

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт цифровых технологий и профессионального развития

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

Нисангалиев Тимур Серикулы

Тема: «Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с
применением IoT технологий»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6B07121 –Космическая техника и технологии

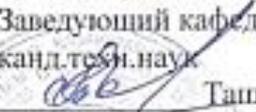
Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт цифровых технологий и профессионального развития

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ЭТиКТ,
канд. техн. наук

Таштай Е.Т.
«02» 02 2024 г.

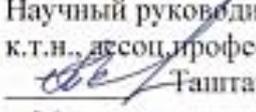


ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб
с применением IoT технологий»

6B07121 –Космическая техника и технологии

Выполнил
Рецензент
Руководитель Лаборатории
ТОО «ИКТГ», к.т.н. доцент 
Инчин А.С.
«02» 02 2024 г.

Нисангалиев Тимур Сериккулы
Научный руководитель
к.т.н., доц. профессор

Таштай Е.
«02» 02 2024 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

6B07121 –Космическая техника и технологии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЭТиКТ

Гангай Е.Т.

«02» 02 2024 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Дипломнику Нисангалиеву Тимуру Сериккулы по тема: «Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий» *утверждённый приказом Ректора Университета №1755-го «29» ноября 2023 г.*

Срок сдачи законченной работы «15» мая 2024 г.

Исходные данные к дипломной работе:

- а) Количество канализационных люков города Алматы – 112 000
- б) Количество ежемесячных заявок на открытые люки – более 500
- в) В качестве беспроводной технологии – LoraWan
- г) Мониторинг – 24x7x365

Задание на дипломную работу:

- а) Обзор существующих систем мониторинга субъектов городской инфраструктуры, в соответствии с концепцией Smart City.
- б) Анализ существующих методов защиты от несанкционированного доступа к канализационным люкам
- в) Развитие беспроводных технологии по передаче данных в IoT
- г) Расчет сети передачи данных

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
представлены 15-25 слайдов презентации работы.

Список литературы:

1. Касым-Жомарт Токаев: Проблема открытых люков в "столице Евразии" – просто позор. // <https://kazpravda.kz/news/prezident2/токаев-проблема-открытиh-люков-в-столитсе-евразии--просто-позор/>. Дата обращения: 10.04.2020.
2. Бокселл Д. «Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками», Издательство: Питер, 2019 г.
3. Как в Астане решают проблему открытых люков 22.02.2019. // <http://astana.gov.kz/ru/news/news/18280/>. Дата обращения: 10.04.2020.

4. Датчики вскрытия колодцев в системе СОКОЛ. //https://www.censor-m.ru/decisions/okhrana-kolodtsev/datchiki-vskrytiya-kolodtsev-v-sisteme-sokol//. Дата обращения: 30.03.2020.

5. PIR датчик для колодцев. //https://goodwan.ru/long_pir//. Дата обращения: 03.04.2020.

ГРАФИК

подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Ожидаемые результаты
1. Обзор существующих систем мониторинга субъектов городской инфраструктуры, в соответствии с концепцией Smart City.	10.01.2024 - 20.01.2024 г.	Выполнен
2. Анализ существующих методов защиты от несанкционированного доступа к канализационным люкам	20.01.2024-20.02.2024 г.	Выполнен
3.1 Развитие беспроводных технологии по передаче данных в IoT. Схемы и решения для мониторинга	21.02.2024 - 10.03.2024 г.	Выполнен
3.2 Расчет сети передачи данных. Ожидаемый экономический эффект	11.03.2024 - 01.04.2024 г.	Выполнен
Подготовка и написание общей структуры дипломной работы в соответствии с требованиями стандарта СТ КазНУТУ – 09 – 2017	02.04.2024 - 15.04.2024 г.	Выполнен

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Ассоц. профессор каф. ЭТиКТ, к.т.н. Таптай Е.	07.06.24.	
Нормоконтролер	Ассистент каф. ЭТиКТ, м.т.н. Кенгесбаева С.С.	07.06.24.	

Научный руководитель  Таптай Е.

Задание принял к исполнению обучающийся  Нисангалiev Т.

Дата «12» 01 2024 г.

АННОТАЦИЯ

Своевременное обнаружение сейсмических волн имеет важное значение для сохранения человеческих жизней. В данной дипломной работе рассмотрена возможность создания сети сейсмических датчиков на основе оптических волокон. Также рассмотрена возможность создания датчиков, не имеющих инерционных элементов, также на основе оптических волокон. В работе приведены расчеты, описывающие работу отдельных датчиков и сети датчиков. Решена проблема равномерного распределения датчиков сети по поверхности Земли.

АНДАТПА

Сейсмикалық толқындарды уақтылы анықтау адам өмірі мен денсаулығы үшін өте маңызды. Бұл дипломдық жұмыста оптикалық талшықтар негізінде сейсмикалық датчиктер желісін құру мүмкіндігі қарастырылған. Сондай-ақ, оптикалық талшықтар негізінде инерциялық элементтері жоқ датчиктерді құру мүмкіндігі қарастырылған. Жұмыста жеке датчиктер мен датчиктер желісінің жұмысын сипаттайтын есептеулер келтірілген. Желі датчиктерін жер бетіне біркелкі бөлу мәселесі шешілді.

ANNOTATION

Timely detection of seismic waves is essential to save human lives. In this thesis, the possibility of creating a network of seismic sensors based on optical fibers is considered. The possibility of creating sensors without inertial elements based on optical fibers is also considered. The paper presents calculations describing the operation of individual sensors and a network of sensors. The problem of uniform distribution of network sensors over the Earth's surface has been solved.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Технологии IoT в мониторинге канализационных люков	10
1.1 Основы IoT технологий	10
1.2 Анализ существующих систем мониторинга канализационных люков	14
2 Проектирование системы мониторинга канализационных люков	19
2.1 Выбор аппаратного обеспечения для системы мониторинга	19
2.2 Разработка архитектуры системы мониторинга	21
2.2 Разработка программного обеспечения для сбора и анализа данных	26
2.3 Реализация системы мониторинга канализационных люков	34
3.1 Установка и настройка датчиков на канализационных люках	34
3.1 Создание центральной серверной инфраструктуры для сбора данных	35
3.2 Разработка пользовательского интерфейса для отображения данных	37
4 Анализ и оценка эффективности системы мониторинга	40
4.1 Сравнение полученных данных с ожидаемыми значениями	40
4.2 Оценка надежности и точности системы мониторинга	41
4.3 Анализ экономической эффективности внедрения системы мониторинга	44
Заключение	47
Список используемой литературы	49

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире городские инфраструктуры играют важную роль в обеспечении комфортной жизни горожан. Однако, с течением времени, эти инфраструктуры стареют и требуют постоянного обслуживания и ремонта. Одной из ключевых составляющих городской инфраструктуры является канализационная система, которая обеспечивает сбор и утилизацию сточных вод. Однако, канализационные люки, которые служат доступом к канализационным трубам, подвержены различным воздействиям окружающей среды и могут становиться неисправными или даже опасными для прохожих.

В связи с этим, разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT (интернета вещей) технологий является актуальной и важной задачей. IoT технологии позволяют собирать и передавать данные с различных устройств в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на возникающие проблемы и предотвращать аварийные ситуации.

Целью данной работы является разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить технологии IoT в контексте мониторинга канализационных люков. В данной главе будут рассмотрены основные принципы работы IoT, а также возможности применения этих технологий в мониторинге канализационных люков.

2. Проектирование системы мониторинга канализационных люков. В этой главе будет разработана архитектура системы мониторинга, определены необходимые компоненты и их функциональность. Также будет проведен анализ требований к системе и выбор подходящих аппаратных и программных решений.

3. Реализация системы мониторинга канализационных люков. В данной главе будет описан процесс разработки и реализации системы мониторинга. Будут рассмотрены вопросы связанные с выбором и установкой датчиков, разработкой программного обеспечения и настройкой системы.

4. Анализ и оценка эффективности системы мониторинга. В этой главе будет проведен анализ полученных данных и оценка эффективности разработанной системы мониторинга. Будут рассмотрены преимущества и недостатки системы, а также возможности ее дальнейшего развития и улучшения.

В заключении будут подведены итоги работы, сделаны выводы и предложены рекомендации по дальнейшему развитию и применению разработанной системы мониторинга канализационных люков.

Таким образом, разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий является актуальной и важной

задачей, которая позволит повысить эффективность обслуживания и ремонта канализационных систем, а также обеспечить безопасность горожан.

Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий является актуальной задачей в современном мире. Канализационные люки играют важную роль в инфраструктуре городов, обеспечивая правильное функционирование системы водоотведения. Однако, из-за недостаточного контроля и обслуживания, люки могут становиться причиной аварий, наносящих ущерб не только городской инфраструктуре, но и безопасности граждан. Внедрение IoT технологий позволит осуществлять удаленный мониторинг состояния канализационных люков, собирать и анализировать данные об их работе, а также предупреждать о возможных проблемах и аварийных ситуациях. Это позволит городским службам оперативно реагировать на возникающие проблемы, улучшить качество обслуживания и повысить безопасность горожан.

В работе "Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий" объектом исследования является сеть канализационных люков, которые являются важной инфраструктурой города. Предметом исследования является разработка системы мониторинга, которая позволит городским службам отслеживать состояние и работоспособность люков в режиме реального времени с помощью IoT технологий. Эта система будет основана на использовании датчиков, которые будут установлены на каждом люке и будут передавать информацию о состоянии люка на центральный сервер. Такая система позволит оперативно реагировать на возможные проблемы, такие как повреждения или засоры, и проводить необходимые ремонтные работы, что способствует обеспечению безопасности и комфорта горожан.

1 Технологии IoT в мониторинге канализационных люков

1.1 Основы IoT технологий

Технологии IoT (Internet of Things, Интернет вещей) представляют собой сеть объектов, соединенных между собой и с Интернетом, которые могут обмениваться данными и взаимодействовать друг с другом без участия человека. Эти технологии находят все большее применение в различных сферах, включая мониторинг и управление инфраструктурой городов.

Одной из важных задач городских служб является обеспечение надежности и безопасности инфраструктуры города. Канализационные люки играют важную роль в этом процессе, поскольку они обеспечивают доступ к подземным коммуникациям и системам водоотведения. Однако, канализационные люки могут подвергаться различным воздействиям, таким как неправильное использование, повреждения или негативные погодные условия, что может привести к их неисправности или даже авариям [24].

В связи с этим, разработка системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий становится все более актуальной. Такая система позволит городским службам оперативно получать информацию о состоянии каждого канализационного люка, а также предупреждать о возможных проблемах или аварийных ситуациях [17].

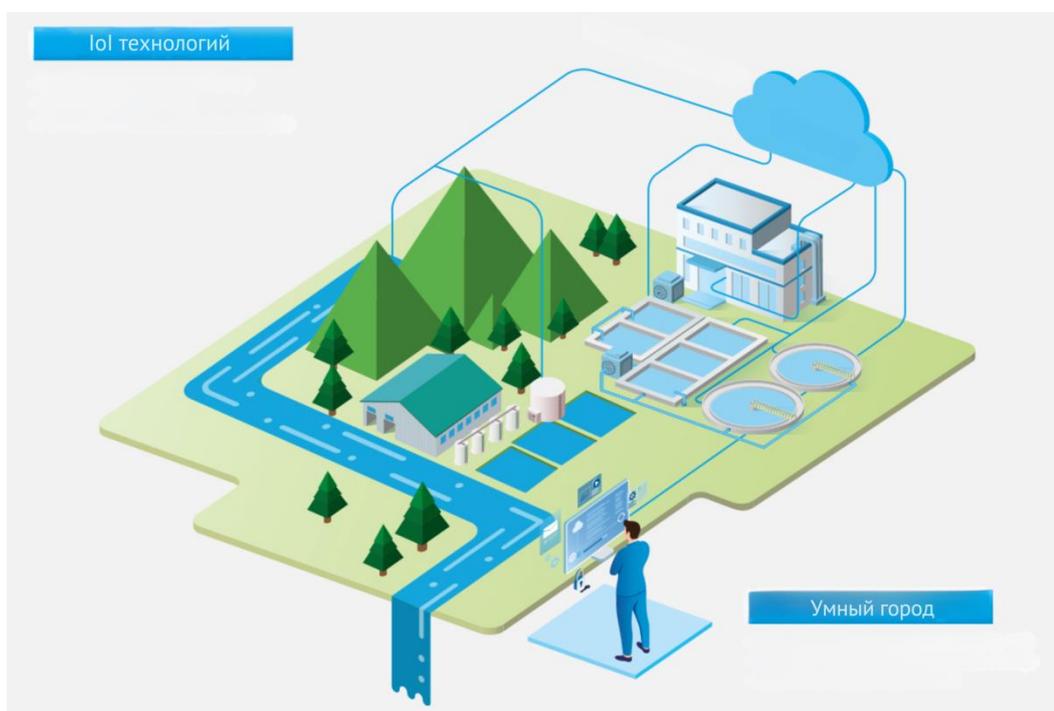


Рисунок 1.1 IoT технология для канализационных люков

Основой IoT технологий является использование различных датчиков, которые могут быть установлены на канализационных люках. Эти датчики могут измерять такие параметры, как уровень воды, температура, давление, вибрация

и другие. Собранные данные передаются через беспроводные сети на центральный сервер, где они анализируются и обрабатываются [4].

Одним из ключевых преимуществ IoT технологий является возможность получать данные в реальном времени. Это позволяет оперативно реагировать на изменения состояния канализационных люков и принимать меры по предотвращению возможных аварий. Например, если уровень воды в канализационном люке превышает допустимую норму, система может автоматически отправить уведомление на мобильный телефон ответственного сотрудника городских служб.

Кроме того, IoT технологии позволяют сократить затраты на обслуживание и ремонт канализационных люков. Благодаря системе мониторинга, городские службы могут оперативно определить неисправности и принять меры по их устранению до того, как они приведут к серьезным последствиям. Это позволяет снизить расходы на ремонт и увеличить срок службы канализационных люков.

Для реализации системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий необходимо разработать архитектуру, которая включает в себя датчики, беспроводные сети, центральный сервер и программное обеспечение для анализа и визуализации данных. Датчики должны быть устойчивыми к неблагоприятным погодным условиям, а также обеспечивать надежную передачу данных через беспроводные сети.

Центральный сервер должен иметь достаточную вычислительную мощность для обработки большого объема данных, а также возможность хранения и анализа этих данных. Программное обеспечение должно обеспечивать возможность мониторинга состояния канализационных люков в режиме реального времени, а также предоставлять инструменты для анализа и визуализации данных.

