МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Отделение Интеллектуальные кибернетические системы

Выпускная квалификационная работа — магистерская диссертация

по направлению подготовки: **09.04.02 Информационные системы и технологии**

Направленность (профиль): **Информационные системы**

«Контроль электроэнергии и водоснабжения в рамках Умного города»

Выполнил:
студент гр. ИС-М18 _____ Кузнецов А.В.

Руководитель ВКР,
профессор отделения ИКС,
докт.техн.наук _____ Яцало Б.И.

Нормоконтроль _____ Пичугина И.А.

Выпускная квалификационная
работа допущена к защите _____

Руководитель
образовательной программы
09.04.02 Информационные системы
и технологии,
докт.техн.наук _____ Яцало Б.И.

Обнинск, 2020 г

РЕФЕРАТ

61 стр., 4 табл., 21 рис., 18 ист.

УМНЫЙ ГОРОД, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, СИСТЕМА УЧЕТА РЕСУРСОВ, ПРИБОР УЧЕТА, АНАЛИЗ ДАННЫХ, POSTGRESQL, JAVA

Данная магистерская диссертация посвящена разработке программного обеспечения системы учета ресурсов в жилых зданиях с использованием аппаратной части для сбора данных с контроллеров приборов учета. Этот модуль является компонентом системы Умный город.

Главная цель это своевременное выявление неисправного оборудования, что позволяет уменьшить общедомовые нужды. Полученные часовые, суточные и ежемесячные данные в виде таблиц и графиков могут использовать как обычные пользователи, так и администрация города, управляющие компании, ТСЖ/ЖСК и другие.

Аппаратная часть включает в себя одноплатный миникомпьютер Raspberry Pi 2 model B, контроллер приборов учета и счётчики.

Программная часть состоит из баз данных на Firebird 2.5, postgreSQL и программы, написанной в PyQt5 на языке программирования Python.

Разработанная система учета ресурсов позволяет проводить анализ данных показаний квартирных и домовых приборов учета

В процессе работы был проведен анализ существующих решений проблем, изучены компоненты системы Умный город, разработано программное обеспечение системы учета ресурсов и проведено тестирование, в результате которого проверена работа программы.

Данная система используется в новостройках района «Заовражье» города Обнинск.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Умный город — концепция интеграции нескольких информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) и интернета вещей (IoT решения) для управления городским имуществом.

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) — концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека.

Геркон — электромеханическое коммутационное устройство, изменяющее состояние подключённой электрической цепи при воздействии магнитного поля от постоянного магнита или внешнего электромагнита, например, соленоида.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АРМ — Автоматизированное рабочее место

АПМ — Аппаратно-программный модуль

КПУ — Контроллер приборов учета

ПУ — Прибор учета

ПО — Программное обеспечение

БД — База данных

ГВС — Горячее водоснабжение

ХВС — Холодное водоснабжение

СКАУТ — Система коммунального автомониторинга управления и телеметрии

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **7**

1. Анализ предметной области **9**

1.1. Принципы Умного города 9

1.2. Актуальные проблемы Умных городов 11

1.3. Пример Умного города 12

1.4. Российские проекты Умных городов 13

1.4.1. ЦОД «Омский» 13

1.4.2. Ильинское-Усово 13

1.4.3. Владивосток 14

1.4.4. Белгород 14

1.4.5. Екатеринбург 14

1.5. Умный город в Обнинске 14

1.6. Система «СТРИЖ» 16

1.6.1. Описание системы 16

1.6.2. Достоинства и недостатки 17

1.7. АСКУЭ «Ресурс» 18

1.7.1. Описание системы 18

1.7.2. Достоинства и недостатки 19

1.8. Сравнение и оценка 20

2. Аппаратная часть **22**

2.1. Обзор аппаратно-программного комплекса «СКАУТ» 22

2.2. Raspberry Pi 2 model B 23

2.2.1. Описание 23

2.2.2. Технические характеристики 24

2.3. Контроллер приборов учета 26

2.3.1. Назначение 26

2.4. Датчики 28

2.4.1. Itelma 28

2.4.2. SANEXT Mono 29

2.4.3. Меркурий 201.5 30

3. Система учета потребления ресурсов 33

3.1. Формирование единой базы данных 34

3.2. монтаж: установка оборудования 35

3.3. Автоматизированный анализ данных 35

3.4. Анализ показаний приборов учета 37

4. Разработка программного обеспечения системы учета ресурсов 40

4.1. Назначение 40

4.2. Описание разделов программы 41

4.2.1. Главное меню 41

4.2.2. СКАУТ 41

4.2.3. КПУ или Контроллеры Приборов Учета 41

4.2.4. ПУ или Приборы Учета 42

4.2.5. Контроль линии 43

4.2.6. Проблемные счетчики 43

4.3. Разработка программы 44

4.3.1. PyQT5 44

4.3.2. fdb 45

4.3.3. psycopg2 46

5. Тестирование программы 47

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 51

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 52

Приложение А 53

Приложение Б 54

Приложение В 57

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях разработка и реализация концепции Умного города остается одним из главных направлений развития городов в индустриально развитых странах. Это наиболее явно проявляется в странах, столкнувшихся с целым спектром инфраструктурных и социальных проблем.

Умный город — это взаимосвязанная система коммуникативных и информационных технологий с интернетом вещей (IoT), благодаря которой упрощается управление внутренними процессами города и улучшается уровень жизни населения.

Плюсы проекта Умного города заключаются в повышении уровня жизни граждан и в уменьшении издержек рабочих процессов благодаря автоматизации деятельности, не требующей применения аналитических навыков.

Удорожание тарифов на тепловую энергию, горячую и холодную воду приводит к тому, что потребители всё больше задумываются о точной и своевременной оценке количества потреблённых ресурсов. Повсеместная установка приборов учёта является сегодня одним из приоритетных направлений реформирования ЖКХ. Однако, кроме монтажа счётчика, необходимо обеспечить возможность оперативного и регулярного снятия показаний с него. Пока счётчиков мало, эту операцию можно проводить и вручную, но как только количество узлов учёта начинает исчисляться десятками и сотнями, возникает задача создания системы автоматического сбора показаний. Такая диспетчеризация позволяет не только оперативно собирать данные, но и проводить всесторонний анализ работы теплосетей (например, выявлять неисправности).

Есть большая потребность в обработке поступающих данных в реальном времени с целью выявления аварийных и предаварийных ситуаций, нарушений работоспособности счетчиков водоснабжения, электроэнергии и режимов теплоснабжения. Такие потребности возникают и у потребителей, и у эксплуатирующих организаций, и у поставщиков тепловой энергии.

Основным результатом выполнения проекта будет программное обеспе-

чение, которое в автоматизированном режиме проводит анализ данных, выявляет ошибки и проблемные счетчики.

