



**ЦИТ**

ЦИФРОВЫЕ  
ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

# СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК ЖИДКОСТЕЙ В ТРУБОПРОВОДАХ

на базе

искусственного интеллекта

Каталог ИИ-решений

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. м<sup>3</sup>/год

## 100

млн руб./год

**МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ  
КОМБИНАТ**

из-за неконтролируемых  
утечек воды

## 140

млн руб./год

**ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ**

до 1350 тыс. м<sup>3</sup> /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**



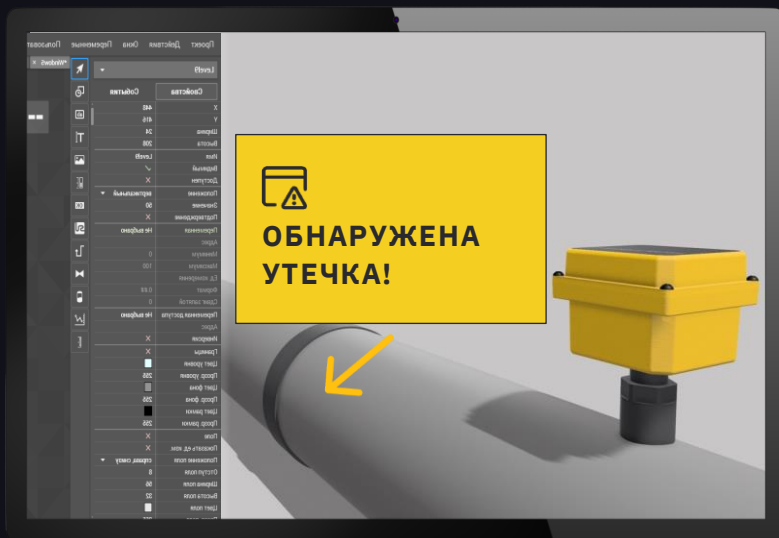
## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДА

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
- ✓ Ремонтom 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

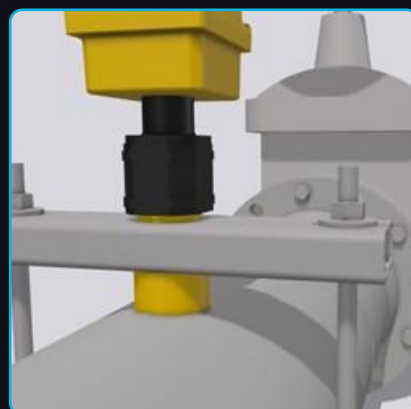
Системе достаточно данного времени для того, чтобы определить, что возникла утечка, и определить ее местоположение. Вы получаете возможность своевременно узнать об аварии и предпринять действия по предотвращению последствий. Например, закрыть вентиль или направить бригаду.



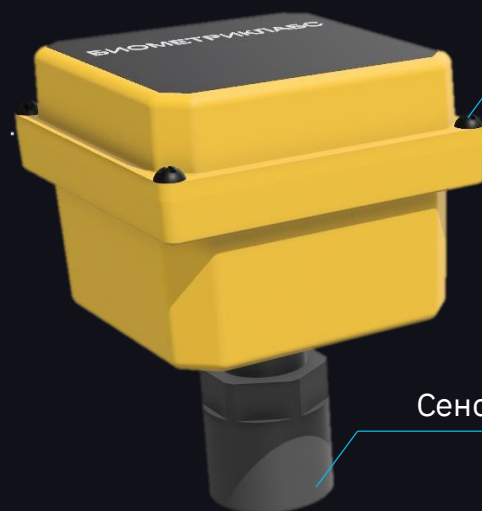
Магнитное крепление к стальному трубопроводу



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

 <b>1m</b> точность локализации	 <b>99%</b> точность определения	 <b>ИИ</b> метод определения	 Облачное/ локальное размещение ПО	 <b>API</b> интеграция с ИС
--	---	---	---	--