Такая система мониторинга канализационных люков может быть интегрирована с другими системами городской инфраструктуры, такими как системы управления транспортом, энергоснабжением или водоснабжением. Это позволит создать единое управление городской инфраструктурой и повысить ее эффективность.

В заключение, разработка системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий является важным шагом в развитии городской инфраструктуры. Такая система позволит городским службам оперативно получать информацию о состоянии канализационных люков, предупреждать о возможных проблемах и аварийных ситуациях, а также снизить затраты на обслуживание и ремонт. Это позволит создать более безопасную и надежную инфраструктуру города и повысить качество жизни его жителей.

1.2 Применение IoT в городской инфраструктуре

Технологии Интернета вещей (IoT) предоставляют огромный потенциал для улучшения городской инфраструктуры и повышения уровня комфорта и

безопасности горожан. Одной из областей, в которой можно применить IoT, является мониторинг канализационных люков. В данном разделе рассмотрим применение IoT в городской инфраструктуре и подробно остановимся на разработке системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий.

Чтобы расширить возможности Казахстана в области цифровых технологий, правительство запустило множество программ. В рамках программы «Цифровой Казахстан» Министерство информационных технологий и космоса отдал предпочтение использованию Интернета вещей при разработке планов «умного города», чтобы реализовать свою общую стратегию и преодолеть операционные и общественные проблемы [1]. Таким образом, миссия «умные города» является одной из основных инициатив в рамках программы. Его главная цель – обеспечить людям лучшее качество жизни. В сезон дождей дождевая вода просачивается в эти плохо обслуживаемые люки, резко повышая уровень сточных вод. Такие инциденты серьезно тормозят повседневную жизнь города, а иногда также приводят к нескольким инфекционным заболеваниям в других странах. Засоры, возникающие в канализационных трубопроводах, годами остаются незамеченными. Их обнаруживают только тогда, когда сточные воды начинают выливаться на улицу через канализационный люк, т. е. когда засор достигает такой стадии, когда он уже не подлежит ремонту. Это состояние, обычно называемое переливом канализации (SSO) [2], наблюдается на той стадии, когда его крайне сложно исправить. В тяжелых случаях, когда засоры невозможно устранить, необходимо построить обходной путь, что является дорогостоящим мероприятием и часто приводит к тому, что сточные воды попадают непосредственно в наши водные пути. Преобладающие механизмы включают использование струйной/всасывающей системы [3] для устранения засора, ковшовых машин для устранения засора, строительства обходного маршрута или иногда замены всей заблокированной линии. Интернет вещей внес значительный вклад в создание решений для умных городов. Важнейшей необходимостью, которую следует учитывать при разработке «умного города», является «умная» подземная инфраструктура. Мониторинг канализационной и дренажной системы играет жизненно важную роль в поддержании здоровья и функционирования города. Однако текущие процессы, связанные с вмешательством человека, приводят к неэффективному и подверженному ошибкам управлению канализацией, что приводит к задержке и дорогостоящему решению проблем. Переливы канализации также оказывают существенное влияние на здоровье грунтовых вод, озер и рек, что, в свою очередь, влияет на здоровье граждан. Таким образом, потребность в интеллектуальной системе мониторинга сточных вод для прогнозирования засоров и предотвращения переливов никогда не была так высока.

Городская инфраструктура является одной из основных составляющих жизни города. Канализационные люки играют важную роль в поддержании нормального функционирования городской инфраструктуры, но часто они

остаются незамеченными и не подвергаются регулярному обслуживанию. Это может привести к различным проблемам, таким как затопление улиц, аварии на дорогах и ухудшение качества жизни горожан [8].

Использование IoT технологий позволяет создать систему мониторинга канализационных люков, которая будет непрерывно отслеживать и контролировать их состояние. Для этого необходимо установить на каждый люк датчики, которые будут регистрировать различные параметры, такие как уровень воды, температура, давление и т.д. Собранные данные передаются по беспроводной сети на центральный сервер для анализа и принятия решений [35].

Одним из основных преимуществ использования IoT в мониторинге канализационных люков является возможность оперативного реагирования на проблемы. Если уровень воды в люке превышает допустимую норму, система автоматически отправляет уведомление на мобильные устройства службы обслуживания, что позволяет быстро принять меры по устранению проблемы. Также система может предупредить о возможном повреждении люка или его неисправности, что помогает предотвратить аварийные ситуации [32].

Для эффективной работы системы мониторинга канализационных люков необходимо использовать современные IoT технологии. Одним из ключевых компонентов является сеть передачи данных. Для передачи данных от датчиков до центрального сервера можно использовать различные технологии, такие как Wi-Fi, Bluetooth, LoRaWAN и др. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки, и выбор технологии зависит от конкретных условий эксплуатации.

Для обработки и анализа данных необходимо использовать специальное программное обеспечение. Оно должно быть способно обрабатывать большие объемы данных в реальном времени, а также проводить анализ и выявление аномалий. Также важно иметь возможность визуализации данных, чтобы операторы системы могли наглядно видеть состояние каждого люка и принимать решения на основе этой информации.

Важным аспектом разработки системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий является обеспечение безопасности передачи данных. Данные, передаваемые по беспроводной сети, могут быть подвержены угрозам безопасности, таким как перехват и изменение информации. Для защиты данных необходимо использовать различные механизмы шифрования и аутентификации.

В заключение, использование IoT технологий в мониторинге канализационных люков позволяет повысить эффективность и безопасность городской инфраструктуры. Система мониторинга, основанная на IoT, позволяет оперативно реагировать на проблемы и предотвращать аварийные ситуации. Однако для успешной реализации такой системы необходимо учесть множество факторов, таких как выбор подходящей технологии передачи данных, обработка и анализ данных, а также обеспечение безопасности передачи данных.

1.3 Анализ существующих систем мониторинга канализационных люков

Технологии Интернета вещей (IoT) предоставляют огромный потенциал для мониторинга различных объектов и систем, включая канализационные люки. Мониторинг состояния канализационных люков является важной задачей для городских служб, поскольку неисправность люка может привести к серьезным последствиям, таким как аварии, повреждение имущества и травмы людей. В данном разделе мы рассмотрим применение IoT технологий в мониторинге канализационных люков и проанализируем существующие системы мониторинга.

Существуют различные новостные статьи, посвященные SSO и смертям, происходящим из-за плохих методов обслуживания. Было отмечено, что при ремонте канализации погибает больше индийцев, чем во время боевых действий вдоль границ [4]. В период с 1993 по 2019 год было зарегистрировано около 814 смертей от канализационных сетей, тогда как ожидается, что неофициальные цифры будут значительно выше [5]. Повторяющиеся наводнения также выявили плохое состояние канализационной и дренажной инфраструктуры. ССО вызывают серьезные нарушения в повседневной жизни граждан. Также реакция на жалобы часто задерживается, а иногда даже остается без внимания Муниципальной корпорации из-за отсутствия исполнительных карт сетей канализационных сетей [6]. Подземная канализационная система предназначена для сбора и выведения всех жидких отходов из домов и производств. Канализация – это система, включающая в себя такие элементы, как люки доступа, секции трубопроводов, насосные станции, паводковые переливы, смешанные канализационные или санитарно-канализационные отсеивающие камеры, а также очистные сооружения [7].

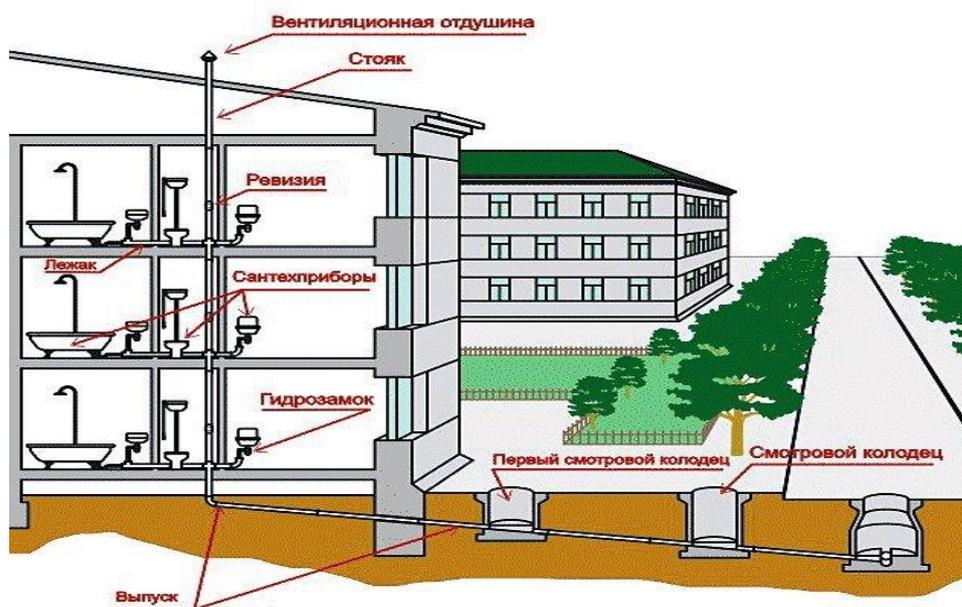


Рисунок 1.2 Канализационная сеть

На рисунке 2 изображена общая схема канализационной системы. Канализационные выпуски домовладений конкретного района подключаются к магистральной магистрали этого населенного пункта. Этот центральный трубопровод имеет люки для доступа, расположенные примерно через каждые 30 м для доступа для технического обслуживания. Через эти люки человек мог попасть в канализацию для осмотра, очистки и выполнения различных других задач по техническому обслуживанию. Люк снабжен прочной съёмной крышкой, выдерживающей транспортные нагрузки [8]. Люки сначала сооружаются до установки канализации. Канализационный колодец может иметь несколько входящих и отходящих патрубков, по которым течет сточная вода. По конструкции трубопроводы имеют пологий уклон, что обеспечивает беспрепятственный сток жидких отходов [9]. В статье предлагается изучить различные параметры: ширину и глубину колодца, соединения входящих и исходящих труб с размерами, уступы с каждой стороны и плиту основания колодца. Глубина колодца рассчитывается по формуле Мэннинга [10]. Для поддержания нижнего течения в низменных районах единогласно строятся насосные станции. Эта архитектура распространяется на города и образует целую сеть канализации. Было предложено множество подходов к управлению и контролю канализационной системы, включая использование камер и установку датчиков в канализационных колодцах. В литературе [11] представлено краткое описание системы, которая отслеживает засоры, возникающие между двумя люками, а также дополнительно фиксирует повышение уровня воды и различных газов, потенциально вредных для человека. Затем система подает сигнал тревоги, предоставляя департаментам здравоохранения критически важные данные. Еще одно недорогое и не требующее особого обслуживания решение в [11] предоставляет основанные на IoT уведомления в реальном времени на станции управления по электронной почте, когда какой-либо люк превышает свои пороговые значения. Был представлен подход к усилению процедур управления сетью сточных вод Департамента водоснабжения Шолхейвена (SW). SW — местный орган управления водными ресурсами в Новом Южном Уэльсе, Австралия. Она одна из первых провела тестирование сетевых возможностей Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) в Австралии [12]. Установлено, что в пределах заданной географической зоны использование протокола LoRaWAN позволяет достичь максимальной дальности передачи до 20 км и видимости до 35 км в городской среде. В этом документе рассматриваются многие важные проблемы, связанные с существующими дренажными системами, включая небрежное обслуживание колодцев, отсутствие карт канализационных сетей в реальном времени, задержку действий в случае серьезного ущерба, при минимальном наличии IT-решений в этой области. Многие муниципальные корпорации [4] имеют карты бассейна Налы только для канализационных линий. Но поскольку это статические карты, без регулярных обновлений базы данных они бесполезны для принятия важных решений. Кроме того, меньше внимания уделяется картам колодцев. Даже при

наличии нескольких IT-решений, сколько из них основаны на датчиках и осуществляют мониторинг в режиме реального времени внутри люков?

Одним из наиболее распространенных способов мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий является установка датчиков на сами люки. Эти датчики могут измерять различные параметры, такие как уровень воды, температура, вибрация и наклон люка. Данные с датчиков передаются по беспроводной сети на центральный сервер или облачную платформу, где они анализируются и используются для принятия решений [25].

Одним из преимуществ таких систем мониторинга является возможность оперативного реагирования на любые изменения состояния канализационных люков. Например, если уровень воды в люке превышает допустимую норму, система может автоматически отправить уведомление на мобильное устройство оператора или принять меры по предотвращению затопления. Также, система может обнаружить неисправность люка, например, его неправильное закрытие или повреждение, и предупредить об этом соответствующие службы для проведения ремонтных работ [20].

Важным аспектом систем мониторинга канализационных люков является обеспечение надежности и долговечности датчиков. Поскольку люки находятся на улицах и подвержены воздействию окружающей среды, датчики должны быть защищены от влаги, пыли, вибрации и механических повреждений. Кроме того, они должны обеспечивать стабильную работу в широком диапазоне температур и условий окружающей среды [33].

Существует несколько вариантов размещения датчиков на канализационных люках. Один из них - установка датчиков внутри люка. В этом случае датчики защищены от внешних воздействий, но их установка может быть сложной и требовать специального оборудования. Другой вариант - установка датчиков на поверхности люка. В этом случае датчики более доступны для установки и обслуживания, но они подвержены воздействию окружающей среды. Выбор между этими вариантами зависит от конкретных условий эксплуатации и требований к системе мониторинга.



Рисунок 1.3 Тип размещения датчиков на люк.

Разработка системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий требует не только установки датчиков, но и разработки программного обеспечения для сбора, анализа и визуализации данных. Это программное обеспечение должно быть надежным, эффективным и удобным в использовании. Оно должно обеспечивать возможность мониторинга состояния канализационных люков в реальном времени, а также анализа и прогнозирования их состояния на основе накопленных данных.

Существует несколько систем мониторинга канализационных люков, основанных на IoT технологиях, которые уже используются в различных городах по всему миру. Например, в городе Сан-Франциско была разработана система мониторинга канализационных люков, которая использует датчики для измерения уровня воды и вибрации в люках. Данные с датчиков передаются на центральный сервер, где они анализируются и используются для определения состояния каждого люка. Если состояние люка требует вмешательства, система автоматически отправляет уведомление на мобильное устройство оператора.

