Образовательный фонд «Талант и Успех» Сириус

ПРОЕКТО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

**«Умная система контроля газовых котлов»**

**Выполнил:**

Дерендяев Александр Сергеевич

**Наставник**:

Степанова Валерия Александровна,

педагог ЦЦОД «IT-куб»

Ижевск – 2025

Содержание

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc193899539)

[ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ 5](#_Toc193899540)

[ГЛАВА 1: Виды газовых котлов и способы подключения 5](#_Toc193899541)

[1. Типы котлов: 5](#_Toc193899542)

[2. Способы подключения к системе управления 5](#_Toc193899543)

[3. Сравнение с аналогами 6](#_Toc193899544)

[ГЛАВА 2: Принцип предлагаемого решения 8](#_Toc193899545)

[1. Сбор данных с датчиков: 8](#_Toc193899546)

[2. Обработка данных и анализ 8](#_Toc193899547)

[3. Передача данных и оповещения 8](#_Toc193899548)

[4. Автоматическое реагирование 9](#_Toc193899549)

[5. Облачная платформа: 9](#_Toc193899550)

[ГЛАВА 3: Результаты, перспективы развития и экономическая оценка проекта 10](#_Toc193899551)

[1. Результаты проделанной работы 10](#_Toc193899552)

[2. Возможности масштабирования и дальнейшего развития проекта 10](#_Toc193899553)

[3. Экономическая оценка проекта 11](#_Toc193899554)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 14](#_Toc193899555)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 16](#_Toc193899556)

# Введение

**Актуальность работы:**

Газовые котлы – один из наиболее распространённых способов отопления в России, и их количество продолжает расти. К 2025 году продажи отопительных котлов превысили 20 миллионов, что подчёркивает необходимость обеспечения их безопасной эксплуатации. Однако утечки газа и неисправности оборудования представляют серьёзную угрозу для жизни и здоровья людей, а большинство пользователей не имеют инструментов для удаленного контроля и диагностики. Внедрение системы интеллектуального мониторинга позволит повысить безопасность, минимизировать риски аварий и упростить эксплуатацию газового оборудования, делая его использование удобнее и эффективнее.

**Проблемная ситуация:**

Газовые котлы представляют риск утечек, перегрева и неэффективного расхода газа. Отсутствие дистанционного контроля усложняет диагностику и повышает затраты на обслуживание, а также создаёт угрозу для безопасности. Современные решения не всегда охватывают полный спектр возможных неисправностей и не обеспечивают прогнозирование аварийных ситуаций. Это делает необходимым создание системы, способной проводить анализ данных и выявлять потенциальные риски до их возникновения.

**Объект и предмет исследования:**

Объект исследования: системы мониторинга и диагностики газовых котлов.

Предмет исследования: методы прогнозирования аварийных ситуаций на основе анализа данных с датчиков температуры, давления и наличия газа.

Цель проекта:

Создание умной системы мониторинга газовых котлов, которая будет отслеживать температуру, давление и утечки газа в реальном времени. Анализ собранных данных позволит предсказывать аварии, а мобильное приложение обеспечит удобное управление котлом и получение уведомлений. В случае критических отклонений система автоматически отключит подачу газа, предотвращая аварии и минимизируя возможные риски.

**Задачи проекта:**

1. Провести анализ существующих решений в сфере мониторинга газового оборудования.
2. Разработать систему сбора данных с датчиков температуры, давления и утечек газа.
3. Реализовать алгоритмы анализа данных для прогнозирования аварийных ситуаций.
4. Создать мобильное приложение для удалённого контроля и оповещения пользователей.
5. Провести тестирование системы и оценить её эффективность.

**Целевая аудитория:**

* Владельцы частных домов, использующие газовые котлы для отопления.
* Жители многоквартирных домов с индивидуальными газовыми котлами.
* Коммунальные службы и экстренные службы, занимающиеся мониторингом и устранением аварийных ситуаций.

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

## ГЛАВА 1: **Виды газовых котлов и способы подключения**

Газовые котлы различаются по функциональности и способу подключения к системе управления.

### Типы котлов:

**Одноконтурные котлы** – предназначены исключительно для отопления помещений. В таких системах нет контура для нагрева горячей воды, что делает их оптимальным выбором для использования с отдельно установленными водонагревателями.

**Двухконтурные котлы** – обеспечивают не только отопление, но и горячее водоснабжение. Это делает их более универсальными, особенно для частных домов и квартир, где требуется автономное снабжение горячей водой.

