

Результат

Все утечки успешно зафиксированы системой с указанием локализации утечки

Северсталь (Череповецкий МК)

Задачи компании

- Поиск утечек воды
- Ранее компания использовала зарубежные решения – Primayer (за время использования импортного оборудования было обнаружено 2 утечки)

Что было сделано

- На одном из участков трубы, залегающей под землей, было отрицательное сальдо входящего и исходящего потока
- Датчики конкурентов показывали отсутствие утечки, при использовании датчиков и ПО система показала наличие утечки на участке (200 м. между датчиками)
- В ходе раскопок на месте локализации, гипотеза наличия утечки была подтверждена, при этом утечка была небольшая (вода немного сочилась из трубы)

Результат

После старта использования ПО на Череповецком МК за 4 месяца использования нового решения удалось обнаружить более 10 скрытых утечек

НЛМК

Что было сделано

- Проведено тестирование системы мониторинга состояния на действующем трубопроводе

Результат

- ✓ Успешно проведено пилотное тестирование комплекса
- ✓ Осуществлена поставка программно-аппаратного комплекса

РВК Воронеж

Что было сделано

- С помощью датчиков была проведена диагностика участков трубопровода

Результат

На одном из участков система показала наличие врезки (при этом инженеры утверждали, что ее в этом месте не может быть)



ИНС

Метод определения
утечки



99%

Средняя точность
обнаружения утечки



± 1 м

Точность
локализации утечки



NB IOT, GSM

Беспроводная
версия

1

Использование нейронной сети для обнаружения утечки

Конкуренты сравнивают пики кросс-корреляции
с пороговыми значениями.

3

Использование IIoT

обеспечивает беспроводное подключение
и длительное время автономной работы.

2

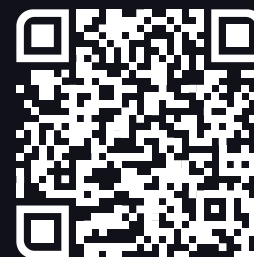
Использование нейронной сети обеспечивает

точность обнаружения утечек до 99% (<80% у
конкурентов) и локализации в 1 м (>1,5 м
у конкурентов). Результаты подтверждены испытаниями

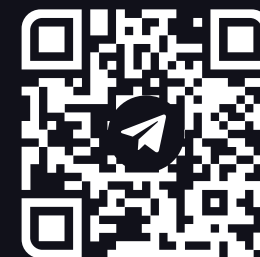
2

Независим от санкций

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



[ФЦПРИИ.РФ](https://fcprii.ru)



t.me/fcprii