Задачи, решаемые в ходе работы (в соответствии с заданием на ВКР):

1) Обзор проектов Умный город;
2) Анализ существующих решений проблемы;
3) Изучение аппаратно-программного комплекса «СКАУТ»;
4) Разработка системы квартирного учета и анализа потребления ресурсов;
5) Разработка программного обеспечения системы учета ресурсов;
6) Тестирование и оптимизация программного обеспечения;

1. Анализ предметной области

1.1. Принципы Умного города

Термин Умный город появился относительно недавно, и определенного конкретного определения этому понятию нет. Но, все-таки эксперты сошлись в том, что главный источник управления «смарт сити» — данные о населении.

Умный город (smart city) — это стратегическая концепция по развитию городского пространства, подразумевающая совместное использование информационно - коммуникационных технологий (ИКТ) и решений Интернета вещей (IoT) для управления городской инфраструктурой. К нему относятся транспортные системы, водопроводные каналы, медицинские организации, системы переработки отходов и множество других общественных служб. [1]

Главная идея системы Умный город — организация информационного пространства, которое содержит в себе данные о работе контролируемых объектов (счетчиков тепловой и электрической энергии, лифтов, электротехнического оборудования, различных технических средств безопасности и т.д.). На любом расстоянии можно управлять объектами в режиме реального времени, вне зависимости от места расположения объектов и центрального управляющего пункта в городе.[2]

Найти слабые места в работе организации, поставщиков ресурсов, оборудования и персонала, а так же можно проанализировать данные. Введение в эксплуатацию системы Умный город позволяет не только контролировать работу оборудования, но и принимать максимально верные управленческие решения.

Для целостной системы Умный город должны быть функционально законченные подсистемы:

- диспетчеризации и контроля лифтов;
- автоматизированного коммерческого контроля и учета энергоресурсов и электроэнергии;

- охранно-пожарной сигнализации и видеонаблюдения;
- контроля доступа к помещению и к оборудованию;
- управления оборудованием и инженерными сооружениями;
- другие дополнительные системы, такие как контроль затопления подвалов, сигнализация загазованности горючими газами, экстренной голосовой связи.

Основные принципы Умного города:

- микрорайон как градостроительная единица;
- автономность города социальная, деловая и культурная самодостаточность;
- разработка по стандартам экологичного строительства;
- использование новейших информационных и коммуникационных технологий;
- внедрение инновационных технологий энергетики, транспорта и строительства;

Основными механизмами правильной организации и оптимизации использования ресурсов в Умном городе являются:

- снижение неравномерности потребления в период пиков и провалов (основная проблема всех инфраструктур), т.е. распределение нагрузки на инфраструктурные сети во времени;
- создание сетевых, а не линейных систем поставки ресурса позволят маневрировать потоками и «обходить» аварийные или пиковые участки, т.е. распределение в пространстве;
- создание динамически управляемых источников мощности: накопители, демпферы, малоинерционные генераторы и др.;
- создание распределенной генерации различного масштаба;

- снижение потерь и ресурсопотребления конечных пользователей (Умные дома, энергоэффективное оборудование и др.).

1.2. Актуальные проблемы Умных городов

Рассматривая возможные негативные аспекты Умных городов, надо иметь в виду несколько нюансов.[3] Конечно же, проблема приватности к ним относится. Мы даже не осознаем, насколько огромные объемы данных о нас постоянно создаются и сохраняются. Google знаком с нашими поисковыми привычками в интернете, с нашим отношением к покупкам, с нашей персональной информацией и т.д. Камеры по всему городу отслеживают перемещения людей и машин, высматривают угрозы безопасности, происшествия и прочие аномалии. Участвовать или не участвовать в наиболее персональных аспектах Умных городов и сборе информации о людях должно быть личным делом каждого. Также должны существовать надежные способы шифрования и последующего уничтожения информации об индивидах, чтобы гарантировать их право на личную жизнь.

Инвестиции в Умные города и расходы на их методы функционирования и технологии высоки на начальном этапе, но с течением времени эти расходы превращаются в долгосрочную экономию. Это означает, что политики, избранные всего на несколько лет, вполне могут не быть заинтересованы в инвестициях в долгосрочные стратегии. Поэтому должен существовать консенсус между политиками и их электоратом относительно того, в каком направлении движется развитие города, каковы его приоритеты и во что нужно инвестировать.

Координация — вот еще один важный аспект для внедрения передовых практик в Умный город. Чтобы городские службы были эффективны, их необходимо координировать. Зачастую технологии или различные услуги предоставляются разными компаниями. Эти компании должны понимать, что в их интересах и в интересах жителей города работать вместе, а не просто продавать как можно больше товаров или услуг. Городские управленцы должны понимать концепцию Умного города и делать так, чтобы

скоординированные инвестиции направлялись на достижение наилучшего желаемого результата.

1.3. Пример Умного города

В штате Колорадо есть город Боулдер население которого около 100 тыс. человек. Этот город стал первым Умным городом в мире. Жители этого замечательного города сразу же приобрели репутацию «хранителей» окружающей среды. Они применяют новейшие технологии, которые намного меньше вредны для нашей природы. Дома жителей Боулдера наполнены самыми последними экологичными и энергосберегающими устройствами: панелями солнечных батарей, электрическими автомобилями и специализированными системами обогрева, охлаждения и освещения, которые объединяются единой системой мониторинга, сообщающей домовладельцу данные об углеродном следе дома (то есть количество CO2, поступающего в атмосферу). Рей Гогель из Xcel Energy, член сервисной компании, которая внедрила новую систему, сказал: «Нам нравится думать об Умной электросети как о примирении мира Томаса Эдисона с миром Билла Гейтса. Мы делаем то, в чем нуждаются все». В этом городе определенные дома имеют возможность самостоятельно управлять энергосберегающими технологиями.

Очень актуальными являются солнечные батареи и интеллектуальные счетчики. Контролировать потребление энергии достаточно легко благодаря новой системе. Управление автомобилем, гаражом, домом можно осуществлять через компьютер. Все части дома взаимосвязаны и общаются между собой. Все эти технологии очень экономичны и сильно упрощают жизнь людям. Есть такие горожане у которых счет за коммунальные услуги составляют всего 3 доллара в месяц.

Очень удобной стала покупка автомобиля, можно выбрать его из списка по дате, цене или названию автосалона. Все можно сделать онлайн! Используя новую энергосистему можно решить, использовать возобновляемые источники или по-прежнему выбрать энергию сжигаемого угля. Для

того, чтобы принять решение, не обязательно находиться в данном городе, достаточно выйти в Интернет, чтобы проследить за всеми процессами и управлять ими. Теперь не страшно оставить включенным какое-либо устройство, просто достаточно зайти через сеть и выключить.

Такие многофункциональные системы — это наше будущее.

В скором времени интеллектуальные сети станут стандартом для всех новых домов. Каждый человек, конечно же, хочет минимально использовать энергию.