### Способы подключения к системе управления

* 1. **Подключение через протоколы управления**

Некоторые современные газовые котлы оснащены встроенными контроллерами, поддерживающими стандартные протоколы связи, такие как OpenTherm, Modbus, CAN, Navien и другие [2]. Такие системы позволяют получать данные о текущем состоянии котла, регулировать параметры работы и даже интегрировать котел в экосистему "умного дома". Данный метод имеет поддержку совместимости котла с контроллером и возможности работы с его прошивкой.

* 1. **Подключение снаружи с помощью датчиков**

Для котлов без встроенных контроллеров я предлагаю решение на основе внешних датчиков, фиксирующих параметры работы оборудования.

* **Температура подачи воды** – отслеживает температуру нагреваемой жидкости в котле.
* **Температура обратной воды** – помогает контролировать эффективность теплообмена в помещении.
* **Температура внутри помещения** – отображает текущее комфортное значение.
* **Наружная температура** – используется для анализа погодных условий и динамического управления котлом.
* **Контроль напряжения (есть/нет)** – помогает выявлять проблемы с электропитанием, которые могут повлиять на работоспособность системы.

Такой метод позволяет универсально применять интеллектуальный мониторинг на любых котлах без необходимости вмешательства в их электронные системы.

### 3. Сравнение с аналогами

3.1. BAXI CONNECT+ – это система удаленного управления котлом с Wi-Fi модулем, позволяющая контролировать и настраивать работу котла через мобильное приложение [1].

**Плюсы:**  
Интеграция с фирменными котлами BAXI.  
Возможность управления через интернет.  
Удобный интерфейс приложения.

**Минусы:**  
Работает только с котлами BAXI.  
Требует наличия встроенного контроллера с поддержкой данного модуля.  
Не прогнозирует возможности аварийных ситуаций – только уведомления о сбоях.

3.2. Контроллер Vaillant eRELAX - это интеллектуальный термостат, работающий по протоколу eBUS. Он позволяет контролировать температуру и режим работы котла через интернет.

**Плюсы:**  
Гибкое управление температурой.  
Интеграция с умными системами (Google Home, Amazon Alexa).  
Адаптация работы котла в зависимости от внешних условий.

**Минусы:**  
Поддерживает только котлы Vaillant.  
Требует настройки и установки сертифицированными специалистами.  
Не прогнозирует возможности аварийных ситуаций

3.3. Преимущества предлагаемого решения

В отличие от существующих решений таких, как BAXI CONNECT+ и Vaillant eRELAX, предлагаемая система подходит для любых газовых котлов – не требует поддержки протоколов, использует предиктивную аналитику – предупреждает аварии, а не просто уведомляет о сбоях. Работает с Wi-Fi, но может дублировать связь через GSM.  
Не требует сложной настройки и интеграции – достаточно установки датчиков и подключения к сети.

Таким образом, разработанное решение является универсальным, не привязанным к конкретному бренду и обеспечивающим не только мониторинг, но и прогнозирование аварийных ситуаций.

## ГЛАВА 2: **Принцип предлагаемого решения**

### Сбор данных с датчиков:

Система использует набор внешних датчиков, подключаемых к газовому котлу без вмешательства во внутренние протоколы управления. Это делает решение универсальным и совместимым с любыми моделями котлов. В систему входят следующие датчики:

* **Температура подачи воды** – отслеживает температуру нагреваемой жидкости в котле.
* **Температура на обратном канале** – помогает контролировать эффективность теплообмена.
* **Температура внутри помещения** – регулирует работу системы в зависимости от реальных условий.
* **Наружная температура** – используется для анализа погодных условий и динамического управления котлом.
* **Контроль напряжения (есть/нет)** – помогает выявлять проблемы с электропитанием, которые могут повлиять на работоспособность системы.

Данные с датчиков собираются микроконтроллером (Arduino Uno) и передаются на Wi-Fi модуль.

### Обработка данных и анализ

Микроконтроллер получает данные с датчиков, выполняет их первичную обработку и отправляет их в облачное хранилище через Wi-Fi. На сервере проводится анализ данных, включающий:

* Выявление критических отклонений температуры или давления.
* Анализ изменения параметров с течением времени для предсказания возможных неисправностей.
* Автоматическое формирование тревожных уведомлений при обнаружении потенциальных аварийных ситуаций.

### Передача данных и оповещения

Wi-Fi-модуль обеспечивает беспроводное соединение системы с интернетом, что позволяет в реальном времени передавать данные в облачный сервис и мобильное приложение пользователя.

* **Оповещения о неисправностях** – при критических изменениях параметров пользователь получает push-уведомление в мобильном приложении или Telegram-боте.
* **Дистанционный мониторинг** – владелец котла может отслеживать состояние системы через Telegram-бота или мобильное приложение.
* **Логирование данных** – система сохраняет историю показателей, что помогает выявлять долгосрочные тенденции и прогнозировать поломки.