Еще один пример - система мониторинга канализационных люков. В этой системе используются датчики для измерения уровня воды, температуры и наклона люков. Данные с датчиков передаются на облачную платформу, где они анализируются и используются для принятия решений. Система также

предоставляет возможность горожанам сообщать о неисправностях люков через мобильное приложение.

Оба этих примера показывают потенциал IoT технологий в мониторинге канализационных люков и их важность для обеспечения безопасности и эффективности городской инфраструктуры. Однако, несмотря на все преимущества, системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий также имеют свои ограничения и проблемы. Например, датчики могут быть подвержены взлому или повреждению, что может привести к некорректной работе системы. Также, сбор и анализ большого объема данных требует мощных вычислительных ресурсов и может быть сложным и затратным процессом.

В заключение, системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий предоставляют возможность эффективного контроля и управления состоянием городской инфраструктуры. Они позволяют оперативно реагировать на любые изменения состояния люков и предотвращать возможные аварии и повреждения. Однако, разработка и внедрение таких систем требует тщательного анализа требований и выбора подходящих датчиков и программного обеспечения. Также, необходимо учитывать ограничения и проблемы, связанные с использованием IoT технологий, и проводить постоянный мониторинг и обслуживание системы для обеспечения ее надежной и эффективной работы.

2 Проектирование системы мониторинга канализационных люков

2.1 Выбор аппаратного обеспечения для системы мониторинга

Проектирование системы мониторинга канализационных люков является важным этапом в разработке системы, которая позволяет городским службам контролировать состояние и работоспособность канализационных систем. В данном разделе будут рассмотрены основные аспекты проектирования такой системы, а также выбор аппаратного обеспечения для ее реализации.

В предлагаемой системе устройство будет установлено внутри камеры колодца на боковой/вертикальной стене. Устройство внутри колодца будет состоять из микропроцессора, датчика уровня, массива датчиков газа и IMU. Ультразвуковой датчик будет непрерывно записывать измерения уровня сточных вод [13]. Резкие изменения уровней будут одним из параметров, которые помогут вызвать красный флаг. Кроме того, датчик газа H₂S будет постоянно отслеживать наличие газа H₂S, и логическая схема будет улавливать концентрацию, близкую к 100 ppm, для дальнейшего срабатывания оповещения [14]. IMU будет следить за состоянием устройства. Пороговые значения для обнаруженных параметров будут настроены. Если пороговые значения будут превышены, в зависимости от серьезности будут срабатывать оповещения. Установка нескольких таких умных беспроводных устройств в канализационных колодцах определенного участка, подключенных к централизованному шлюзу, приведет к формированию звездообразной сети. Для отслеживания всей сети будет разработана централизованная система мониторинга. Данные со всех периферийных устройств будут направляться на центральный шлюз, который в дальнейшем отправит их в систему централизованного мониторинга. Пользователь может просматривать оповещения, отправленные с устройств, через панель управления веб-приложения. Связь в системе осуществляется с помощью технологии LoRa. LoRa — это технология радиомодуляции для сетей беспроводных локальных сетей в категории сетевых технологий LPWA. LoRaWAN — это сеть (протокол), использующая LoRa. Развернутая в звездообразной топологии сеть на основе открытого протокола LoRaWAN подходит для приложений, которым требуется дальняя или глубокая связь внутри здания между большим количеством устройств, которые имеют низкие требования к энергопотреблению и собирают небольшие объемы данных. LoRa — это радиочастотный сигнал несущей, основанный на физическом (PHY) уровне, который преобразует полученные данные в сигналы. LoRaWAN — это протокол, расположенный на уровне управления доступом к среде передачи (MAC), который продвигает сигналы LoRa на верхние уровни. В нашей системе периферийные устройства с чипами LoRa будут взаимодействовать со шлюзом LoRa. Со шлюза полученные данные будут направлены в облако.

Перед началом проектирования системы мониторинга канализационных люков необходимо определить основные цели и требования к системе. Одной из основных целей является обеспечение непрерывной работы канализационных

систем и своевременное обнаружение возможных проблем. Также важно иметь возможность получать данные о состоянии люков в режиме реального времени, чтобы оперативно реагировать на возникшие проблемы [31].

Для реализации системы мониторинга канализационных люков можно использовать IoT (интернет вещей) технологии. IoT позволяет подключить канализационные люки к сети интернет и получать данные о их состоянии удаленно. Для этого необходимо выбрать подходящее аппаратное обеспечение, которое будет обеспечивать сбор и передачу данных [6].

Одним из основных компонентов системы мониторинга являются датчики, которые устанавливаются на канализационных люках и предназначены для измерения различных параметров. Например, датчики могут измерять уровень сточных вод, температуру, давление и другие параметры, которые могут указывать на возникновение проблем в системе. Для выбора подходящих датчиков необходимо учитывать требования к точности измерений, стоимость и надежность работы [5].

Для передачи данных от датчиков к центральной системе мониторинга можно использовать различные технологии связи. Например, можно использовать беспроводные технологии, такие как Wi-Fi, Bluetooth или Zigbee. Эти технологии позволяют передавать данные на небольшие расстояния и могут быть энергоэффективными. Также можно использовать сотовую связь, которая позволяет передавать данные на большие расстояния, но может быть более затратной.

Для обработки и хранения данных необходимо выбрать подходящее оборудование. В случае использования IoT технологий, данные могут передаваться на удаленный сервер, где они будут обрабатываться и храниться. Для этого можно использовать облачные сервисы, которые позволяют хранить большие объемы данных и обеспечивают высокую доступность. Также можно использовать специализированные серверы, которые будут установлены непосредственно в городских службах.

Кроме того, необходимо учесть вопросы безопасности при выборе аппаратного обеспечения для системы мониторинга. Важно обеспечить защиту данных от несанкционированного доступа и возможность резервного копирования данных. Для этого можно использовать шифрование данных, аутентификацию пользователей и другие методы защиты.

В заключение, проектирование системы мониторинга канализационных люков требует выбора подходящего аппаратного обеспечения. Для этого необходимо определить требования к системе, выбрать подходящие датчики, технологии связи и оборудование для обработки данных. Также важно обеспечить безопасность системы и защиту данных. Все эти аспекты должны быть учтены при разработке системы мониторинга, чтобы обеспечить ее эффективную работу и достижение поставленных целей.

2.2 Разработка архитектуры системы мониторинга

Проектирование системы мониторинга канализационных люков является важным аспектом для городских служб, поскольку позволяет оперативно отслеживать состояние инфраструктуры и предотвращать возможные аварии. В данной работе мы рассмотрим процесс разработки такой системы с использованием IoT технологий.

Перед разработкой системы необходимо провести анализ требований и определить основные функциональные и нефункциональные характеристики, которые должны быть учтены при проектировании. В данном случае, основной целью системы является мониторинг состояния канализационных люков, включая их открытие/закрытие, уровень воды, наличие засоров и другие параметры, которые могут указывать на возможные проблемы в инфраструктуре [7].

При проектировании архитектуры системы мониторинга необходимо учесть следующие аспекты:

1. **Сенсоры и устройства:** для сбора информации о состоянии канализационных люков необходимо использовать специальные сенсоры, которые будут устанавливаться непосредственно на люках. Эти сенсоры должны быть способными измерять различные параметры, такие как открытие/закрытие люка, уровень воды, температура и другие. Для передачи данных с сенсоров на центральный сервер могут использоваться различные коммуникационные протоколы, такие как Wi-Fi, Bluetooth или LoRaWAN [19].

2. **Центральный сервер:** данные, полученные от сенсоров, должны быть переданы на центральный сервер для дальнейшей обработки и анализа. Центральный сервер может быть реализован как облачное решение или как локальный сервер в офисе городских служб. Важно, чтобы сервер имел достаточную мощность и пропускную способность для обработки и хранения большого объема данных [28].

3. **Обработка данных:** на центральном сервере необходимо реализовать алгоритмы обработки данных, которые позволят анализировать полученную информацию и выявлять возможные проблемы. Например, можно разработать алгоритм, который будет автоматически определять засоры в канализационных люках на основе данных о уровне воды и других параметров. Также можно реализовать систему оповещения, которая будет отправлять уведомления городским службам в случае обнаружения проблемы.

4. **Визуализация данных:** для удобного отображения и анализа данных необходимо разработать пользовательский интерфейс, который позволит городским службам просматривать информацию о состоянии канализационных люков. Возможно, будет полезно предоставить картографическое представление, на котором будут отображаться все канализационные люки с указанием их состояния.

5. **Интеграция с существующей инфраструктурой:** при проектировании системы необходимо учитывать возможность интеграции с уже существующей

инфраструктурой города. Например, можно использовать уже установленные Wi-Fi точки доступа для передачи данных от сенсоров на центральный сервер. Также возможна интеграция с системами управления городскими службами, что позволит автоматически генерировать заявки на ремонт или обслуживание канализационных люков.

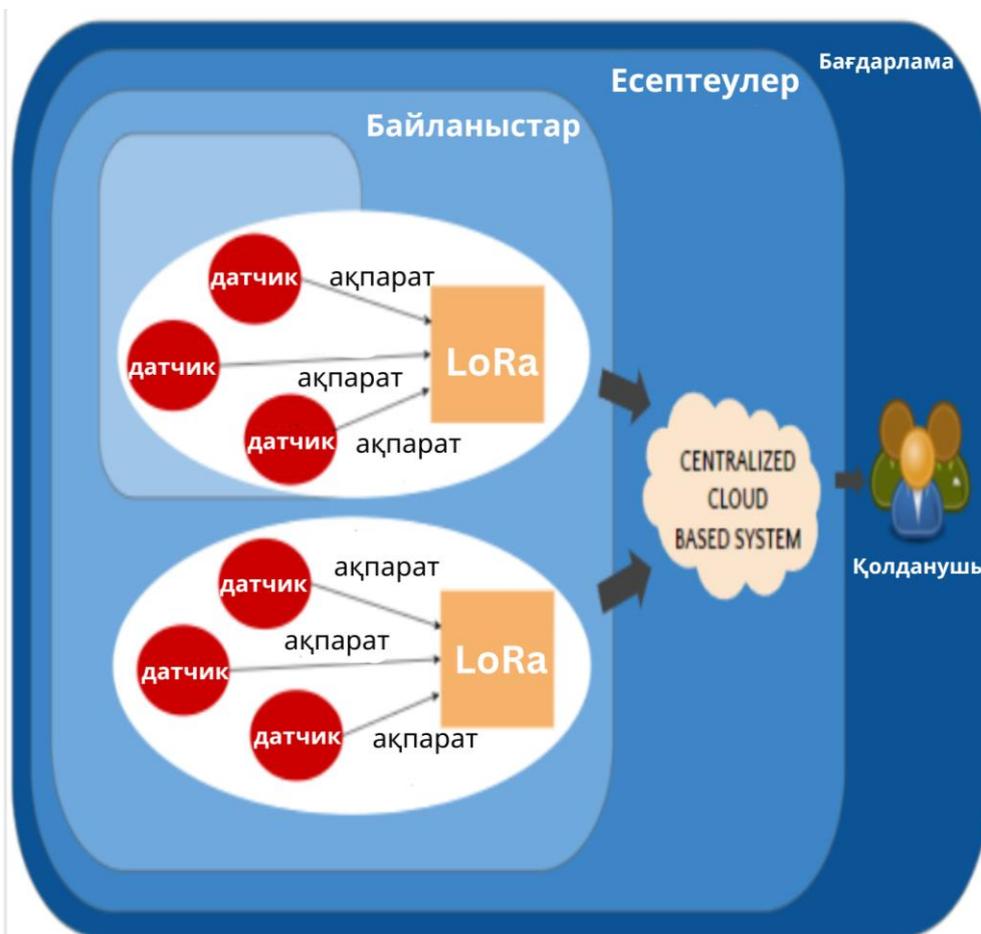


Рисунок 2.1 - Многоуровневая архитектура

На рисунке 4 изображена предлагаемая архитектура, состоящая из трех уровней: физического, коммуникационного и прикладного. Первый уровень состоит из нескольких сенсорных узлов, которые отслеживают различные параметры, такие как уровни сточных вод, концентрации метана и сероводорода, координаты GPS для определения местоположения люка, координаты акселерометра и гироскопа от IMU для мониторинга устройства и отправки предупреждений в случае нестабильности устройства. или смещены. Коммуникационный уровень отвечает за подключение нескольких сенсорных узлов к сети и обеспечивает среду, по которой данные обрабатываются и передаются/принимаются. Сенсорные узлы обмениваются данными со шлюзом с использованием протоколов LoRa. Шлюз действует как контроллер, и все сенсорные узлы подключены к шлюзу, что образует звездообразную топологию. Уровень приложений обеспечивает интерфейс между конечными устройствами и сетью. Этот уровень отвечает за обработку, визуализацию и анализ данных.

Беспроводные сенсорные сети (WSN) уже используются в системах мониторинга подземного дренажа. Беспроводная сенсорная сеть состоит из сенсорных узлов, сети связи и облачного хранилища. Для изучения данных и анализа результатов дополнительно разработан веб-интерфейс. Сенсорные узлы собирают необходимые параметры, обрабатываемые бортовым компьютером, который через сеть связи передает данные в централизованную систему.

Ультразвуковые датчики хорошо известны своей надежной работой в пыльных и суровых условиях или там, где главной целью является точное обнаружение. На них не влияют цвет цели, шум или грязь, и они эффективны при обнаружении и мониторинге объектов. Ультразвуковые датчики неинтрузивны и не требуют физического контакта с целью. Ультразвуковой датчик состоит из передатчика и приемника, который способен передавать и принимать ультразвуковой звук. Он производит короткие, часто повторяющиеся звуковые сокращения сердца со стандартными интервалами [15]. Он обнаруживает пространство, передавая ультразвуковую волну, которая распространяется по воздуху и, когда ей препятствует какой-либо материал, она отражается обратно на датчик приемника. Расстояние между целью и датчиком рассчитывается на основе временного диапазона, начиная с излучаемого сигнала до принимаемого эха [16]. Дальность измерения этих датчиков составляет до нескольких метров. С помощью этого датчика можно оценить изменение уровня воды. Ультразвуковые датчики имеют множество применений, таких как навигация роботов, измерение скорости воздушного потока, обнаружение столкновений, обнаружение транспортных средств в барьерных системах, измерение уровня и т. д.