1.4. Российские проекты Умных городов

В России за последние годы появился ряд проектов по интеллектуализации городских сервисов. В основном это умное управление в трех сферах: электроэнергия, транспортные потоки, общественная безопасность.[4]

1.4.1. ЦОД «Омский»

Вокруг центра обработки данных «Омский» предполагается разместить промышленно-логистический парк (IT-кластер, высокотехнологичный сельскохозяйственный комплекс, производственные и лабораторные помещения), объекты жилой и социальной недвижимости (зона жилой застройки на 14 тыс. человек), административно-деловой центр и другие объекты. Технологии Умного города появятся в разработках самих резидентов кластера — IT-компаний и стартапов в сфере облачных технологий. Подобно японским городам, «Омский» ставит целью перейти на самоокупаемость, энерго- и даже отчасти продуктовую независимость: например, самостоятельно генерировать электричество, а его избытки передавать на содержание теплиц.

1.4.2. Ильинское-Усово

Проектировщики ЖК «Ильинское-Усово» внедряют умные городские технологии уже на первой очереди строительства микрорайона: это новые материалы, Интернет вещей в части ЖКХ, безопасности и транспорта. ГК

«Мортон» определяет 15 направлений развития Умного города, и отдает предпочтение решениям, которые охватывают сразу несколько из них. На фоне базовых технологий (интеграция транспортной и инженерной систем, энергосбережение, видеоаналитика и пр.) выделяется уникальная для России система недорогих решений в области медицины. Сама «Мортон» инвестирует в ряд городских технологий, которые впоследствии тиражирует.

1.4.3. Владивосток

Во Владивостоке работает Единая дежурная диспетчерская служба по управлению транспортом в реальном времени, а также автоматизированная система управления уличным освещением. «Ростелеком» внедряет в городе систему экстренного вызова оперативных служб и модернизированную систему оповещения.

1.4.4. Белгород

В Белгороде установлены Умное освещение и датчики на распределительных сетях, которые минимизируют последствия аварий.

1.4.5. Екатеринбург

Екатеринбург планирует создать интеллектуальную энергосеть к 2030 году. Столько займет модернизация существующих и построение новых энергообъектов с учетом требований Smart Grid, в том числе внедрение транспортных средств на электротяге, перевод объектов — потребителей электроэнергии в режим ее генерации.

1.5. Умный город в Обнинске

В Обнинске в рамках федеральной программы «Цифровая экономика РФ» будет создан Умный город. Об этом было заявлено калужским губернатором Анатолием Артамоновым на инвестиционном форуме в Сочи в феврале 2018 года.

Выступая на сессии форума, калужский губернатор Анатолий Артамонов акцентировал внимание собравшихся, что для реализации данных проектов, необходимо, в первую очередь, совершенствовать инфраструктуру. Прежде всего, это касается городов, где она формировалась давно. По мнению губернатора, решение данной задачи возможно только при условии реализации единой госполитики.

«Это повлечет за собой большие расходы, но данное направление необходимо включить в число приоритетных», — предложил Артамонов. Что касается Обнинска, то создание Умного города входит в стратегию социально-экономического развития наукограда на ближайшие 9 лет.

«Тема новая, но очень перспективная. Нам нужно стремиться к тому, чтобы в будущем не только крупные города, но и небольшие населенные пункты могли внедрить у себя Умные технологии», — отметил губернатор.

Ключевыми направлениями Умного города, охватывающими все виды социально — экономической деятельности городов, являются: «Умная экономика», «Умная мобильность», «Умная среда», «Умные люди», «Умная безопасность», «Умная медицина», «Умное проживание» и «Умное управление».

В целом, проект можно считать достаточно молодым. Находится он на стадии старта. Но уже успел завоевать доверие и признанность не в одной стране мира. Масштаб и продвижение проекта в разных точках мира зависят, в основном, от времени начала его ввода в пользование.

Каждый житель города имеет право принимать участие в развитии проекта, предлагать идеи и проявлять интерес, к таким деталям, на которые, по его мнению, стоит обратить внимание.

Умный город в Обнинске — это информационный центр, обеспечивающий получение, обработку и предоставление информации по жизнеобеспечению и безопасности города. Организационная форма — некоммерческое партнерство. Основой программы является понимание того факта, что все структуры, ответственные за комфортное и безопасное проживание в городе уже созданы. Задачей Программы является

- Повышение эффективности их деятельности путем применения новых технологий в области телекоммуникаций;
- Организация, в том числе, юридическая, более тесного взаимодействия предприятий;
- Строительства и использования единой городской информационной структуры.

1.6. Система «СТРИЖ»

«СТРИЖ» — IoT-платформа на базе беспроводных LPWAN-сетей (Low-power Wide-area Network). Готовое решение для сбора данных в ЖКХ, промышленности, энергетике и других отраслях. [5]

1.6.1. Описание системы

Технология LPWAN (Low-power Wide-area Network) – беспроводная технология передачи небольших данных на большие расстояния рисунок 1.

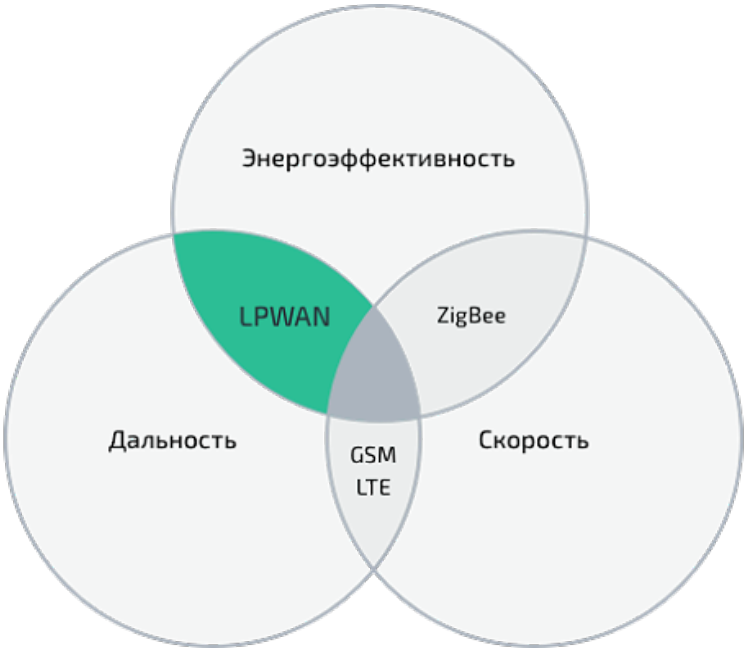


Рисунок 1 – Преимущества протоколов передачи данных

В технологии LPWAN используется протокол XNB (Extended Narrowband). Он представляет собой переработку протокола связи на физическом уровне.

XNB разработан для обмена данными устройств на больших распределенных территориях с минимальными затратами энергии рисунок 2.

Рисунок 2 – Схема работы системы «СТРИЖ»

Устройства и модемы «СТРИЖ» передают 8-байтные пакеты данных по беспроводному протоколу XNB на частоте 868,8 МГц (не требует лицензирования). Базовая станция принимает и обрабатывает сигналы от всех устройств «СТРИЖ» в радиусе 10—40 км. Все станции передают данные на сервер. Сервер осуществляет обработку данных, мониторинг и управление устройств. Пользователь получает информацию в облачном личном кабинете «СТРИЖ» или по API в свое приложение.

