**Документация по системе прогнозирования технологических ситуаций**

Оглавление

[1. Назначение системы 1](#_Toc210324051)

[2. Состав и архитектура системы 1](#_Toc210324052)

[3. Основные функциональные возможности 3](#_Toc210324053)

[4. Нефункциональные требования 3](#_Toc210324054)

[5. Пользовательский путь 4](#_Toc210324055)

[6. Алгоритмы работы 4](#_Toc210324056)

[7. Планы по развитию 5](#_Toc210324057)

# **1. Назначение системы**

Система предназначена для анализа и прогнозирования технологических ситуаций в системах горячего и холодного водоснабжения многоквартирных домов на основе данных с приборов учета.

Цели:

* + Раннее выявление аномалий (утечки, бездоговорное потребление, неисправности узлов учета).
  + Прогнозирование аварийных ситуаций с использованием исторических данных и методов машинного обучения.
  + Предоставление диспетчерам рекомендаций для оперативного предотвращения рисков.
  + Снижение материальных и социально-экономических последствий аварий.

# **2. Состав и архитектура системы**

2.1 Источники данных

* + Показания водосчетчиков ХВС в ИТП (ежечасные).
  + Показания расходомеров и тепловычислителей ОДПУ ГВС (подача, обратка, температура).
  + Справочники: ФИАС, УНОМ, адресный перечень.
  + Дополнительно: погодные данные, данные о внешних воздействиях на сеть.

2.2 Компоненты системы

1. Модуль сбора и нормализации данных (ETL)
   * Получение данных с приборов учета через УСПД и АСУПР.
   * Проверка корректности данных: формат, пропуски, дубликаты.
   * Приведение данных к единой шкале и агрегация по часам, суткам, неделям.
   * Логирование и хранение метаданных для последующего аудита.
2. Хранилище данных
   * Временные ряды показаний потребления и температуры.
   * Исторические данные для обучения моделей машинного обучения.
   * Разделение на «сырые» и «очищенные» данные для разных целей анализа.
3. Модуль анализа и прогнозирования
   * Детекция аномалий: выявление отклонений >10% между ХВС в ИТП и ОДПУ ГВС.
   * Прогнозирование: модели машинного обучения для оценки вероятности аварий на основе факторов: сезонные и суточные колебания потребления; внешние воздействия (температура окружающей среды, события).
   * Гибкое управление факторами: пользователь может исключить или добавить показатели в прогноз.
   * Переобучение модели с подтверждением диспетчера (ЭП, ЭЦП, QR-код).
4. Модуль визуализации
   * Таблицы, графики, тепловые карты.
   * Сравнение фактических и прогнозных значений.
   * Настраиваемые уведомления об отклонениях и потенциальных рисках.
5. Пользовательский интерфейс (UI/UX)
   * Веб-интерфейс (десктоп/мобильная версия).
   * Интерактивные функции: фильтры, сортировка, выделение периодов, экспорт данных.
   * Контроль действий пользователя: подтверждение удаления или переобучения.

# **3. Основные функциональные возможности**

1. Обработка данных:
   * Сбор и валидация данных ХВС и ГВС.
   * Формирование графиков расхода и температуры.
   * Визуализация отклонений и тенденций.
2. Анализ аномалий:
   * Выявление отклонений >10% от нормальных показаний.
   * Маркировка возможных причин: утечки, неисправности узлов учета, бездоговорное потребление.
3. Прогнозирование и рекомендации:
   * ML-модели предсказывают вероятность аварий.
   * Формирование человекочитаемых рекомендаций.
   * Возможность переобучения модели на основе обратной связи пользователя.
4. Пользовательские возможности:
   * Просмотр данных и отчетов в интерактивном виде.
   * Настройка факторов анализа и прогнозирования.
   * Выгрузка графиков и таблиц в XLSX, PDF, PNG.

# **4. Нефункциональные требования**

* + Производительность: до 500 запросов в секунду, отклик до 10 секунд.
  + Масштабируемость: до 5000 одновременно активных пользователей; до 48,5 млрд измерений/год.
  + Надежность: резервирование компонентов, отсутствие единой точки отказа, оповещение о неисправностях.
  + UX/UI: эргономичный графический интерфейс, интерактивность, многообразие способов ввода данных.
  + Безопасность: соответствие ФЗ-152 и ФЗ-149, контроль доступа, шифрование данных.

# **5. Пользовательский путь**

1. Авторизация.
2. Запрос текущего состояния инфраструктуры (таблицы, графики, heatmap).
3. Анализ отклонений и выявление аномалий.
4. Прогноз состояния на смену, сутки, неделю.
5. Подтверждение прогноза как истинного/ложного, переобучение модели.
6. Получение обновленного прогноза и рекомендаций.
7. Выгрузка данных и графиков.

# 6. Алгоритмы работы

1. Сбор и нормализация данных:
   * Объединение показаний ХВС и ГВС, проверка формата, удаление выбросов.
2. Детекция аномалий:
   * Сравнение данных ХВС в ИТП и ОДПУ ГВС.
   * Маркировка отклонений >10% как аномалий.
3. Прогнозирование:
   * Построение моделей ML (регрессии, деревья решений, временные ряды).
   * Оценка вероятности аварий с учетом факторов (погода, потребление, сезонность).
4. Формирование рекомендаций:
   * Определение причин аномалий.
   * Генерация пошаговых действий для диспетчера.
   * Прогнозируемый эффект выполнения рекомендации.

# 7. Планы по развитию

1. Пилотное внедрение и масштабирование:
   * Начало с отдельных микрорайонов/ИТП: постепенное масштабирование на всю сеть Мосводоканала.
   * Интеграция с существующими АСУПР и АИС «РКИИЭ».
2. Подключение IoT-счетчиков и сенсоров:
   * Сбор показаний в реальном времени с умных датчиков воды и температуры.
   * Автоматическое формирование прогнозов и уведомлений без ручного ввода.
3. Расширение на другие ресурсы:
   * Прогнозирование и контроль тепла (отопление).
   * Включение канализации и водоотведения.
   * Анализ мульти-ресурсного потребления.
4. Усовершенствование моделей прогнозирования:
   * Внедрение нейросетевых моделей для повышения точности прогнозов.
   * Использование временных рядов и сезонных факторов для минимизации ложных срабатываний.
   * Постоянное переобучение модели на данных пользователя с учетом обратной связи.
5. Интеграция в платформу «Умный город»:
   * Визуализация данных и рекомендаций для диспетчеров и городских аналитиков.
   * Автоматическая генерация отчетов и KPI по сети водоснабжения.
   * Возможность интеграции в мобильные приложения для жителей (уведомления о ремонтах, авариях).
6. Развитие UX/UI:
   * Адаптивный интерфейс под разные устройства.
   * Развитие интерактивных дашбордов и визуализаций аномалий.
   * Постепенное внедрение инструментов аналитики для прогнозирования «что, если» (симуляции).