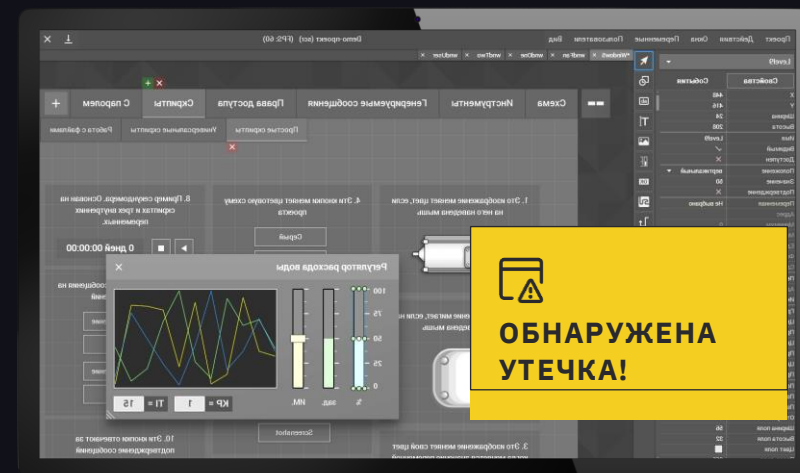
## Описание ПО

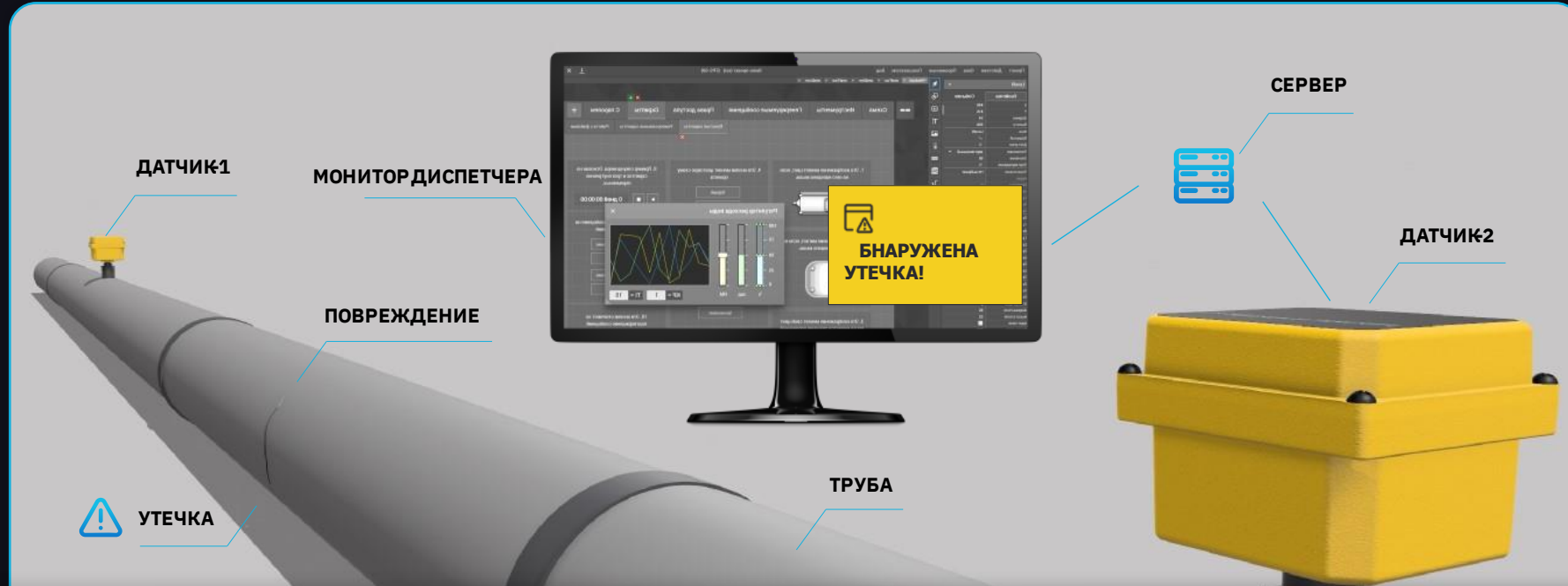
- ✓ Входные параметры для сети – амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры с каждой пары датчиков
- ✓ Входные данные обрабатываются 52 внутренними слоями нейронной сети
- ✓ По параметрам трубы (диаметр, материал) вычисляется скорость распространения звуковых волн в трубе
- ✓ Для локализации утечки 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)

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

- 1** Работа строительной техники
- 2** Насосное и другое оборудование
- 3** Автомобили
- 4** Другие источники помех

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





## 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

# ЦИТ

ЦИФРОВЫЕ  
ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



[cit.gov.ru](https://cit.gov.ru)