1.6.2. Достоинства и недостатки

Система «СТРИЖ» обладает следующими преимуществами:

- Передача данных до 50 км на открытой местности и до 10 км в городских условиях;
- Низкая энергозатратность, позволяет передавать данные по беспроводному каналу связи в течении нескольких лет, используя одну батарейку типа АА;
- Не нужно протягивать провода, позволяет устанавливать систему в уже построенные дома;

- Высокая проникающая способность благодаря технологии радиосвязи LPWAN;
- Масштабируемость, технические характеристики базовой станции позволяют подключать очень большое количество точек учета;
- Простота использования;

Однако у этой системы есть и свои недостатки:

- Менее надежная передача данных, чем по проводному каналу;
- Беспроводной канал связи подвержен индустриальным и естественным помехам;
- При поломке базовой станции перестаёт работать вся система до момента устранения неисправности или замены на новую станцию;
- Стоимость оборудования;

1.7. АСКУЭ «Ресурс»

АСКУЭ «Ресурс» (Автоматизированная Система Контроля и Учёта Энергоресурсов) — это решение для удаленного автоматизированного получения показаний с приборов учёта ресурсов (воды, газа, тепла, электричества). [6]

1.7.1. Описание системы

АСКУЭ «Ресурс» от ЗАО НВП Болид позволяет хранить, передавать, обрабатывать и анализировать информацию с приборов учёта ресурсов в режиме реального времени независимо от типа устройства и производителя.

Для передачи данных используются следующие стандарты интерфейсов: RS485, RS232, CAN, Meter-Bus (M-Bus), GSM/GPRS, радиоканал, Ethernet/Int
Данная система имеет следующие схемы подключения:

- Подключение импульсных счётчиков по проводам рисунок 3;

- Подключение импульсных счётчиков по радиоканалу рисунок 4;

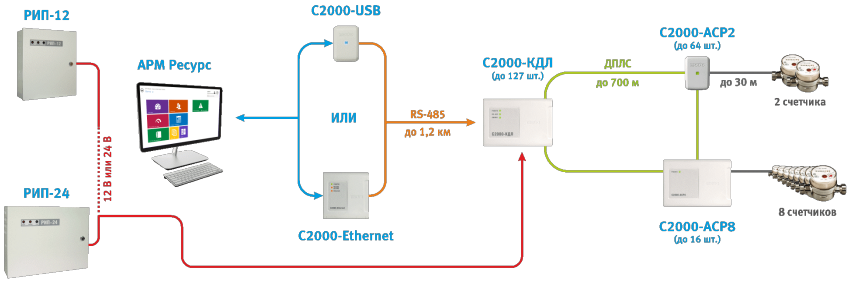


Рисунок 3 – Подключение импульсных счётчиков по проводам

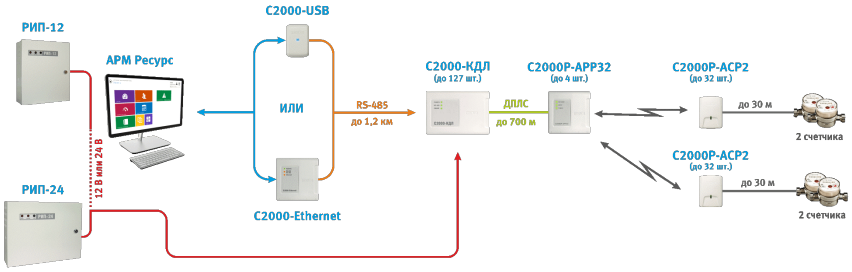


Рисунок 4 – Подключение импульсных счётчиков по радиоканалу

1.7.2. Достоинства и недостатки

Достоинства:

- Система имеет проводные и беспроводные решения;
- Наличие личного кабинета;
- Возможность просматривать информацию с помощью web-интерфейса или специальной программы на компьютере;
- Наличие резервного питания на устройствах;

Недостатки:

- Высока стоимость системы в целом из-за большого количества промежуточных устройств и преобразователей;
- Из-за линейного подключения устройств система имеет меньшую надежность;
- При выходе из строя одного из устройств не работает вся система;

1.8. Сравнение и оценка

Объекты сравниваются и оцениваются методом экспертных оценок в таблице 1. Выбирается ряд параметров, по которым будут оцениваться каждая система. Параметры оценивается по 10-тибальной шкале:

1) Стоимость системы (1 – высокая, 10 – низкая) - сравнивается общая стоимость оборудования, технических работ и использования программного обеспечения;

2) Надёжность системы, работоспособность системы при выходе из строя одного из устройств, а также надёжность передачи и хранения данных (1 – ненадёжная, 10 – очень надёжная);

3) Безопасность системы (1 – система не безопасна, 10 – высокий уровень) -использование шифрования данных; защита от внешних факторов; защита от взлома;

4) Простота ввода системы в эксплуатацию (1 – проблемы с вводом в эксплуатацию, 10 – очень просто) - удобство ввода системы в уже построенные дома.

5) Простота замены комплектующих системы (1 – сложно, 10 – очень просто) - настройка нового оборудования; время замены отказавшего устройства на новое.

Таблица 1: Сравнение и оценка системы

№	Параметр	Вес	Система "СТРИЖ"	АСКУЭ "Ресурс"	Система "СКАУТ"
1	Стоимость	0.3	2	6	8
2	Надёжность	0.25	6	5	7
3	Безопасность	0.1	8	5	5
4	Простота ввода системы в эксплуатацию	0.2	9	6	7
5	Простота замены комплектующих	0.15	8	5	8
Сумма		1	5.9	5.7	7.05

В результате система «СКАУТ» оказалась более эффективной в сравнении с другими системами.

2. Аппаратная часть

2.1. Обзор аппаратно-программного комплекса «СКАУТ»

Обычно, жилой дом становится умным, благодаря применению в нем аппаратно-программного комплекса СКАУТ. Задача СКАУТА — усиление безопасности, экономия ресурсов и повышение комфорта жителей. [3]

Функции аппаратно-программного комплекса СКАУТ можно разделить на семь, тесно связанных между собой, систем.

1) Контроль доступа;
2) Учет ресурсов;
3) Оповещение;
4) Wi-Fi;
5) Охрана технических помещений;
6) Управление оборудованием;
7) Видеонаблюдение.

Для доступа или въезда на территорию комплекса используется универсальный электронный ключ. Ключ является персональным для жителей, его копирование или подделка исключена. Все технические помещения находятся под контролем скаута. Снятие и постановка на охрану осуществляется техническим персоналом самостоятельно, с помощью мобильного телефона. Универсальный механический ключ удобен в эксплуатации и облегчает перемещение работников.

Все потребляемые жителями ресурсы полностью учитываются и публикуются на сайте управляющей компании. Автоматизированный анализ показаний позволяет своевременно выявлять нарушении режимов отопления, неисправности приборов учета, возникающие аварии.

Громкоговорящая система оповещения и информирования вовремя предупредит о планируемых ремонтных работах, причинах и сроках ликвидации аварийных ситуаций. Оператору управляющей компанией достаточно

набрать текст сообщения и очертить на электронной карте зону оповещения.