Газовые датчики измеряют концентрацию вредных газов, присутствующих в окружающей среде. Датчики состоят из небольшого нагревателя внутри и электрохимического датчика, который измеряет различные концентрации газа. В зависимости от обнаруженной концентрации датчик газа создает соответствующую разность потенциалов, изменяя сопротивление материала внутри датчика, которое можно оценить как выходное напряжение [16]. По этому значению напряжения можно оценить тип и группу газа. Датчики такого типа могут распознавать различные газы, в нашем случае сероводород и метан, присутствующие в канализационных отверстиях. Концентрация сероводорода внутри люков колеблется от 2 частей на миллион до высоких концентраций, достигающих 100 частей на миллион. Газ сероводород может быть токсичным даже в низких концентрациях и может быть смертельным. Газ H_2S при определенных условиях может превращаться в серную кислоту, которая разъедает бетон и сталь. [18]

Единица инерциального измерения — это единица, которая определяет физическое направление устройства по трем осям: 3 оси гироскопа, 3 оси акселерометра, 3 оси магнитометра, что в общей сложности дает 9 степеней свободы. Эти датчики используются для отслеживания и анализа движения. Акселерометры оценивают направление и скорость изменения скорости. Гироскопы измеряют угловую скорость. Магнитометр определяет направление

гаджета на основе магнитного поля Земли. Он измеряет местоположение устройства в трехмерном пространстве, предоставляя информацию о направлении, положении, скорости и курсе развития в данный момент времени в пространстве с использованием IMU [19]. Эти датчики обычно используются в навигации роботов.

LoRa (дальний радиус действия) — это протокол сетевого уровня, в котором используется метод модуляции с расширенным спектром, полученный на основе технологии расширения спектра с частотной модуляцией (CSS). Для связи он использует нелицензионные диапазоны частот 433 МГц и 868 МГц. Они очень предпочтительны при передаче на большие расстояния до 15 км/сек. Устройства, способные адаптировать технологию LoRa и подключаться к открытому протоколу LoRaWAN, позволяют использовать интеллектуальные приложения IoT, которые могут решить некоторые серьезные проблемы: управление энергопотреблением, истощение природных ресурсов, контроль загрязнения, неэффективность инфраструктуры. Это протокол сетевого уровня, который предназначен для приложений с низкой скоростью передачи данных, но с большим радиусом действия и низким энергопотреблением. Связь между конечным узлом и шлюзом является двунаправленной, что позволяет конечному узлу получать данные от шлюза. Благодаря своей уникальной модуляции LoRa является эффективной технологией, которую можно адаптировать к различным типам сред и классам приложений [20]. Сама технология LoRa включает в себя функции GSM и GPS. Учитывая условия колодца, LoRa лучше всего подходит для проникновения через бетонные крышки. В предлагаемой системе микропроцессорный блок (MCU) записывает собранные данные для передачи на коммуникационные узлы посредством беспроводной однонаправленной радиочастотной связи. Чтобы обеспечить энергетическую автономность, сенсорные узлы будут иметь минимальное энергопотребление и быть максимально простыми. Таблица 1 наглядно показывает, насколько скорость потока данных, дальность действия, энергопотребление и частота будут соответствовать нашим требованиям.

Таблица 2.1 – Сравнение протоколов Интернета вещей

Отличия	Wi-Fi	ZigBee	LoRa	4G/5G
Скорость передачи	10-100+ Мбс	20-50 Кбс	30-50 Кбс	200 Мбс
Дальность	100 км	10-100 км	100 км	Несколько км
Энерго потребление	Средняя	Низкая	Низкая	Средняя
Частота	2,4-5 ГГц	2,4 ГГц	Суб ГГц	Сотовые диапазоны
Стоимость	Дешево	Средняя	Средняя	Дорогая

ThingSpeak — это IoT-приложение с открытым исходным кодом и API для хранения и извлечения данных из вещей через Интернет или локальную сеть с использованием протоколов HTTP и MQTT. Используя MQTT, данные датчиков

пересылаются на сервер thingspeak. MQTT публикует данные датчиков на канал thingspeak. Он визуализирует данные в режиме реального времени. Использование MATLABit позволяет анализировать данные. В целях прототипирования система использует облако Thingspeak для визуализации данных. В реальной реализации автор предлагает использовать Google Cloud Platform (GCP). IoT Core от GCP — это полностью управляемый сервис, который позволяет легко подключаться, управлять и извлекать данные с миллионов устройств, распределенных по всему миру. В сочетании с другими сервисами GCP IoT Core предоставляет комплексное решение для сбора, обработки, анализа и визуализации данных Интернета вещей в режиме реального времени для повышения операционной эффективности. Данные датчиков в реальном времени будут передаваться в облачный Pub/Sub через шлюз. Google Cloud Pub/Sub — это асинхронная по своей природе функция обмена сообщениями, которая позволяет обмениваться сообщениями между автономными приложениями. Эти сообщения затем импортируются с помощью Google BigQuery для хранения и визуализации данных.

Систему можно хорошо сопоставить с архитектурой Интернета вещей 5-го уровня, и ее можно объяснить путем изучения различных протоколов Интернета вещей, используемых на разных уровнях. Несколько сенсорных устройств (конечные узлы) вместе со шлюзом LoRa (узлом-координатором) составляют основу архитектуры IoT уровня 5. Связь между конечным устройством и шлюзом осуществляется через LoRa. Данные, собранные с конечных узлов, будут отправлены в облако через узел-координатор через 4G. Данные хранятся и анализируются в облаке, а приложение основано на облаке. Создание облачных приложений поможет в управлении большими данными. На каждом уровне доступен широкий спектр протоколов. На уровне приложений подписка на данные с устройств осуществляется по протоколу MQTT. Архитектура MQTT содержит три компонента. Издатель, брокер и подписчик [21]. Шлюз будет действовать как MQTT-брокер. Централизованная система регистрируется на ней как подписчик, чтобы получать уведомления, когда устройства издателя публикуют его темы через брокера. Издатель передает информацию подписчикам через брокера. Протокол управления передачей (TCP) в основном используется на транспортном уровне. Он обеспечивает ведение журнала переданных пакетов и заботится о повторной передаче потерянных пакетов, сохраняя при этом постоянный контроль потока. Но для такой встраиваемой системы TCP может оказаться излишним. Таким образом, UDP можно рассматривать как лучший вариант в этом случае для передачи данных, поскольку он не тратит впустую служебное пространство. Протокол сетевого уровня 6LoWPAN и протокол канального уровня 802.15.4-LR-WPAN лучше всего подходят для технологии LoRa.

Важным аспектом проектирования системы мониторинга является обеспечение безопасности данных. Поскольку система будет собирать и передавать большое количество информации, необходимо применить соответствующие меры для защиты данных от несанкционированного доступа и

взлома. Это может включать в себя использование шифрования данных, аутентификацию и авторизацию пользователей, а также мониторинг системы на предмет возможных атак.

В заключение, проектирование системы мониторинга канализационных люков с применением IoT технологий является сложным и многогранным процессом, который требует учета множества факторов. Однако, правильно спроектированная система позволит городским службам оперативно реагировать на возможные проблемы и повысить эффективность обслуживания инфраструктуры.

2.3 Разработка программного обеспечения для сбора и анализа данных

Проектирование системы мониторинга канализационных люков является важной задачей для городских служб, поскольку позволяет обеспечить надежную и эффективную работу канализационной системы. В данной работе будет рассмотрено проектирование системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий, а также разработка программного обеспечения для сбора и анализа данных.

Первоначально необходимо определить основные требования к системе мониторинга канализационных люков. Важными факторами являются надежность, точность и скорость сбора данных, а также возможность их удаленного мониторинга и анализа. Также необходимо учесть возможность интеграции с другими системами управления и мониторинга, такими как система управления канализационной сетью [15].

Для реализации системы мониторинга канализационных люков будет использовано IoT (Internet of Things) оборудование. Это позволит подключить каждый люк к сети Интернет и обеспечить удаленный мониторинг и управление. В качестве основного устройства для сбора данных будет использовано специальное IoT устройство, установленное внутри каждого люка. Это устройство будет оснащено датчиками для измерения различных параметров, таких как уровень сточных вод, температура, давление и т.д. Собранные данные будут передаваться по сети Интернет на центральный сервер для дальнейшего анализа [2].

Для обеспечения надежности и отказоустойчивости системы, каждое IoT устройство будет иметь возможность работать от резервного источника питания, такого как аккумулятор или солнечная батарея. Это позволит продолжать сбор данных даже при отключении основного источника питания. Также будут предусмотрены механизмы самодиагностики и автоматического оповещения о неисправностях, чтобы оперативно реагировать на возможные проблемы [27].

Для сбора и анализа данных будет разработано программное обеспечение, которое будет работать на центральном сервере. Это программное обеспечение будет отвечать за прием и хранение данных от каждого IoT устройства, а также за их анализ и визуализацию. Для хранения данных будет использоваться база

данных, которая позволит эффективно хранить и обрабатывать большие объемы информации. Для анализа данных будут использоваться различные алгоритмы и методы, такие как статистический анализ, машинное обучение и прогнозирование. Это позволит выявлять аномалии и предсказывать возможные проблемы в работе канализационной системы.

Чтобы разработать систему мониторинга канализационных люков с использованием технологий IoT с помощью Arduino, вам необходимо учитывать следующие компоненты:

1. Плата Arduino (например, Arduino Uno или Arduino Nano)
2. Датчики
3. GSM-модуль для SMS-связи.
4. Сайт для визуализации данных

```
#include <SoftwareSerial.h>
const int waterSensorPin = A0; // Пин для датчика уровня воды
const int gasSensorPin = A1; // Пин для датчика газа
const int temperatureSensorPin = A2; // Пин для датчика температуры
const int threshold = 500; // Пороговое значение для срабатывания датчиков
(настраивается по необходимости)

SoftwareSerial gsm(7, 8); // RX, TX для модуля GSM
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Инициализация последовательного порта для мониторинга
  gsm.begin(9600); // Инициализация последовательного порта для GSM модуля
}
void loop() {
  int waterLevel = analogRead(waterSensorPin); // Считывание значения с датчика уровня
  воды
  int gasLevel = analogRead(gasSensorPin); // Считывание значения с датчика газа
  int temperature = analogRead(temperatureSensorPin); // Считывание значения с датчика
  температуры
  if (waterLevel > threshold || gasLevel > threshold || temperature > threshold) {
    sendSMS("Alert: Sewer manhole condition abnormal!"); // Отправка SMS-сообщения о
    нештатной ситуации
  }
  delay(1000); // Задержка для стабильности
}
void sendSMS(String message) {
  gsm.println("AT+CMGF=1"); // Установка режима SMS на текстовый
  delay(100);
  gsm.println("AT+CMGS=\"" + 1234567890 + "\""); // Номер получателя SMS
  delay(100);
  gsm.println(message); // Содержание SMS
  delay(100);
  gsm.println((char)26); // Конец сообщения
  delay(100);
}
```

Рисунок 2.2 - Код Ардуино

Для отправки SMS-сообщений нам понадобится модуль GSM, подключенный к вашему Arduino. Приведенный выше код Arduino включает функцию sendSMS, которая отправляет SMS на указанный номер телефона.



Рисунок 2.3 - GSM модуль в нашем проекте

На веб-сайте вы можете использовать HTML, CSS и JavaScript, чтобы создать простую панель мониторинга для отображения данных датчиков. Вы можете использовать AJAX для получения данных из Arduino и обновления информационной панели в режиме реального времени. Вот базовый пример:

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>Sewer Manhole Monitoring</title> <!-- Заголовок страницы -->
  <script src="https://code.jquery.com/jquery-3.6.0.min.js"></script> <!-- Подключение
библиотеки jQuery -->
</head>
<body>
  <h1>Sewer Manhole Monitoring System</h1> <!-- Заголовок страницы -->
  <div id="data"></div> <!-- Область для отображения данных -->

  <script>
    $(document).ready(function() { // Ждем, пока документ загрузится
      setInterval(function() { // Устанавливаем интервал для обновления данных
        $.get("/getData", function(data) { // Отправляем запрос на сервер для получения данных
          $("#data").text(data); // Обновляем содержимое области с данными
        });
      }, 1000); // Обновление каждую секунду
    });
  </script>
</body>
</html>

```

Этот веб-сайт будет постоянно получать данные от Arduino (при условии, что на нем запущен веб-сервер для обработки запроса `/getData`) и отображать их на веб-странице.

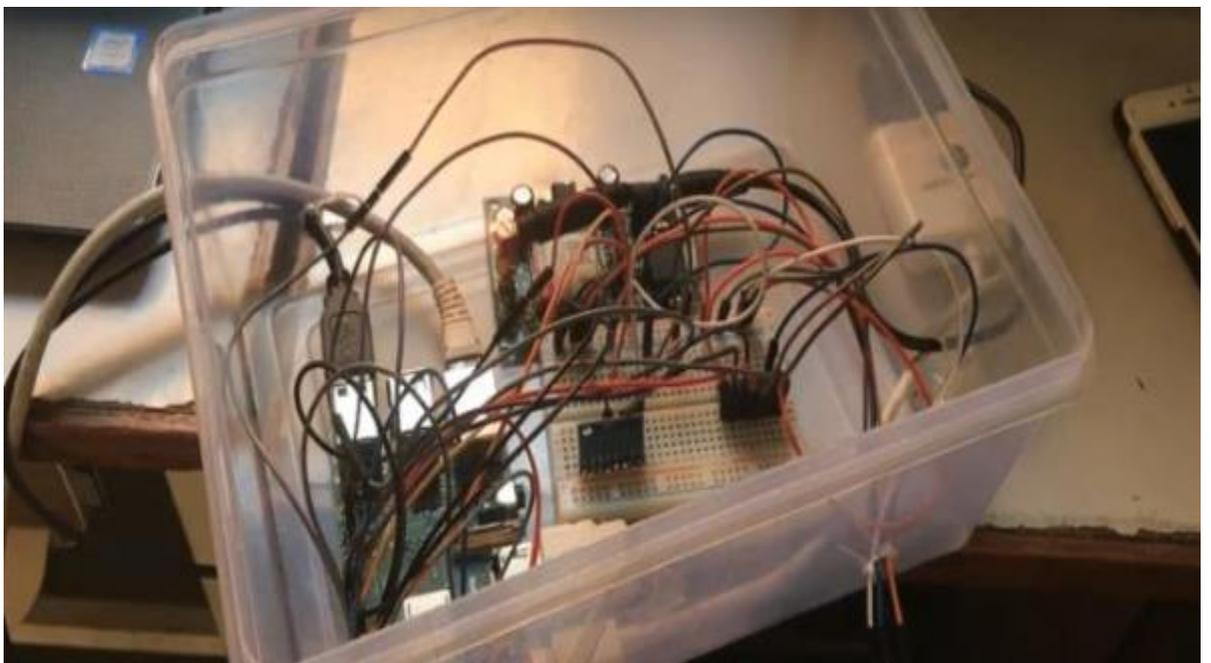


Рисунок 2.4 - Наш проект

На изображении выше показан реализованный прототип с использованием Raspberry Pi. Эта демонстрация прототипа была проведена путем моделирования

камеры люка. Показания уровня воды измерялись в сантиметрах. Ультразвуковой датчик -HC-SR04, датчик метана -MQ4, блок инерциальных измерений -MPU6050 и модуль GSM SIM800A сопряжены с Raspberry Pi. Ноутбук настроен как шлюз между Raspberry Pi и облаком.