### Автоматическое реагирование

В случае выявления серьезных проблем (например, резкого падения температуры подачи воды или отсутствия напряжения) система может:

* Подавать звуковые и световые сигналы тревоги.
* Автоматически отправлять уведомление пользователю.
* При необходимости передавать сигнал аварийным службам (опционально).

Такое решение обеспечивает высокий уровень безопасности, позволяет прогнозировать возможные аварии и облегчает эксплуатацию котлов.

### Облачная платформа:

* Обработкой и анализом данных занимается облачный сервер, который использует алгоритмы машинного обучения для прогнозирования возможных аварийных ситуаций.
* Сервер отправляет пользователям уведомления о текущем состоянии котла, а в случае критической ситуации – предупреждения и рекомендации по устранению проблемы.
* Возможна интеграция с экстренными службами для автоматической передачи сигналов тревоги.

## **ГЛАВА 3: Результаты, перспективы развития и экономическая оценка проекта**

### Результаты проделанной работы

На текущий момент был разработан прототип системы мониторинга для газовых котлов, который включает в себя несколько ключевых компонентов:

На данный момент разработан контроллер на базе **Arduino Uno**, подключенный к необходимым датчикам:

Датчики температуры (наружной, подачи воды, на обратном канале).

Датчик контроля напряжения (есть/нет).

**Телеграм-бот**  
 Был написан и протестирован телеграм-бот, который взаимодействует с сервером, принимает ответы о состоянии системы и оповещает пользователя о возможных аварийных ситуациях или отклонениях в работе котла. Бот позволяет контролировать работу системы удаленно.

**Отсутствие тестирования на реальных газовых котлах:**  
На текущем этапе проект не был протестирован на реальных газовых котлах, так как требуется дополнительное оборудование для подключения к действующим котлам. Тестирование с реальными газовыми котлами запланировано на следующем этапе разработки после уточнения всех технических деталей, таких как безопасность подключения и интеграция с существующими системами котлов.

Однако, при разработке системы был учтен тот факт, что предлагаемое решение будет универсальным для любых типов котлов, что позволяет в будущем провести тестирование и адаптацию системы под конкретные модели газовых котлов.

### Возможности масштабирования и дальнейшего развития проекта

**Система имеет большой потенциал для дальнейшего развития, включая:**

**1. Улучшение алгоритмов предсказания аварий**

Разработка моделей машинного обучения для предсказания вероятных поломок и их причин на основе собранных данных.

**2. Добавление новых датчиков**

Возможность подключения датчиков давления газа, влажности и наличия угарного газа для расширенного анализа состояния котла и окружающей среды.

**3. Расширение каналов связи**

Добавление поддержки GSM/LTE-модуля позволит системе работать даже при отсутствии Wi-Fi, что особенно важно для удалённых объектов [3].

**4. Интеграция с системами "умного дома"**

Поддержка управления через популярные экосистемы (Google Home, Apple HomeKit, Яндекс.Алиса) для удобства пользователей.

**5. Выход на рынок B2B**

Разработка корпоративных решений для ЖКХ, управляющих компаний и аварийных служб, которые смогут централизованно мониторить работу котлов в жилых домах.

### Экономическая оценка проекта

Для оценки себестоимости и дальнейших вложений необходимо рассмотреть следующие затраты:

1. Себестоимость устройства

| Компонент | Цена за единицу (руб.) |
| --- | --- |
| Arduino Uno | 800 |
| Датчик температуры (DS18B20) – 4 шт. | 1200 |
| Датчик газа | 500 |
| Wi-Fi модуль ESP8266 | 700 |
| Корпус | 600 |
| Прочие расходные материалы | 500 |
| **Итого за комплект** | **5300 руб.** |

2. Себестоимость производства первой партии (100 шт.)

С учетом закупки комплектующих и сборки стоимость одной единицы при серийном производстве: ≈ 4000 руб. Стоимость первой партии (100 шт.): ≈ 400 000 руб.

3. Стоимость разработки ПО

Разработка базовой версии прошивки: **50 000 руб.**

Разработка облачной инфраструктуры: **50 000 руб.**

Разработка мобильного приложения: **100 000 руб.**

Тестирование и отладка: **30 000 руб.**

**Итого:** ≈ **230 000 руб.**

4. Итоговые затраты на запуск проекта

| Статья расходов | Сумма (руб.) |
| --- | --- |
| Производство первой партии (100 шт.) | 400 000 |
| Разработка программного обеспечения | 230 000 |
| Маркетинг и продвижение | 100 000 |
| Сертификация и лицензирование | 150 000 |
| **Общие затраты** | **880 000 руб.** |

3.4. Перспективы окупаемости и развития

Для окупаемости проекта необходимо реализовать минимум 500 устройств по цене 8000 руб./шт.

| Объем продаж | Выручка (руб.) | Прибыль (руб.) |
| --- | --- | --- |
| 100 шт. | 800 000 | -80 000 (не окупается) |
| 500 шт. | 4 000 000 | 1 120 000 (полная окупаемость) |
| 1000 шт. | 8 000 000 | 4 000 000 (прибыль) |

Таким образом, при продаже от 500 устройств проект выходит в зону окупаемости, а при увеличении продаж до 1000 устройств – приносит стабильную прибыль.