В чрезвычайных ситуациях диспетчер управляющей компании в ручном режиме может управлять электрооборудованием дома: шлагбаумами, электрозадвижками, системой дымоудаления, пожарными насосами.

Система видеонаблюдения, кроме охранных функций, осуществляет контроль исполнения команд диспетчера. Дает информацию о заполненности парковки на мобильные устройства. Система видеонаблюдения включена в муниципальный комплекс Безопасный город.

Используя Wi-Fi технологию, СКАУТ обеспечивает работникам управляющей компанией мобильный доступ к проектной документации, связь с диспетчером, передачу контрольной и видео информаций в аварийных случаях.

Каждый житель цифрового района имеет доступ к данным системам СКАУТ через личный кабинет, в котором может получить видеоинформацию, организовать доступ гостей и родственников, получить информацию по коммунальным платежам.

Умный город состоит из умных домов, а пока СКАУТ ступень к новому качеству жизни.

2.2. Raspberry Pi 2 model B

Благодаря своему небольшому размеру, малой стоимости, хорошей вычислительной мощности и качественной поддержке со стороны производителя в качестве главной вычислительной мощности был выбран одноплатный миникомпьютер фирмы Raspberry Pi.

2.2.1. Описание

Raspberry Pi - миниатюрный одноплатный компьютер изображен на рисунке 5. [7] Из-за широкой функциональности и небольшой стоимости Raspberry Pi получил широкое распространение среди разработчиков и любителей электроники. Данный компьютер обладает следующими пре-

имуществами:

- Малый размер, 85,6 x 54,0 x 17 мм;
- Вычислительная мощность;
- Удобный софт и техподдержка;
- Малая стоимость, около 35 $;
- Потребляемая мощность меньше 10 Вт;

Рисунок 5 – Raspberry Pi 2 model B

2.2.2. Технические характеристики

Рассмотрим технические характеристики в таблице 2

Таблица 2: Технические характеристики Raspberry Pi 2 model B

Технические характеристики	
Система на кристалле (SoC)	Broadcom BCM2836 (CPU + GPU)
Процессор Графический процессор	32-битный четырехъядерный ARMv7-A Cortex-A7 с тактовой частотой 900 МГц, 16 КБ cache L1 и 256 КБ cache L2 Двухъядерный процессор (GPU) VideoCore IV® с тактовой частотой 250 МГц поддерживает стандарты OpenGL ES 2.0, OpenVG, MPEG-2, VC-1 и способен кодировать, декодировать и выводить Full HD-видео (1080p, 30 FPS, H.264 High-Profil)
ОЗУ	1 ГБ SDRAM LPDDR2 900 МГц EDB8132B4PB-8D-F (совместно с GPU)
Хранилище	слот для карты памяти MicroSDHC, USB Boot Mode
Ethernet	10/100 Мбит с выходом на стандартное гнездо 8P8C (RJ45) (контроллер LAN9514-JZX — USB 2.0 Hub и 10/100 Ethernet)
Видео вход	1 x CSI-2 для подключения камеры по интерфейсу MIPI
Видео выход	1 x HDMI 1.3a (CEC) 1 x DSI (Display Serial Interface) для подключения штатного дисплея; 1 x композитный видеовыход (CVBS видео, PAL и NTSC) 3.5 мм разъем
Аудио вход	I^2S
Аудио выход	гнездо 3.5 мм, HDMI
USB-порты	4 порта USB 2.0 через USB hub в LAN9514-JZX
Периферия	40 портов ввода-вывода общего назначения (GPIO), UART (Serial), I^2C/TWI, SPI с селектором между двумя устройствами; пины питания: 3,3 В, 5 В и земля.
Питание	5 В, 2 А через порт micro-USB или GPIO
Энергопотребление	220 мА (1.1 Вт) в среднем (режиме ожидания), 820 мА (4.1 Вт) максимум, в условиях стресса (монитор, клавиатура и мышь подключены)
Размеры	85.6 мм x 56.5 мм x 17 мм
Вес	45 г
ОС	Ubuntu, Debian, Fedora, Arch Linux, Gentoo, RISC OS, Android, Firefox OS, NetBSD, FreeBSD, Slackware, Tiny Core Linux, Windows 10 IOT

2.3. Контроллер приборов учета

Для подключения счётчиков был выбран контроллер приборов учета. Данный КПУ позволяет подключать до 12 счётчиков, опрашивать и хранить данные в течении длительного времени(Рисунок 6). Предусмотрено резервное питание при падении основного.

2.3.1. Назначение

Контроллер приборов учета КПУ входит в комплект инженерного оборудования жилого дома. КПУ предназначен для подсчета количества импульсов, поступающих от подключенных водосчетчиков, электросчетчиков и теплосчетчиков, имеющих выход, выполненный по схеме «открытый коллектор» или «сухой контакт». Устройство предназначено для работы в следующих условиях:

- Температура окружающей среды от -10^{0}C до 45^{0}C;
- Относительная влажность воздуха от 50% до 80% при 25^{0}C;

Питание устройства осуществляется постоянным током напряжением 9-15 В. В случае пропадания основного питания счетчик многоканальный КПУ переходит на питание от встроенного литиевого элемента напряжением 3 вольта (минимальный время работы от встроенного литиевого элемента — 5000 часов). Функции КПУ:

- Подсчет количества импульсов, поступивших от приборов учета;
- Хранение значения измеряемого параметра, полученного от приборов учета, в энергонезависимой памяти;
- Обмен информацией с ПК по интерфейсу RS-485;

Основные технические данные представлены в таблице 3.

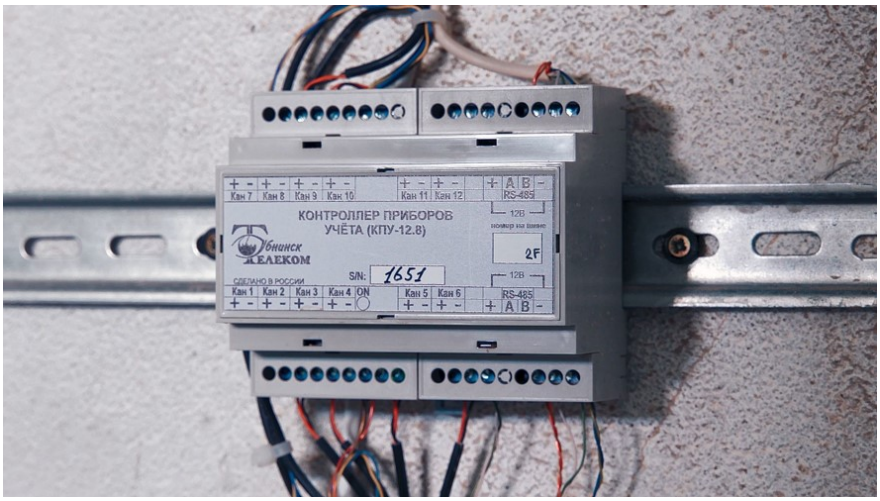


Рисунок 6 – Контроллер приборов учета

Таблица 3: Технические данные КПУ

Максимальное количество подключаемых приборов учета	12
Максимальное количество КПУ на шине RS485	128
Максимальная длина линии связи между КПУ и прибором учета, м, не более	50
Максимальная длина линии связи между КПУ и персональным компьютером, м, не более	1200
Количество проводов между КПУ и счетчиком	2
Количество проводов между КПУ и персональным компьютером	4
Минимальное время замкнутого/разомкнутого состояния контактов датчиков, мс	20
Максимальное время реакции КПУ на полученную команду, мс	50
Количество импульсов на единицу измерения	от 10 до 2500 (кратное 10)
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,4
Ресурс энергонезависимой памяти, лет	50
Максимально возможное хранимое показание	999999,9
Габаритные размеры, мм, не более	140 x 95 x 40
Масса блоков, кг, не более	0,15
Интерфейс связи с персональным компьютером	RS-485 9600 бод, 1 стоп-бит, без бита контроля