```
Connection Accepted..
From Address X.X.X.X receive data : {"device" : ".ultra_sensor.py"}
Sending Telemetry event for device .ultra_sensor.py
Publishing message to topic /devices/.ultra_sensor.py/events
'distance = 19.20'
'distance = 19.12'
'distance = 18.61'
'distance = 18.39'
'distance = 17.84'
'distance = 17.57'
'distance = 16.83'
Moderate Level Alert Sent
```

Рисунок 2.5 - Получение данны с датчиков через технологию облако

На рисунке 7 показан снимок телеметрических данных шлюза. Конкретный экземпляр передачи данных состоит из адреса интернет-протокола (IP) исходного узла, спецификации устройства и фактических показаний данных. В целях прототипирования функции LoRa обмена сообщениями и позиционирования в реальном времени были реализованы с использованием недорогого модуля GSM. При превышении пороговых значений параметров на мобильный телефон чиновника через GSM-модуль отправляется SMS-оповещение. Предупреждения о критическом и умеренном уровне будут отправлены администратору согласно. На рисунке 9 показана веб-панель управления системой в реальном времени. Она состоит из графиков для ультразвукового датчика с точками данных, такими как различные показания расстояния, концентрации уровня газа внутри люка для датчика газа и стабильности. координаты в случае IDU. Это поможет нам отслеживать все параметры конкретного устройства. Можно получить обзор всей сети, посмотрев на карту фактического сайта. Карта на рисунке 7 составлена путем нанесения фактических точек данных, собранных из наборов данных о канализационных трубопроводах и люках в Поваи, Мумбаи. Каждая синяя точка, представленная на карте, представляет собой люк, а темная линия между двумя точками — это

канализационный трубопровод, соединяющий два люка. Интерактивная карта позволяет администратору получить обзор всей территории. Система будет отображать на картах визуальные оповещения о сбое узла, низком заряде батареи или проблемах с устройством.

Существующие системы требуют большого количества ручных вмешательств, которые можно устранить с помощью интеллектуальных решений для канализационных систем, которые будут более выгодными с точки зрения более эффективного и основанного на данных принятия решений.



Рисунок 2.6 - Панель управления IoT технологией

Это также позволит избежать серьезного ущерба и поможет быстро выявить потенциальные риски на ранних стадиях. Внедрение этой системы на реальном объекте может помочь собрать данные, которые будут полезны при калибровке устройства. Ожидается, что результаты этого исследования будут

способствовать дальнейшему развитию и производству высокомасштабируемых и отказоустойчивых устройств. Основная цель – предоставление заинтересованным сторонам возможности проводить профилактическое обслуживание канализационной инфраструктуры – достигнута.

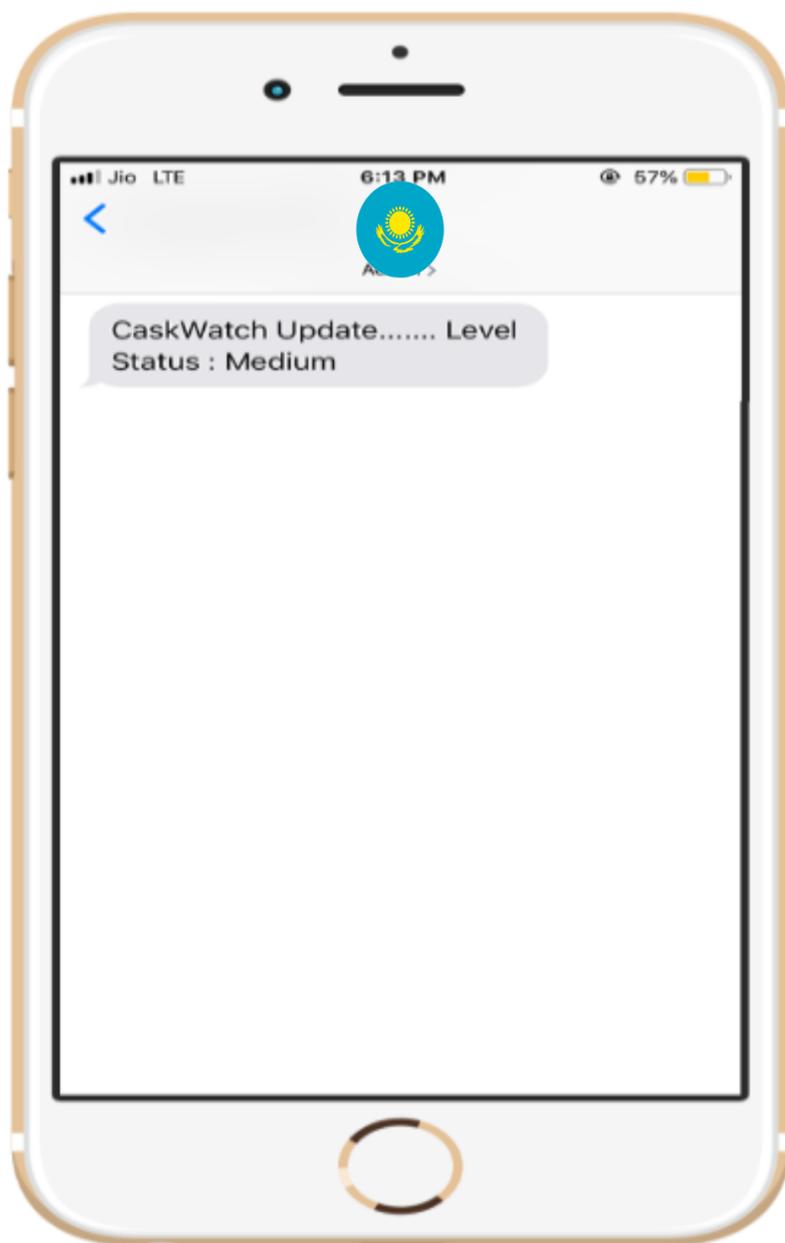


Рисунок 2.7 - Смс уведомления

С помощью динамических геопространственных карт мониторинг сети колодцев стал проще. Таким образом достигается достижение цели обеспечения более чистого и безопасного места жизни людей.

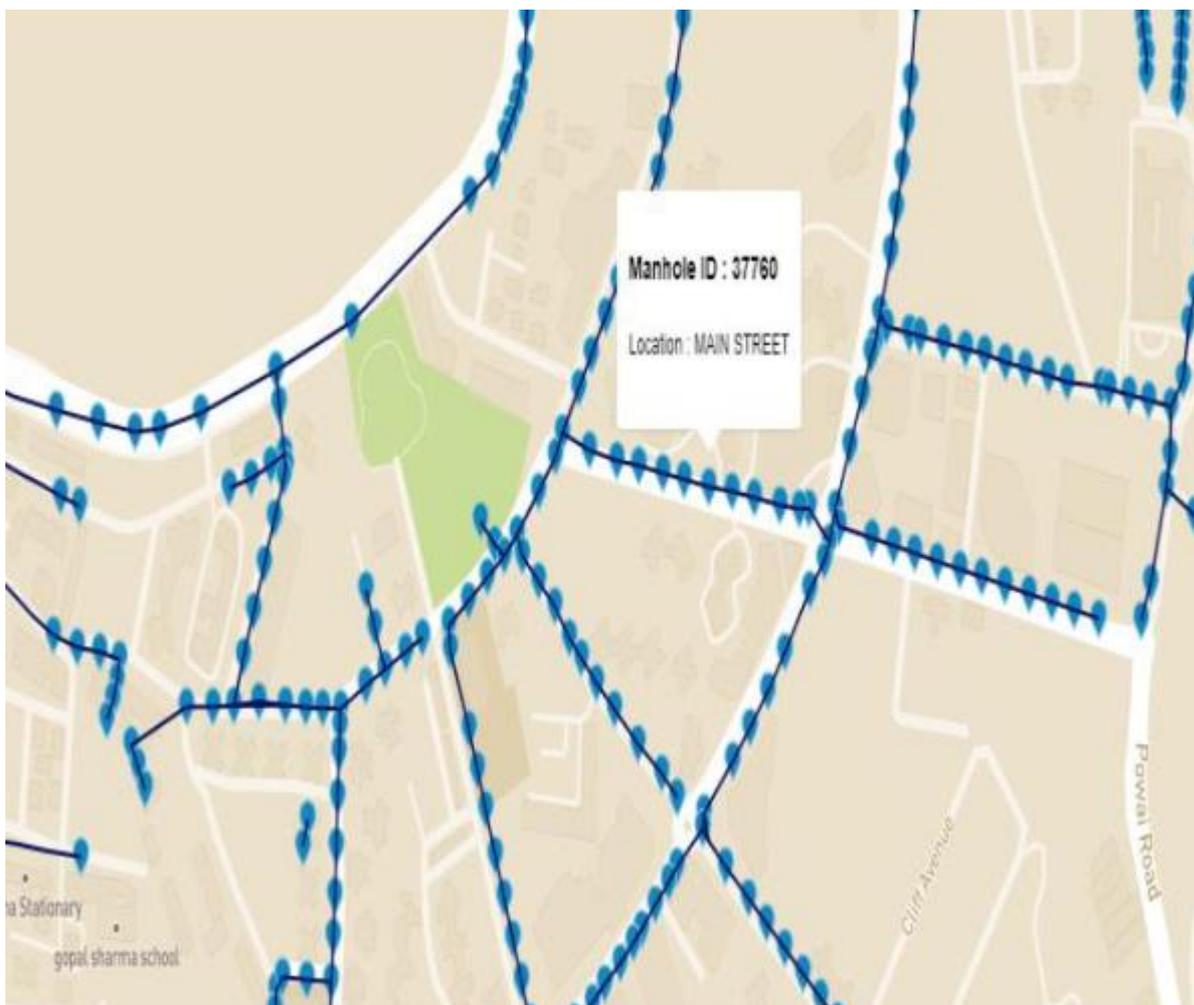


Рисунок 2.8 - Карта люков и канализационных линий

Одним из важных аспектов системы мониторинга канализационных люков является возможность удаленного мониторинга и управления. Для этого будет разработано веб-приложение, которое позволит операторам системы просматривать данные, получать уведомления о возможных проблемах и принимать соответствующие меры. Веб-приложение будет иметь интуитивно понятный интерфейс, который позволит операторам быстро и эффективно управлять системой.

В заключение, проектирование системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий является важной задачей для обеспечения надежной и эффективной работы канализационной системы. Разработка программного обеспечения для сбора и анализа данных позволит оперативно реагировать на возможные проблемы и предотвращать аварийные ситуации. Использование IoT устройств и удаленного мониторинга позволит снизить затраты на обслуживание и повысить качество обслуживания канализационной системы.

3 Реализация системы мониторинга канализационных люков

3.1 Установка и настройка датчиков на канализационных люках

Реализация системы мониторинга канализационных люков является важной задачей для городских служб, поскольку позволяет контролировать состояние и работоспособность инфраструктуры города. В данной работе предлагается разработка такой системы с использованием IoT технологий, что позволит собирать и анализировать данные о состоянии канализационных люков в режиме реального времени.

Установка и настройка датчиков на канализационных люках является одним из ключевых этапов разработки системы мониторинга. Датчики должны быть размещены на каждом канализационном люке, чтобы обеспечить полное покрытие всей инфраструктуры города. Для этого необходимо провести предварительное исследование и определить оптимальное количество датчиков для установки [18].

При выборе датчиков необходимо учитывать их технические характеристики, такие как дальность действия, точность измерений, устойчивость к внешним воздействиям (например, влаге и пыли), а также возможность передачи данных по беспроводной сети. Важно выбрать датчики, которые обладают достаточной надежностью и долговечностью, чтобы минимизировать затраты на их замену и обслуживание [29].

После выбора датчиков необходимо приступить к их установке на канализационные люки. Для этого требуется провести подготовительные работы, такие как очистка и обработка поверхности канализационных люков, чтобы обеспечить надежное крепление датчиков. Далее необходимо установить датчики на канализационные люки с помощью специальных крепежных элементов, которые обеспечивают надежную фиксацию и защиту от внешних воздействий [30].

После установки датчиков необходимо приступить к их настройке. Этот процесс включает в себя настройку параметров датчиков, таких как чувствительность, интервал измерений, пороговые значения и другие. Настройка датчиков должна быть проведена с учетом особенностей каждого конкретного канализационного люка, чтобы обеспечить максимальную эффективность системы мониторинга.

После установки и настройки датчиков необходимо проверить их работоспособность. Для этого рекомендуется провести тестовые измерения и сравнить полученные данные с эталонными значениями. Если данные датчиков соответствуют ожидаемым результатам, то можно считать установку и настройку датчиков выполненными.

Важным аспектом установки и настройки датчиков на канализационных люках является обеспечение их безопасности. Датчики должны быть защищены от внешних воздействий, таких как удары, влага и пыль, чтобы обеспечить их надежную работу в течение длительного времени. Для этого рекомендуется

использовать специальные защитные кожухи или корпуса, которые обеспечивают надежную защиту датчиков.

Также необходимо предусмотреть систему резервного питания, чтобы обеспечить непрерывную работу датчиков в случае отключения основного источника питания. Для этого можно использовать аккумуляторы или солнечные батареи, которые обеспечат независимое питание датчиков.

В заключение, установка и настройка датчиков на канализационных люках является важным этапом разработки системы мониторинга. Правильный выбор датчиков, их установка и настройка обеспечивают надежное и эффективное функционирование системы, что позволяет городским службам контролировать состояние и работоспособность канализационных люков в режиме реального времени.

3.2 Создание центральной серверной инфраструктуры для сбора данных

Реализация системы мониторинга канализационных люков является важной задачей для городских служб, поскольку позволяет эффективно контролировать состояние инфраструктуры и оперативно реагировать на возможные проблемы. В данной работе предлагается разработка такой системы с использованием IoT технологий, что позволит значительно улучшить процесс мониторинга и обеспечить более эффективное управление городскими службами.

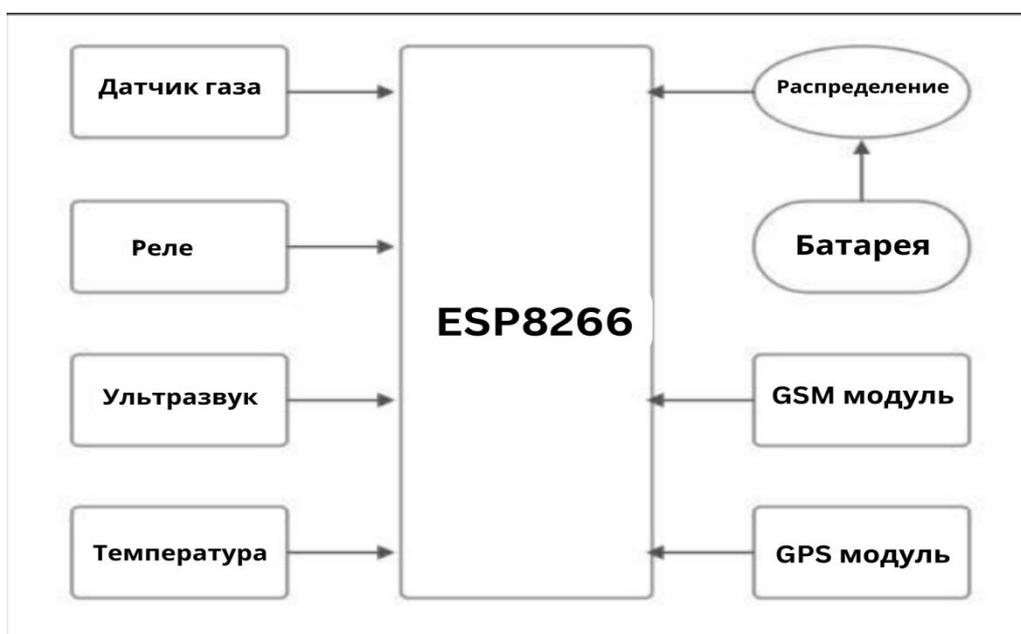


Рисунок 3.1 - Блок схема

Одной из ключевых задач при реализации системы мониторинга канализационных люков является создание центральной серверной

инфраструктуры для сбора данных. Эта инфраструктура должна обеспечивать надежную и безопасную передачу информации с датчиков, установленных на люках, на сервер для последующего анализа и принятия решений [10].

Для обеспечения сбора данных с датчиков необходимо разработать специальное программное обеспечение, которое будет установлено на сервере. Это программное обеспечение должно обеспечивать сбор информации с датчиков, их агрегацию и хранение в базе данных, а также предоставлять возможность анализа полученных данных и принятия решений на основе этого анализа [26].

Для обеспечения надежной передачи данных с датчиков на сервер необходимо использовать сетевые протоколы, которые обеспечат безопасность и целостность передачи данных. Например, можно использовать протокол MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), который является одним из наиболее распространенных протоколов для передачи данных IoT устройств. Этот протокол обеспечивает надежную доставку сообщений и поддерживает шифрование данных для обеспечения безопасности передачи.

Для обеспечения безопасности серверной инфраструктуры необходимо использовать различные меры защиты. Например, можно использовать механизм аутентификации и авторизации, чтобы обеспечить доступ только авторизованным пользователям. Также можно использовать шифрование данных, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к информации.

Одним из важных аспектов при создании центральной серверной инфраструктуры является масштабируемость. Система мониторинга канализационных люков может включать большое количество датчиков, расположенных на разных участках города. Поэтому серверная инфраструктура должна быть способна обрабатывать большое количество данных и масштабироваться при необходимости.

Для обеспечения масштабируемости можно использовать облачные технологии. Например, можно разместить серверную инфраструктуру в облаке, что позволит легко масштабировать ресурсы при необходимости. Также можно использовать специальные сервисы для обработки и анализа данных, которые предоставляются облачными провайдерами.

Важным аспектом при разработке центральной серверной инфраструктуры является выбор аппаратного обеспечения. Сервер должен обладать достаточной производительностью для обработки большого количества данных и должен быть надежным для обеспечения непрерывной работы системы. Также необходимо учесть возможность расширения серверной инфраструктуры при необходимости.

Таким образом, создание центральной серверной инфраструктуры для сбора данных является важным этапом при реализации системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий. Эта инфраструктура должна обеспечивать надежную и безопасную передачу данных с датчиков на сервер, а также обеспечивать их хранение и анализ. Она должна быть масштабируемой и надежной, а также должна быть способна обрабатывать

большое количество данных. Выбор аппаратного и программного обеспечения, а также использование сетевых протоколов и мер защиты данных являются важными аспектами при разработке такой инфраструктуры.

3.3 Разработка пользовательского интерфейса для отображения данных

Реализация системы мониторинга канализационных люков является важным шагом в современной городской инфраструктуре. Канализационные люки играют ключевую роль в поддержании безопасности и комфорта городской жизни, поэтому их состояние требует постоянного контроля и обслуживания. В данной работе будет рассмотрена разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT (Internet of Things) технологий.

Целью данной работы является создание системы, которая позволит городским службам эффективно контролировать состояние канализационных люков, а также оперативно реагировать на возникающие проблемы. Для достижения этой цели необходимо разработать пользовательский интерфейс, который будет отображать данные о состоянии люков и предоставлять возможность управления системой [12]

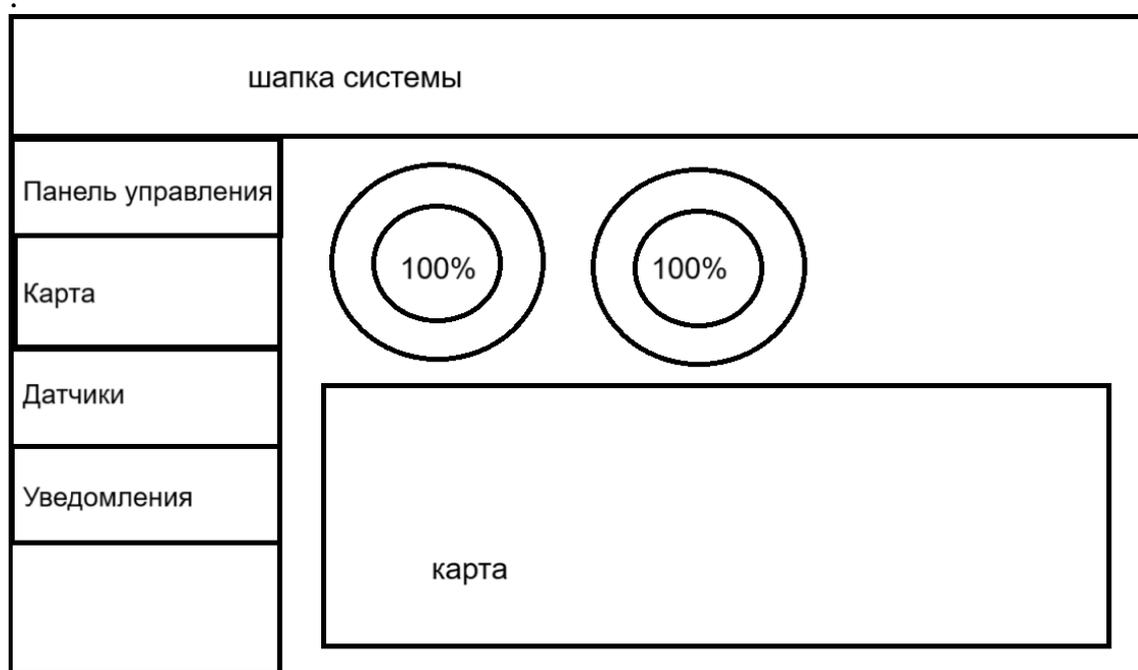


Рисунок 3.2 - Панель управления эскиз интерфейса

Первым шагом в разработке системы мониторинга канализационных люков является выбор и установка необходимых датчиков. Датчики должны быть способными измерять различные параметры состояния люков, такие как уровень воды, температура, давление и прочность. Для этого могут

использоваться различные типы датчиков, включая ультразвуковые, давления и температуры [34].

После установки датчиков необходимо настроить их связь с центральным сервером. Для этого можно использовать беспроводные технологии, такие как Wi-Fi или Bluetooth, чтобы обеспечить бесперебойную передачу данных. Датчики должны регулярно отправлять данные о состоянии люков на сервер для дальнейшей обработки и анализа [23].