Вывод: проект имеет высокий потенциал и сравнительно низкие стартовые вложения. Возможность модернизации и гибкая архитектура делают его привлекательным как для частных пользователей, так и для бизнеса.

# Заключение

В ходе выполнения данного проекта была разработана концепция умной системы мониторинга и предсказания аварий для газовых котлов. Основной целью работы было создание универсального решения, которое позволяет интегрировать систему мониторинга с различными типами газовых котлов через использование внешних датчиков. В результате проектирования и реализации первых этапов системы можно сделать следующие выводы:

**Решение задач и достижение целей проекта**

В рамках данного проекта была успешно разработана система сбора данных с внешних датчиков, таких как температура подачи воды, температура на обратном канале, температура в помещении, наружная температура и контроль напряжения. Данные с этих датчиков передаются через Wi-Fi модуль, что позволяет удобно интегрировать их с мобильным приложением для получения уведомлений и мониторинга состояния котла в реальном времени.

Была реализована первая версия Telegram-бота, который служит для оповещений и взаимодействия с пользователем. На данный момент проект продвигается в направлении создания системы с предсказанием аварий на основе анализа данных с датчиков. Важным этапом разработки является использование алгоритмов машинного обучения для прогнозирования неисправностей и повышения безопасности эксплуатации котлов.

**Применение машинного обучения**

В проекте предложено применение методов машинного обучения для анализа собранных данных и предсказания потенциальных аварий. Важно отметить, что в настоящее время модель машинного обучения ещё не обучена и не тестировалась на реальных данных котлов, что является задачей дальнейшей работы. Это позволит повысить точность прогнозирования и минимизировать риски аварий в эксплуатации газовых котлов.

**Перспективы развития и масштабируемость**

В дальнейшем планируется тестирование системы на реальных котлах, что позволит доработать алгоритмы и провести обучение модели машинного обучения на большем количестве данных. Также предполагается возможность интеграции с различными системами управления котлами, включая те, которые поддерживают стандартные протоколы связи (OpenTherm, Modbus, и другие), что расширит возможности мониторинга.

Масштабирование проекта возможно за счет интеграции с другими типами оборудования, таких как системы отопления, вентиляции и кондиционирования, а также возможность распространения решения на более широкие рынки, включая коммерческие и промышленные объекты.

**Оценка практической значимости и себестоимости проекта**

Разработка данного устройства представляет собой значительный шаг в сторону улучшения безопасности эксплуатации газовых котлов. Применение системы с интеллектуальным мониторингом и прогнозированием аварий не только повысит безопасность, но и снизит затраты на обслуживание, сделав эксплуатацию котлов более эффективной и удобной для пользователей.

Ожидается, что в дальнейшем проект может быть использован в коммерческих целях, при этом себестоимость разработки и внедрения системы будет зависеть от сложности датчиков, алгоритмов машинного обучения и масштабируемости решения.

В завершение можно отметить, что данный проект является важным шагом к внедрению интеллектуальных решений в области безопасности эксплуатации газовых котлов, и в дальнейшем он имеет все шансы на успешное развитие и применение на практике.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ­­­ Официальный сайт Ассоциации производителей отопительных котлов. Газовые котлы: понятие и виды / Ассоциация производителей отопительных котлов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.abok.ru/news.php?id=6563> (дата обращения: 26.03.2025).
2. Описание протоколов управления для газовых котлов. / Microline. [Электронный ресурс]. URL: https://support.microline.ru/index.php/OpenTherm,\_E-Bus,\_Navien,\_BridgeNet\_(Ariston),\_BSB\_(BAXI)\_и\_др. (дата обращения: 26.03.2025).
3. Wi-Fi адаптер: что это и как работает. / Журнал T2. [Электронный ресурс]. URL: <https://msk.t2.ru/journal/article/what-is-wi-fi-adapter> (дата обращения: 26.03.2025).
4. Положение о конкурсе «Большие вызовы». / Сочи Сириус. [Электронный ресурс]. URL: https://sochisirius.ru/uploads/f/Положение\_о\_конкурсе\_Большие\_вызовы.pdf (дата обращения: 26.03.2025).