Источник: документация к КПУ

2.4. Датчики

Данные счётчики получили высокое распространение и были выбраны для использования благодаря простоте установки, малой погрешности и невысокой стоимости.

2.4.1. Itelma

Счетчики Itelma для горячей и холодной воды (Рисунок 7).

Счетчики на воду Ителма относятся к устройствам крыльчатого вида с механическим индикатором. Они сделаны на российских предприятиях по лицензии фирмы Siemens. Приборы изготавливают из комплектующих деталей немецкого производства. Это обеспечивает надежность и долговечность. [8]

Устройства отличаются высокой чувствительностью, они работают при небольшом расходе воды, от 10 литров в час. Работают при давлении до 1 Мпа, диапазон температур составляет от 5 до 30 градусов для холодной воды, от 5 до 90 градусов – для горячей жидкости.

Счетчик воды WFK 24 дополнительно комплектуется импульсным датчиком с последовательным и шунтирующим (короткозамкнутым) сопротивлениями, соответствующими схеме НАМУР (NAMUR) для дистанционной передачи низкочастотных импульсов с контролем обрыва линии. [9] Цена импульса – 0,01 $м^3$/имп.

Счетчики защищены от манипулирования показаниями с помощью внешнего магнитного поля. Срок службы прибора для горячей воды составляет четыре года, для холодной воды — шесть лет.

Рисунок 7 – Внешний вид датчиков ITELMA

2.4.2. SANEXT Mono

Квартирные теплосчетчики предназначены для измерения количества потребляемой энергии в закрытых системах водяного отопления индивидуальных потребителей (поквартирный учет). Применяются при горизонтальной двухтрубной разводке системы отопления (Рисунок 8).

Принцип работы квартирного теплосчетчика основан на измерении расхода теплоносителя и разницы температур в подающем и обратном трубопроводах системы теплоснабжения и последующем определении количества потребленной энергии путем обработки результатов измерения вычислителем. [10] Преимущества механических теплосчетчиков SANEXT:

- Минимальная монтажная высота, дает возможность установки теплосчетчика в небольших коллекторных шкаф или стеснённых условиях;
- Выносной дисплей упрощает процесс снятия показаний;
- Квартирные теплосчетчики с низким минимальным расход Qi от 5 л/ч подходит даже для помещений с малой площадью;
- Низкая потеря давления;

- Удобная навигация по меню счетчика;
- В архиве данных счётчика сохраняются ежемесячные показания счётчика в течение всего срока эксплуатации;
- Монтажные элементы выполнены из латуни, что обеспечивает длительный срок службы всех элементов приборов;
- Использование квартирных теплосчетчиков позволяет существенно экономить расход тепловой энергии;
- Межпроверочный интервал 6 лет;

Теплосчетчики включают в себя преобразователь расхода, вычислитель и пару платиновых термопреобразователей сопротивления. Принцип работы теплосчетчиков состоит в измерении объема и температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах и последующем определении тепловой энергии, путем обработки результатов измерений вычислителем.

Рисунок 8 – Внешний вид датчика SANEXT Mono

2.4.3. Меркурий 201.5

Счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока электронные Меркурий 201, непосредственного включения, однофазные, однотарифные, с импульсным выходом, предназначены для измерения и учета электриче-

ской активной энергии в двухпроводных сетях переменного тока напряжением 230 В, частотой (50+-1) Гц. (Рисунок 9)

Принцип действия счетчиков ватт-часов активной энергии переменного тока электронных «Меркурий 201» основан на учете информации, получаемой с импульсного выхода измерительной микросхемы. В качестве датчиков тока в счетчиках используется шунт, включенный последовательно в цепь тока. В качестве датчиков напряжения используются резистивные делители, включенные в параллельную цепь напряжения. [11]

В качестве счетного механизма счетчики имеют электромеханические устройства отсчетные (УО) или жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ) согласно таблице 1.

Счетчики с УО обеспечивают отображение информации в виде шестиразрядных чисел, пять старших разрядов дают показания в кВт-ч, шестой разряд, отделенный запятой, индицирует значение электроэнергии в десятых и сотых долях кВт-ч.

Счетчики с ЖКИ обеспечивают отображение энергопотребления нарастающим итогом в виде восьмиразрядных чисел, шесть старших разрядов дают показания в кВт-ч, два младших -указывают десятые и сотые доли кВт ч. Имеют световую индикацию мощности потребления. Период мерцания светового индикатора пропорционален уровню энергопотребления. В качестве испытательного выходного устройства счетчики имеют электрический и (или) оптический импульсный выход. Могут применяться автономно или в автоматизированных системах по сбору и учету информации о потребленной электроэнергии.

Рисунок 9 – Меркурий 201.5

3. Система учета потребления ресурсов

Система учета ресурсов предназначена для считывания, мониторинга и работы с данными домовых счетчиков учета ресурсов. Данные со счетчиков попадают на сервер баз данных, в программе диспетчера и администратора данные отображаются, считаются, формируются отчеты. [2]

Проблемы:

- Некорректные начисления по оплате;
- Неверная работа квартирных приборов учета (неисправности, воровство);
- поставка ресурсов ненадлежащего качества (недогрев, перегрев, некачественная электроэнергия);
- Некорректная работа регулирующего теплового оборудования;
- Отсутствие технической возможности проводного соединения с квартирными приборами учета.

Решение:

1) Создание единой облачной базы данных;
2) Конвертирование архивов ПУ различных производителей;
3) Автоматизированный анализ данных.

Система учета ресурсов состоит из:

- Сервера баз данных;
- Контроллеры приборов учёта;
- Преобразователей интерфейса;
- Домовой сервер (Raspberry Pi);
- Службы сбора данных;

- Управляющей программы(администратора и диспетчера).

Администратор системы должен контролировать состояния на панеле мониторинга, добавлять новые счетчики, составлять отчеты, проводить аналитику.