Одним из ключевых элементов системы мониторинга канализационных люков является центральный сервер, который будет обрабатывать и анализировать данные от датчиков. Сервер должен быть способен принимать данные от множества датчиков одновременно и сохранять их в базу данных для дальнейшего использования. Кроме того, сервер должен предоставлять API (Application Programming Interface) для взаимодействия с пользовательским интерфейсом.

Пользовательский интерфейс является важной частью системы мониторинга канализационных люков, так как он предоставляет пользователю информацию о состоянии люков и позволяет управлять системой. Для разработки пользовательского интерфейса можно использовать различные технологии и инструменты, такие как HTML, CSS, JavaScript и фреймворки для веб-разработки.

Основные функциональные возможности пользовательского интерфейса должны включать отображение данных о состоянии люков в режиме реального времени, графическое представление данных, возможность фильтрации и сортировки данных, а также управление системой, например, отправка команд на открытие или закрытие люка.

Для отображения данных о состоянии люков в режиме реального времени можно использовать графики или таблицы. Графики позволяют наглядно представить изменение параметров состояния люков со временем, что помогает операторам системы быстро обнаружить аномалии или проблемы. Таблицы, с другой стороны, предоставляют более подробную информацию о каждом люке, такую как его идентификатор, координаты и текущее состояние.

Для удобства использования системы пользовательский интерфейс должен предоставлять возможность фильтрации и сортировки данных. Например, операторы системы могут захотеть отобразить только люки определенного района или только те люки, уровень воды в которых превышает заданный порог. Фильтрация и сортировка данных позволяют операторам быстро найти нужную информацию и принять соответствующие меры.

Кроме отображения данных о состоянии люков, пользовательский интерфейс должен также предоставлять возможность управления системой. Например, операторы системы могут отправлять команды на открытие или закрытие люка, чтобы провести его обслуживание или ремонт. Для этого можно использовать кнопки или переключатели, которые позволяют операторам управлять состоянием люков.

В заключение, разработка пользовательского интерфейса для отображения данных системы мониторинга канализационных люков является важным шагом в создании эффективной и удобной системы. Пользовательский интерфейс должен предоставлять операторам системы информацию о состоянии люков в режиме реального времени, а также возможность управления системой. Для достижения этой цели можно использовать различные технологии и инструменты, такие как HTML, CSS, JavaScript и фреймворки для веб-разработки.

4 Анализ и оценка эффективности системы мониторинга

4.1 Сравнение полученных данных с ожидаемыми значениями

Анализ и оценка эффективности системы мониторинга играют важную роль в разработке и внедрении системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий. Они позволяют определить, насколько успешно система выполняет свои функции и достигает поставленных целей. В данном разделе мы рассмотрим основные этапы анализа и оценки эффективности системы мониторинга, а также проведем сравнение полученных данных с ожидаемыми значениями.

Первым этапом анализа эффективности системы мониторинга является определение целей и задач, которые она должна решать. В случае системы мониторинга канализационных люков городских служб, основной целью является обеспечение надежного и эффективного контроля состояния люков, что позволит оперативно реагировать на возможные проблемы и предотвращать аварийные ситуации. Задачами системы мониторинга могут быть определение уровня заполнения люка, контроль за его целостностью и отслеживание изменений в окружающей среде [11].

Для оценки эффективности системы мониторинга необходимо определить критерии и показатели, которые позволят оценить ее работу. Критерии эффективности могут включать в себя точность измерений, скорость реакции на изменения, надежность передачи данных и долговечность устройств. Показатели эффективности могут быть выражены в процентах или количественных значениях, например, процент точности измерений или среднее время реакции на изменения [22].

Для проведения анализа эффективности системы мониторинга необходимо собрать данные о ее работе. Это может быть выполнено с помощью специального программного обеспечения, которое собирает и анализирует данные с датчиков, установленных на канализационных люках. Полученные данные могут быть представлены в виде графиков, диаграмм или таблиц, что позволяет наглядно оценить работу системы [1].

Сравнение полученных данных с ожидаемыми значениями является важным этапом анализа эффективности системы мониторинга. Ожидаемые значения могут быть определены на основе предварительных исследований, опыта работы с подобными системами или согласно установленным нормам и требованиям. Сравнение данных позволяет выявить расхождения и аномалии, которые могут указывать на неисправности в системе или на несоответствие ее работы поставленным целям и задачам.

При сравнении полученных данных с ожидаемыми значениями необходимо учитывать возможные факторы, которые могут повлиять на результаты. Например, изменения в окружающей среде, технические проблемы с оборудованием или ошибки в программном обеспечении могут привести к

искажению данных и неправильной оценке эффективности системы мониторинга.

После проведения сравнения данных с ожидаемыми значениями необходимо проанализировать полученные результаты и сделать выводы о работе системы мониторинга. Если полученные значения соответствуют ожидаемым, это может свидетельствовать о высокой эффективности системы и ее соответствии поставленным целям и задачам. В случае расхождений между полученными и ожидаемыми значениями, необходимо идентифицировать причины и принять меры для устранения проблем и улучшения работы системы.

Таким образом, анализ и оценка эффективности системы мониторинга являются важными этапами в разработке и внедрении системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий. Они позволяют определить, насколько успешно система выполняет свои функции и достигает поставленных целей. Сравнение полученных данных с ожидаемыми значениями позволяет выявить расхождения и аномалии, а также принять меры для устранения проблем и улучшения работы системы.

4.2 Оценка надежности и точности системы мониторинга

Анализ и оценка эффективности системы мониторинга являются важными шагами в разработке и внедрении системы мониторинга канализационных люков городских служб с использованием IoT технологий. Эти шаги позволяют определить надежность и точность системы, а также оценить ее способность эффективно выполнять поставленные задачи.

Одним из основных критериев оценки системы мониторинга является ее надежность. Надежность системы определяется ее способностью работать без сбоев и снижения производительности в течение длительного времени. Для оценки надежности системы мониторинга канализационных люков необходимо провести ряд тестов и анализов [13].

Первым шагом в оценке надежности системы мониторинга является тестирование оборудования, используемого в системе. Это включает в себя проверку работоспособности датчиков, передатчиков и других устройств, а также оценку их долговечности и стабильности работы. Важно также оценить совместимость оборудования с другими компонентами системы и его способность к работе в различных условиях, таких как погодные условия или изменения в окружающей среде [14].

Вторым шагом в оценке надежности системы мониторинга является анализ программного обеспечения. Программное обеспечение играет ключевую роль в работе системы мониторинга, поэтому его надежность и стабильность являются важными аспектами. В процессе анализа программного обеспечения необходимо проверить его работоспособность, отследить возможные ошибки и сбои, а также оценить его способность к масштабированию и обновлению [9].

Третьим шагом в оценке надежности системы мониторинга является анализ сетевой инфраструктуры. Сетевая инфраструктура играет важную роль в передаче данных между устройствами системы мониторинга, поэтому ее надежность и стабильность также являются ключевыми аспектами. В процессе анализа сетевой инфраструктуры необходимо проверить ее пропускную способность, задержку и надежность передачи данных, а также оценить ее способность к масштабированию и обновлению.

ESP8266 можно использовать в качестве карты беспроводного сетевого интерфейса (NIC) во встроенных системах, которым требуется подключение к Интернету или связь между устройствами. Он также способен выполнять код приложения в автономных режимах работы. В данном руководстве по применению основное внимание уделяется работе сети ESP8266 в целом и соблюдению стандартов Wi-Fi в частности. Поскольку ESP8266 реализует сетевой стек внутри, а также интегрирует всю радиочастотную схему, фактическая работа передатчика скрыта от разработчика. Сетевое оборудование управляется с помощью набора API или команд, которые не различают каналы в зависимости от местоположения устройства. По этой причине разработчики приложений часто упускают из виду спецификации каналов. Однако важно, чтобы распределение каналов осуществлялось правильно в соответствии с законами, а также с соблюдением передовой практики проектирования. IEEE 802.11 (2012 г.) определяет стандарты и требования для реализации WLAN. В частности, он содержит спецификации физического уровня (PHY) и управления доступом к среде (MAC). В этом примечании по применению обсуждаются каналы 802.11 и схемы распределения по всему миру. Термины WLAN/Wi-Fi/802.11 используются в данном примечании как взаимозаменяемые. IEEE 802.11 определяет 14 каналов для маломощной связи Wi-Fi в диапазоне ISM (нелицензионном), как показано в таблице 1. Эти каналы расположены на расстоянии 5 МГц друг от друга, за исключением канала 14, который расположен на расстоянии 12 МГц от канала 13. В режимах 802.11 b/g/n типичное требование к полосе пропускания на канал составляет 20 МГц, к этому добавляется защитная полоса 2 МГц. Таким образом, существует потенциальное перекрытие диапазона рабочих частот, когда два передатчика работают в одном и том же воздушном пространстве.

Таблица 4.1 – Каналы IEEE 802.11

Номер канала	Частота (МГц)	Номер канала	Частота (МГц)
1	2412	8	2447
2	2417	9	2452
3	2422	10	2457
4	2427	11	2462
5	2432	12	2467
6	2437	13	2472
7	2442	14	2484

В сети Wi-Fi каждое беспроводное подключенное устройство должно быть настроено на определенную конфигурацию, прежде чем оно сможет обмениваться данными с другими устройствами. Необходимо соблюдать осторожность при настройке атрибутов, влияющих на работу физического уровня, таких как выбор канала. Хотя API, предоставляемые Espressif, позволяют разработчикам устанавливать канал по своему выбору, на них как разработчик лежит обязанность убедиться, что выбранный канал является законным в их регионе. Обратите внимание, что режимы 802.11 b/g/n, реализованные в ESP8266, работают в нелицензируемом диапазоне частот 2400–2484 МГц. Однако это не означает, что использование всех каналов допустимо. Вот некоторые факторы, которые следует учитывать разработчику при программировании выбора канала беспроводных продуктов:

- Проблемы помех;
- Юридические соображения;
- Правила FCC и мощность передачи.

Каналы Wi-Fi разнесены на расстоянии 5 МГц. Однако для работы канала обычно требуется полоса пропускания до 20 МГц. Это приводит к помехам, когда устройства работают на соседних каналах в одном воздушном пространстве. Поэтому, когда два передатчика работают в одном воздушном пространстве с возможностью возникновения помех, эффективная практика проектирования заключается в разнесении рабочих каналов как минимум на 20 МГц (или на 25 МГц для достижения наилучших результатов). Например, когда один передатчик 802.11 использует канал 1, другой может использовать канал 5 или 6. Использование канала 2 или 3 не рекомендуется.

Хотя широкое разнесение каналов лучше с точки зрения проектирования системы, существуют юридические соображения, которым необходимо уделять приоритетное внимание. Важно, чтобы передатчик находился в пределах, допустимых в стране эксплуатации. В большинстве стран обычно разрешены начальные каналы. Например, каналы с 1 по 11 можно безопасно использовать в большинстве стран мира. Необходимо соблюдать осторожность при использовании последних каналов спектра. Использование каналов 13 и 14 может быть запрещено местными властями в большинстве стран. Кроме того, использование каналов 13 и 14 должно осуществляться осторожно, так как существует вероятность возникновения помех соседним лицензированным/ограниченным диапазонам, если передатчик по какой-либо причине отклонится от указанной частоты канала. Также обратите внимание, что последние несколько каналов обычно используются в приложениях с низким энергопотреблением, малым радиусом действия и в приложениях с расширенным спектром (с учетом ограничений). Пожалуйста, ознакомьтесь с правилами FCC для таких приложений.

Следование приведенным выше рекомендациям обеспечит работу без помех, уменьшит частоту тайм-аутов и в некоторых случаях повысит эффективную скорость передачи данных.