3.1. Формирование единой базы данных

1) Опросом показаний занимается программа, запущенная на домовом сервере (Raspberry Pi). Она должна извлекать данные о требуемых к опросу счетчиках из текстового файла (приложение А), производить опрос и сохранять показания в отдельный текстовый файл (приложение А). Опрос показаний должен производится 1 раз в час (например в 05 минут каждого часа).

2) Служба сбора данных производит непосредственный опрос всех Raspberry Pi. Эта программа устанавливается на сервер баз данных и производит выгрузку файлов data.txt с домовых серверов в единую базу данных (FireBird, PostgreSQL). После занесения данных в основную базу необходимо очистить файл data.txt. Если в основной базе изменилась информация о счетчиках (порт, адрес КПУ или номер клеммы) данная программа должна загрузить новый файл counter.txt.

3) Раз в сутки необходимо синхронизировать время домового сервера и сервера БД (это может быть отдельная программа или одна из функций программы из п.2).

Квартирный учет ресурсов.

В квартирном учете применена проводная система снятия показаний. Для снятия показаний приборов учета с импульсным выходом применяется универсальный счетчик СКАУТ-КПУ, поддерживающий 12 импульсных входов. Приборы с протоколами передачи данных RS485, ModBUS и другими подключаются к плате сопряжения протоколов СКАУТ.

Домовой учет ресурсов.

Домовые приборы учета с импульсным выходом применяются в комплекте со счетчиком импульсов СКАУТ-КПУ. При наличии у приборов внутреннего архива, опрос приборов и промежуточное хранение файлов архива осуществляется микрокомпьютером СКАУТ-Базовый

3.2. монтаж: установка оборудования

1) Установить комплекс СКАУТ базовый в защитный шкаф
2) Установить контроллер приборов учета
3) Установить "умные"счетчики, с системой телеметрии на каждый вид ресурсов (газ, электроэнергия, вода, тепло)
4) Проложить коммутационные кабели и подключить оборудование к сети связи
5) Установить программное обеспечение на компьютер сотрудника УК
6) Создать базы данных по счетчикам и адресам; провести пуско-наладочные работы
7) Провести инструктаж сотрудников УК по использованию системы учета ресурсов

3.3. Автоматизированный анализ данных

Коммунальные компании постоянно сталкиваются с неучтенными расходами воды. Чтобы справиться с утечками и сократить неучтенные расходы воды, необходимо четко представлять себе ситуацию в распределительной сети. [4]

Наличие нужных данных в нужное время значительно облегчает борьбу с потерей и неучтенными расходами воды и повышает эффективность этих действий. Автоматизированная система учета отображает реальное состояние распределительной сети, помогает выявить различные типы неучтенных расходов и сократить потери воды.

Рассмотрим проблему, когда от счетчика не поступает импульс. Есть два варианта:

- Проблемы с самим счетчиком, например зависает счетный механизм
- Проблемы с телеметрией, обрыв линии, короткое замыкание, не исправен геркон

Ошибка №1. Проблемы со счетчиком ХВС.

Потребление ХВС = 0 за сутки, при этом потребление ГВС > 0 за сутки.

Алгоритм поиска:

Находим разность между показаниями счетчиков ХВС и ГВС, за текущее число и за вчерашнее. Оставляем значения счетчиков ХВС и ГВС, где разность ХВС = 0. Убираем значения счетчиков ХВС и ГВС, где разность ГВС = 0.

Оставшиеся счетчики ХВС являются проблемными (можно сравнивать не за сутки, а за 3 или 5).

Ошибка №2. Проблемы со счетчиком ГВС.

Потребление ГВС = 0 за неделю, при этом потребление ХВС > 0 за неделю.

Алгоритм поиска:

Находим разность между показаниями счетчиков ХВС и ГВС неделю назад и за текущее число. Оставляем значения счетчиков ХВС и ГВС, где разность ГВС = 0. Убираем значения счетчиков ХВС и ГВС, где разность ХВС = 0.

Получили счетчики, которые попадают в поле подозрения. Нужно провести отбор, возможно горячей водой просто не пользуются.

Убираем счетчики, у которых значения ГВС < 5 и значение ХВС < 10. Оставшиеся счетчики ГВС являются проблемными и требуют ручной проверки.

Ошибка №3. Проблемы со счетчиком ХВС и ГВС.

Потребление ХВС = 0, ГВС = 0 за неделю, при этом потребление Э >= Ср.Ар. за предыдущую неделю.

Алгоритм поиска:

Находим разность между показаниями счетчиков ХВС и ГВС неделю назад и за текущее число. Оставляем значения счетчиков ХВС и ГВС, где разность ГВС = 0 и ХВС = 0. Находим среднее арифметическое потребление электричества за предыдущую неделю. Если потребление электроэнергии за неделю больше чем среднее арифметическое значение, то счетчики попадают в список проблемных счетчиков.

Ошибка №4. Проблемы с электросчетчиком.

Потребление Электричества = 0 за сутки, при этом потребление ХВС > 0 и/или ГВС > 0 за сутки и более.

3.4. Анализ показаний приборов учета

Учет и анализ коммунальных ресурсов дает возможность выявить их перерасход, вызванный, возможно, и халатным отношением, либо неисправностью приборов учета. Также становится прозрачным перерасход ресурсов и несанкционированное их потребление.[12]

«Личный кабинет» программы СКАУТ позволяет получить часовые, суточные и ежемесячные данные в виде таблиц и графиков, что позволяет удобно анализировать расход ресурсов.

Детализация данных для всестороннего анализа.

Посуточная статистика. Пример приведен на рисунке 10

Рисунок 10 – Посуточное потребление

Почасовая статистика. Пример приведен на рисунке 11

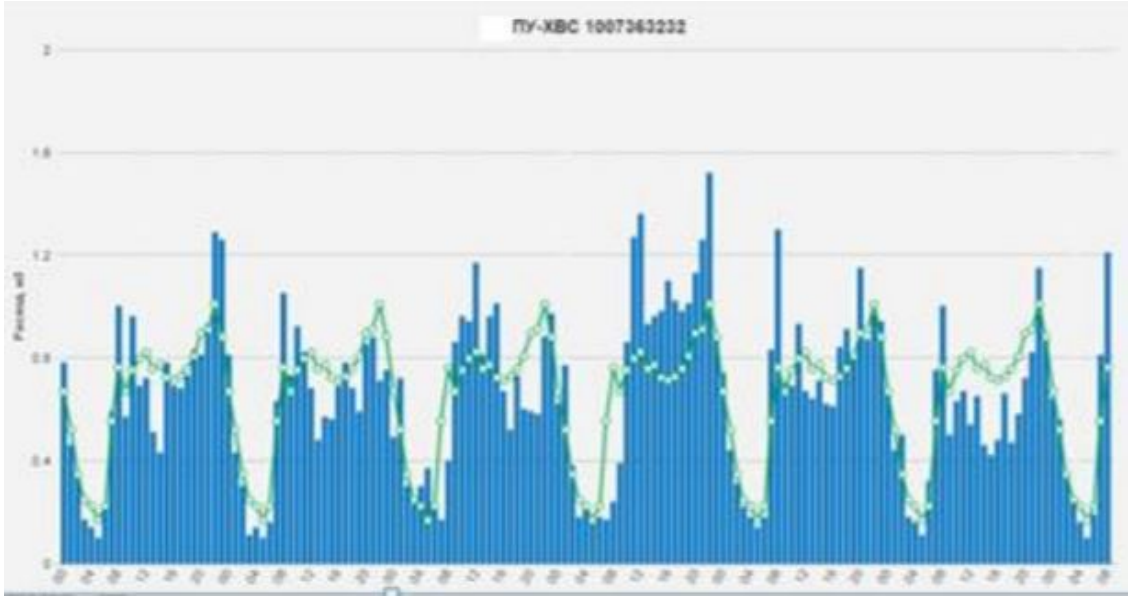


Рисунок 11 – Почасовые показания

Графическое представление по средне статическому потреблению, особенно за длительные сроки, даёт наглядную картину работы водосчетчиков и электросчетчиков.