Оценка точности системы мониторинга является еще одним важным аспектом в разработке и внедрении системы мониторинга канализационных люков. Точность системы определяет ее способность предоставлять точные и достоверные данные о состоянии канализационных люков. Для оценки точности системы мониторинга необходимо провести ряд тестов и анализов.

Первым шагом в оценке точности системы мониторинга является сравнение данных, полученных от датчиков, с реальными значениями состояния канализационных люков. Для этого можно использовать специальные инструменты и методы, такие как сравнение данных с физическими измерениями или сравнение с данными от других независимых источников. Важно также учитывать возможные ошибки и искажения данных, вызванные факторами, такими как шум, вибрации или окружающая среда.

Вторым шагом в оценке точности системы мониторинга является анализ погрешностей и отклонений данных. Погрешности и отклонения могут возникать из-за различных факторов, таких как неточность датчиков, шумы в сети передачи данных или ошибки в программном обеспечении. Важно провести анализ этих погрешностей и отклонений, чтобы определить их величину и влияние на точность системы мониторинга.

Третьим шагом в оценке точности системы мониторинга является анализ статистических данных. Статистический анализ позволяет определить распределение и вариацию данных, а также оценить их точность и достоверность. Для этого можно использовать различные методы и техники, такие как анализ дисперсии, корреляционный анализ или регрессионный анализ. Важно также учитывать размер выборки данных и проводить анализ на различных уровнях значимости.

В заключение, анализ и оценка эффективности системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий являются важными шагами в разработке и внедрении такой системы. Оценка надежности и точности системы позволяет определить ее способность работать без сбоев и предоставлять точные данные о состоянии канализационных люков. Проведение тестов, анализа оборудования, программного обеспечения и сетевой инфраструктуры, а также анализа данных и статистических показателей позволяет получить полную картину о надежности и точности системы мониторинга.

4.3 Анализ экономической эффективности внедрения системы мониторинга

Анализ и оценка эффективности системы мониторинга является важным этапом в разработке и внедрении системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий. В данном разделе мы рассмотрим основные аспекты анализа и оценки эффективности такой системы,

а также проведем анализ экономической эффективности внедрения данной системы.

Первым шагом в анализе и оценке эффективности системы мониторинга является определение целей и задач, которые должна решать данная система. В случае нашей работы, целью системы мониторинга канализационных люков является обеспечение бесперебойной работы канализационной системы города путем своевременного выявления и устранения неисправностей и повреждений люков. Задачи системы мониторинга включают в себя сбор и анализ данных о состоянии люков, оповещение операторов о неисправностях, а также предоставление отчетов о состоянии системы [16].

Для оценки эффективности системы мониторинга необходимо определить основные показатели, которые будут использоваться для измерения достижения поставленных целей и задач. Один из таких показателей может быть время реакции на неисправности. Чем быстрее операторы получают информацию о неисправности, тем быстрее они смогут принять меры по ее устранению. Другим показателем может быть количество выявленных и устраненных неисправностей. Чем больше неисправностей будет выявлено и устранено благодаря системе мониторинга, тем эффективнее она будет считаться [21].

Для проведения анализа эффективности системы мониторинга можно использовать различные методы и инструменты. Один из таких методов - сравнительный анализ. Путем сравнения показателей до и после внедрения системы мониторинга можно оценить эффективность ее работы. Например, можно сравнить время реакции на неисправности до и после внедрения системы мониторинга и определить, насколько оно сократилось. Также можно сравнить количество выявленных и устраненных неисправностей до и после внедрения системы мониторинга и оценить, насколько оно увеличилось [3].

Однако, для полноценного анализа и оценки эффективности системы мониторинга необходимо учитывать не только показатели, связанные с работой системы, но и экономические показатели. Поэтому проведение анализа экономической эффективности внедрения системы мониторинга является неотъемлемой частью данной работы.

Анализ экономической эффективности внедрения системы мониторинга включает в себя оценку затрат на разработку и внедрение системы, а также оценку экономических выгод, которые будут получены благодаря ее использованию. Затраты на разработку и внедрение системы мониторинга могут включать в себя затраты на приобретение и установку необходимого оборудования, разработку программного обеспечения, обучение персонала и т.д.

Оценка экономических выгод может проводиться с помощью различных методов, таких как метод дисконтированных денежных потоков или метод окупаемости инвестиций. Например, можно оценить экономическую выгоду в виде сокращения затрат на ремонт и замену поврежденных люков благодаря своевременному их обнаружению и устранению. Также можно оценить экономическую выгоду в виде сокращения времени простоя канализационной системы города благодаря быстрой реакции на неисправности.

Важным аспектом анализа экономической эффективности внедрения системы мониторинга является проведение сравнения затрат на разработку и внедрение системы с экономическими выгодами, которые будут получены благодаря ее использованию. Если экономические выгоды превышают затраты, то можно говорить о положительной экономической эффективности внедрения системы мониторинга. В противном случае, необходимо провести анализ и определить возможные пути улучшения системы или снижения затрат.

Таким образом, анализ и оценка эффективности системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий является важным этапом в разработке и внедрении данной системы. Проведение анализа позволяет определить достижение поставленных целей и задач, а также оценить экономическую эффективность внедрения системы. Это позволяет принять обоснованные решения по дальнейшему развитию и совершенствованию системы мониторинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены вопросы, связанные с разработкой системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий. Были рассмотрены технологии IoT в мониторинге канализационных люков, проектирование системы мониторинга, ее реализация, а также анализ и оценка эффективности системы мониторинга.

В современных городах канализационные люки играют важную роль в поддержании безопасности и комфорта жизни горожан. Они обеспечивают доступ к подземным коммуникациям и служат для отвода сточных вод. Однако, канализационные люки часто становятся объектами повреждений и неисправностей, что может привести к авариям, неприятностям и даже опасности для жизни и здоровья горожан.

Для решения данной проблемы была предложена разработка системы мониторинга канализационных люков с использованием IoT технологий. IoT (Internet of Things) - это концепция, согласно которой физические устройства, оборудованные сенсорами, актуаторами и сетевым подключением, могут собирать и обмениваться данными через интернет. Применение IoT технологий в мониторинге канализационных люков позволяет оперативно получать информацию о состоянии люков, а также предотвращать возможные аварии и неисправности.

В процессе проектирования системы мониторинга канализационных люков были определены основные компоненты и принципы работы системы. Система включает в себя сенсоры, размещенные на канализационных люках, которые собирают информацию о состоянии люков (например, открыт ли люк, находится ли на нем нагрузка и т.д.). Данные от сенсоров передаются через интернет на сервер, где происходит их обработка и анализ. При возникновении неисправностей или опасных ситуаций система может автоматически отправлять уведомления на мобильные устройства городских служб и оперативно принимать меры по устранению проблемы.

Важным этапом разработки системы мониторинга является ее реализация. В работе были рассмотрены различные технологии и протоколы, которые могут быть использованы для передачи данных от сенсоров к серверу. Было выбрано наиболее подходящее решение, учитывающее требования к скорости передачи данных, надежности и энергопотреблению. Также были рассмотрены вопросы безопасности системы и защиты данных от несанкционированного доступа.

После реализации системы мониторинга был проведен анализ и оценка ее эффективности. Были определены критерии оценки, такие как скорость реагирования на возникшие проблемы, снижение риска аварий и повреждений, улучшение качества обслуживания горожан и др. Были проведены эксперименты и собраны данные, на основе которых была произведена оценка эффективности системы.

В результате проведенных исследований и разработок была создана система мониторинга канализационных люков городских служб с применением

IoT технологий, которая позволяет оперативно получать информацию о состоянии люков и предотвращать возможные аварии и неисправности. Эта система имеет большой потенциал для применения в городах и может значительно повысить безопасность и комфорт жизни горожан. Однако, для успешной реализации системы необходимо учесть множество факторов, таких как стоимость внедрения, техническая поддержка и обучение персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Bolotova Y. V., Ruchkinova O. I. The main problems of water management complex (hmc) and russia their solution by means of computer technology, with automation and controller-tion // PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems. – 2016. – №. 19. – С. 125-144. URL: <https://ered.pstu.ru/index.php/elinf/article/view/2684> (дата обращения: 05.05.2024).

2 Бахтина Е. Г. Обеспечение защиты территорий и населения от ЧС природного характера. – 2021. URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/66898> (дата обращения: 05.05.2024).

3 Беляев С.В., Панов С.А., Романова А.Н. Экономический эффект внедрения системы мониторинга работы вулканизационного оборудования на АО \u0022Кордиант - Восток\u0022 // Вестник СИБИТа. 2020. №2 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskij-effekt-vnedreniya-sistemy-monitoringa-raboty-vulkanizatsionnogo-oborudovaniya-na-ao-kordiant-vostok> (дата обращения: 05.05.2024).

4 Болотова Ю. В., Ручкина О. И. Основные проблемы водохозяйственного комплекса (ВХК) России и их решение средствами компьютерных технологий, с помощью автоматизации и диспетчеризации // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2016. – №. 19. – С. 125-144. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-problemy-vodohozyaystvennogo-kompleksa-vhk-rossii-i-ih-reshenie-sredstvami-kompyuternyh-tehnologiy-s-pomoschyu-avtomatizatsii> (дата обращения: 05.05.2024).

5 Болотцева А. С. Выбор целевого сегмента рынка в целях совершенствования деятельности грузоперевозчика // 55-я Студенческая научно-техническая конференция белорусско-российского университета. – 2019. – С. 26. URL: http://cdn.bru.by/cache/science/conferences/2019/materials_2019_05_03d_04d.pdf#page=26 (дата обращения: 05.05.2024).

6 Виноградова О. О. Использование биогаза в качестве топлива для двигателя внутреннего сгорания // Редакционная коллегия. – С. 95. URL: https://www.volgatech.net/upload/documents/science/Часть_2_риц_2013.pdf (дата обращения: 05.05.2024).

7 Воронов Ю. В., Гогина Е. С., Дерюшева Н. Л. Пути снижения влияния противогололедных реагентов на окружающую среду и работу очистных сооружений систем водоотведения // Вестник МГСУ. – 2014. – №. 8. – С. 107-117. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-snizheniya-vliyaniya-protivogolodnyh-reagentov-na-okruzhayuschuyu-sredu-i-rabotu-ochistnyh-sooruzheniy-sistem-vodootvedeniya> (дата обращения: 05.05.2024).

8 Жолдасова Ж. А. Реализация концепции «SMART CITY» в Туркестанской области. – 2023. URL:

[https://repository.apa.kz/bitstream/handle/123456789/1306/Жолдасова Жанар.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.apa.kz/bitstream/handle/123456789/1306/Жолдасова%20Жанар.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (дата обращения: 05.05.2024).

9 Ильичева И. В. ББК 65.291 я7. – 2012. URL: <http://lib.ulstu.ru/venec/disk/2012/Иlicheva.pdf> (дата обращения: 05.05.2024).

10 Исаева Ольга Сергеевна, Кулясов Никита Владимирович, Исаев Сергей Владиславович Создание инструментов сбора данных для анализа аспектов безопасности Интернета вещей // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2022. №3 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozдание-instrumentov-sbora-dannyh-dlya-analiza-aspektov-bezopasnosti-interneta-veschey> (дата обращения: 05.05.2024).

11 Кокорев О. Н., Носков М. Д., Щипков А. Применение системы гидродинамического мониторинга для обеспечения экологической безопасности пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов // BOOK OF ABSTRACTS. – 2020. – С. 162. URL: http://radon.nichost.ru/files/images/conference/2020/Radon_II_NPK_201020.pdf#page=75 (дата обращения: 05.05.2024).

12 Коновчук Т. В. Основные преимущества технологии получения нитридов сжиганием в воздухе нанопорошка алюминия с диоксидами титана и циркония // world science: problems and innovations: сборник статей XXVIII. – 2019. – С. 54. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_36912926_74415261.pdf#page=54 (дата обращения: 05.05.2024).

13 Коробко Г. Общие вопросы технической эксплуатации коммунальных систем водоснабжения и водоотведения. URL: <http://www.amac.md/biblioteca/data/30/19/03/05.2.pdf> (дата обращения: 05.05.2024).

14 Крупина С. Н. Экономическое обоснование модернизации объектов водоснабжения муниципального образования «МП Водоканал» : дис. – Сибирский федеральный университет; Хакасский технический институт— филиал СФУ, 2017. URL: <https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/70624/krupina.pdf?sequence> (дата обращения: 05.05.2024).

15 Кузнецова К. В. Современные технологии формирования кадрового состава на предприятии. – 2017. URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/40813> (дата обращения: 05.05.2024).

16 Куприяновский В. П. и др. " Reasonable Water": Integrated Water Resources Management on the basis of smart technologies and models for smart cities // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 4. – С. 20-29. URL: <http://injoit.org/index.php/j1/article/view/279> (дата обращения: 05.05.2024).

17 Куприяновский В. П. и др. " Разумная вода": Интегрированное управление водными ресурсами на базе смарт-технологий и моделей для умных // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 4. – С. 20-29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razumnaya-voda-integririvannoe->

upravlenie-vodnymi-resursami-na-baze-smart-tehnologiy-i-modeley-dlya-umnyh
(дата обращения: 05.05.2024).

18 Лагута А. С. Решение для эффективного хранения больших объемов данных // Студенческий форум. – 2021. – №. 13-2 (149). – С. 32. URL: [https://nauchforum.ru/archive/studjournal/13\(149_2\).pdf#page=33](https://nauchforum.ru/archive/studjournal/13(149_2).pdf#page=33) (дата обращения: 05.05.2024).

19 Лукашевич В. Н., Лукашевич О. Д. Качество, эксплуатационные свойства и экологическая безопасность автомобильной дороги в контексте устойчивого экономического развития // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2023. – Т. 25. – №. 5. – С. 179-197. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-ekspluatatsionnye-svoystva-i-ekologicheskaya-bezopasnost-avtomobilnoy-dorogi-v-kontekste-ustoychivogo-ekonomicheskogo> (дата обращения: 05.05.2024).

20 Маслова Н. В., Кочетова Ж. Ю. Комплексный экспресс-анализ загрязнения вод // Региональные геосистемы. – 2021. – Т. 45. – №. 3. – С. 382-392. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyu-ekspress-analiz-zagryazneniya-vod> (дата обращения: 05.05.2024).

21 Мекшун Александр Николаевич, Мекшун Юрий Николаевич, Мекшун Андрей Юрьевич Технологии мониторинга техники и оборудования в промышленном производстве // Вестник Курганской ГСХА. 2021. №2 (38). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-monitoringa-tehniki-i-oborudovaniya-v-promyshlennom-proizvodstve> (дата обращения: 05.05.2024).

22 Морозов М. С. Антиглобалистические тенденции в программе КПРФ // Студенческий форум. – 2020. – №. 6. – С. 38. URL: [https://nauchforum.ru/archive/studjournal/23\(116_1\).pdf#page=39](https://nauchforum.ru/archive/studjournal/23(116_1).pdf#page=39) (дата обращения: 05.05.2024).

23 Никитин Михаил Сергеевич, Тычков Александр Юрьевич Система интеллектуального городского уличного освещения на основе IoT-платформы // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2022. №1 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-intellektualnogo-gorodskogo-ulichnogo-osvescheniya-na-osnove-iot-platformy> (дата обращения: 05.05.2024).

24 Новиков В. В., Ударцева Я. А., Спицына В. Д. Министерство образования и науки Российской Федерации «Южно-Уральский государственный университет» Высшая школа электроники и компьютерных наук Кафедра «Инфокоммуникационные технологии» // Челябинск. – 2017. URL: http://engime.org/pars_docs/refs/169/168853/168853.pdf (дата обращения: 05.05.2024).

25 Орлов В. А., Саймуллов А. В., Мельник О. В. Изучение процесса появления дурно пахнущих запахов в канализационных сетях и анализ средств их удаления // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – №. 3. – С. 409-431. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-protssessa-poyavleniya-durno-pahnuschih-zapahov-v-kanalizatsionnyh-setyah-i-analiz-sredstv-ih-udaleniya> (дата обращения: 05.05.2024).

26 Осипенко А. А., Мананков К. Ф., Осипенко А. М., Николенко Т. А., Данилов О. Ф. Разработка системы мониторинга парковочных пространств // Архитектура, строительство, транспорт. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-monitoringa-parkovochnyh-prostranstv> (дата обращения: 05.05.2024).

27 Пичхидзе С. Я. Обработка информации при разработке технологии усовершенствованной конструкции коленного эндопротеза // ББК 34.4+ 34.5 Р32. – 2016. – С. 72. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_28304135_46290261.pdf#page=72 (дата обращения: 05.05.2024).

28 Потаев Г. А. Традиции и инновации в современном градостроительстве. – БНТУ, 2022. URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/111605> (дата обращения: 05.05.2024).

29 Родина Арина Алексеевна Применение туманных вычислений и распределенного реестра в системах экологического мониторинга на основе IoT // Известия ТулГУ. Технические науки. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tumannyh-vychisleniy-i-raspredelenного-reestra-v-sistemah-ekologicheskogo-monitoringa-na-osnove-iot> (дата обращения: 05.05.2024).

30 Салихов Ренат Баязитович, Гаскарова Алина Айратовна, Важдаев Константин Владимирович, Аллабердин Азамат Булякович Разработка автоматизированной системы экологического мониторинга с применением технологий IoT // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2023. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-avtomatizirovannoy-sistemy-ekologicheskogo-monitoringa-s-primeneniem-tehnologiy-iot> (дата обращения: 05.05.2024).

31 Седых И. А. Рынок услуг в области промышленного дизайна // М.: Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики. – 2017. URL: [https://dcenter.hse.ru/data/2018/01/29/1163892090/Рынок услуг в области промышленного дизайна 2017.pdf](https://dcenter.hse.ru/data/2018/01/29/1163892090/Рынок%20услуг%20в%20области%20промышленного%20дизайна%202017.pdf) (дата обращения: 05.05.2024).

32 Степанов М. А., Павлинова И. И. Биосферная совместимость водонесущих коммуникаций с жилой застройкой городов // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году. – 2017. – С. 382-389. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41500671> (дата обращения: 05.05.2024).

33 Трунов И. Т., Елисеева А. А. Анализ традиционных ГМС мониторинга территорий агломераций с обоснованием инновационных технологий управления качеством производственных процессов и окружающей среды // Экономика и экология территориальных образований. – 2016. – №. 1. – С. 140-147. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-traditsionnyh-gms-monitoringa-territoriy-aglomeratsiy-s-obosnovaniem-innovatsionnyh-tehnologiy-upravleniya-kachestvom> (дата обращения: 05.05.2024).

34 Федоров А.С., Андреев Р.А. Разработка системы мониторинга серверного оборудования // Экономика и качество систем связи. 2020. №4 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-monitoringa-servernogo-oborudovaniya> (дата обращения: 05.05.2024).

35 Юндина А. С., Орлов А. Л. Разработка мероприятий по обеспечению экономической безопасности предприятия в сфере жилищно-коммунального хозяйства на примере водоканалов // Теория и практика современной науки. – 2022. – С. 582-587. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50519852> (дата обращения: 05.05.2024).

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

Нисангалиев Тимур Серикулы

6B07121–Космическая техника и технологии

На тему: «Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий»

В настоящей дипломной работе представлены 4 основных раздела, текст который изложен на 44 страницах, на которых имеется 14 рисунков.

Дипломная работа на тему «Разработка системы канализационных люков эффективных служб с использованием технологий IoT» представляет собой актуальное и значимое исследование в области городских хозяйств и интеллектуальных систем управления инфраструктурой. Работа направлена на решение проблем безопасности и эффективности эксплуатации канализационных систем в городе.

Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и надежности городской среды. Кражи, повреждения и ненадлежащее состояние канализационных люков могут привести к аварийным ситуациям, угрожающим жизни и здоровью граждан, а также вызывающим значительные тяжелые потери. Применение технологии Интернета вещей (IoT) Позволяет создать интеллектуальную систему «датчики», которая производит производство.

Работа выполнена на низком уровне, отличается глубокой проработкой теоретических и практических аспектов. Автор продемонстрировал отличные знания в области технологий Интернета вещей и навыки их применения для решения конкретных задач. Теоретические положения подтверждаются результатами экспериментальных исследований, что свидетельствует о высоком уровне подготовки и самостоятельности автора. Оформление работы отвечает принятым стандартам.

Таким образом, дипломная работа студента Нисангалиева Тимура Серикулы заслуживает оценки 90 %, а дипломник Нисангалиев Тимур Серикулы присуждения академической степени «Бакалавр» 6B07121 по Образовательной программе «Космическая техника и технологии».

Научный руководитель:

к.т.н., ассоциированный профессор

Таштай Е.

« 30 » 06 2024 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

Нисангалиев Тимур Сериковлы

6B07121–Космическая техника и технологии

На тему: «Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий»

Выполнено:

- а) графическая часть на 14 листах
- б) пояснительная записка на 44 страницах

Дипломная работа Нисангалиева Тимура Сериковича, посвященная разработке системы канализационных люков городских служб с применением технологий IoT, является актуальным и обоснованным исследованием, направленным на улучшение труда и повышение безопасности.

Актуальность темы работы обоснована необходимостью повышения уровня безопасности и эффективности управления городскими инфраструктурами. Кражи и повреждения канализационных люков представляли опасность для горожан и могли привести к аварийным ситуациям. Применение технологий Интернета вещей (IoT) для мониторинга состояния аналитических люков позволяет оперативно находить и предотвращать такие явления.

Научная новизна работа заключается в разработке и внедрении инновационной системы «Датчики», основанной на технологиях IoT, для контроля состояния канализационных люков. Практическая инновационность исследования заключается в возможности применения предлагаемой системы для повышения безопасности и улучшения управления городской инфраструктурой. Это позволит своевременно обнаружить неисправность, предотвратить кражи и обеспечить оперативное реагирование.

Общие требования к составлению, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с ГОСТ.

Дипломная работа выполнена на оценку 90/А/ «отлично», а дипломант, Нисангалиев Тимур Серикович степени бакалавр специальности 6B07121–Космическая техника и технологии.

Рецензент:

Руководитель Лаборатории

ТОО «ИКТТ» А.С. Иманов

«07» 06 2024 г.



Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Нисанғалиев Тимур Серикұлы

Тақырыбы: Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий

Жетекшісі: Абдумажит Дараев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 2.4

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.3

Дәйексөз (35): 0.8

Әріптерді ауыстыру: 3

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 1

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасакана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

11.06. 2024
Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нисангалиев Тимур Серикулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий

Научный руководитель: Абдумажит Дараев

Коэффициент Подобия 1: 2.4

Коэффициент Подобия 2: 0.3

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

11.06.2024
Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нисангалиев Тимур Серикулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка системы мониторинга канализационных люков городских служб с применением IoT технологий

Научный руководитель: Абдумажит Дараев

Коэффициент Подобия 1: 2.4

Коэффициент Подобия 2: 0.3

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

11.06.2024
Дата

 Мармусов С
проверяющий эксперт