Несколько сложнее обнаруживать утечки в системе горячего водоснабжения. Непрерывный и неравномерный разбор горячей воды затрудняет их определение. Использование статистики потребления горячей воды жилым домом в ночные часы (3 часа ночи) позволяет улавливать фоновые потери для каждого дома. В основном это передавливание горячей воды в трубопровод холодного водоснабжения через неисправные квартирные смесители. Установив для каждого дома фоновый уровень потерь, можно контролировать появление протечек. До настоящего времени нами не было обнаружено таких протечек, однако данным методом в Обнинске были выявлены два 100 квартирных дома, где фоновое потребление холодной воды на дом достигало 600 литров в час и более. В квартирах одного их них были обнаружены два неисправных сливных бачка, в другом доме протекал вентиль в подвале, и вода уходила в ливневую канализацию. После ремонтов фоновое потребление в этих домах установилось на уровне 250–300 литров в час. [13]

Так же подразумевается, что потребление горячей воды не может превышать потребление холодной воды. Данная проблема сигнализирует нам об неисправности счетчика. С помощью наложения двух графиков потребления горячей и холодной воды, можем наглядно увидеть данную проблему.

4. Разработка программного обеспечения системы учета ресурсов

4.1. Назначение

Основная задача разрабатываемой программы упростить учет и администрирование контроллеров и приборов учета, а также своевременный анализ данных, для выявления неисправных оборудований. Составления отчетов для ЖКХ.

Полный функционал программного обеспечения:

- Добавление, редактирование и просмотр оборудований СКАУТ;
- Просмотр замененных КПУ и ПУ;
- Добавление, редактирование, замена и просмотр контроллеров приборов учета;
- Просмотр истории редактирования КПУ;
- Добавление, редактирование, замена и просмотр приборов учета;
- Добавление стартовых значений;
- Просмотр часовых показаний за выбранный период;
- Просмотр истории редактирования ПУ;
- Просмотр приборов учета имеющих короткое замыкание или обрыв линии;
- Автоматический анализ данных на выявление проблемных счетчиков;

Программа включает 6 основных разделов.

1) Раздел - Главное меню
2) Раздел - СКАУТ
3) Раздел - Контроллеры Приборов Учета

4) Раздел - Приборы Учета

5) Раздел - Контроль линии

6) Раздел - Проблемные счетчики

4.2. Описание разделов программы

4.2.1. Главное меню

Раздел «Главное меню» открывается при запуске программы. Отображаются две таблицы со списком замененных КПУ и ПУ. Из вкладки «Оборудование» можно перейти в разделы «СКАУТ», «КПУ», «ПУ». Из вкладки «Анализ данных» можно перейти в раздел «Контроль линии» и «Проблемные счетчики».

4.2.2. СКАУТ

Раздел «СКАУТ» открывается из главного меню, вкладки «Оборудование». Отображается список подъездов, где установлен СКАУТ.

1) Кнопка «Обновить» применяет выбранные фильтры к таблице;

2) Кнопка «Добавить» открывает форму для заполнения данных для нового СКАУТА;

3) Двойное нажатие на строчку из таблицы. Открывается полная информация по выбранному СКАУТу. При нажатии кнопки «КПУ» откроется список КПУ подключенных к данному СКАУТу;

4.2.3. КПУ или Контроллеры Приборов Учета

Раздел «КПУ» открывается из главного меню, вкладки «Оборудование» и через нажатие на кнопку «КПУ» в форме «Информация о СКАУТ». Отображается список установленных КПУ.

1) Кнопка «Обновить» применяет выбранные фильтры к таблице;

2) Кнопка «Добавить» открывает форму для заполнения данных для нового КПУ;

3) Двойное нажатие на строчку из таблицы. Открывается информация по выбранному КПУ. Можно переключиться на вкладку «История редактирования», где отображается таблица с информацией о редактировании данных выбранного КПУ. При нажатии кнопки «ПУ» откроется список ПУ подключенных к данному КПУ;

4) Кнопка «Заменить». Используется, когда заменили установленный КПУ на другой. Если при замене на новом КПУ указали такие же импульсы, какие были на старом, и не требуется менять показания на всех ПУ подключенных к данному КПУ, тогда убираем галочку «с заменой стартовых значений». Если указали нулевые импульсы на все клеммы, то требуется заменить стартовые значения. Выбираем время и нажимаем обновить. Отобразятся показания, номера квартир и тип ПУ на выбранную дату для старого КПУ. Если на указанное время КПУ был неисправен и показания в БД не записывались, тогда отобразятся последние сохранившиеся данные;

4.2.4. ПУ или Приборы Учета

Раздел «ПУ» открывается из главного меню, вкладки «Оборудование» и через нажатие на кнопку «ПУ» в форме «Информация о КПУ». Отображается список установленных ПУ.

1) Кнопка «Обновить» применяет выбранные фильтры к таблице;

2) Кнопка «Добавить» открывает форму для заполнения данных для нового ПУ. Если квартиры еще нету в БД, то откроется форма для добавления новой квартиры;

3) Двойное нажатие на строчку из таблицы. Открывается информация по выбранному ПУ. Если нужно добавить дату установки и демонтажа, то нажать на кнопку «Дата установки отсутствует» и «Дата демонтажа отсутствует»;

4) Вкладка «Информация». При нажатии кнопки «ПУ» откроется список ПУ подключенных к данному КПУ;

5) Кнопка «Заменить». Используется, когда заменили установленный ПУ на другой. Выбираем время, когда сняли показания с нового ПУ и нажимаем «Установить импульсы на выбранную дату», чтобы автоматически заполнились имеющиеся импульсы на подключенной клемме. Если серийный номер нового ПУ уже имеется в БД, то покажется предупреждение об этом. Если ПУ нигде не установлен, то предложит продолжить замену;

6) Вкладка «Стартовые значения». Отображается таблица с информацией о добавленных стартовых значения для выбранного ПУ. Можно добавить новое стартовое значение;

7) Вкладка «Показания». Отображается таблица с часовыми показаниями выбранного ПУ. По умолчанию за последние сутки. Можно изменить временной промежуток и нажать кнопку «Показать»;

8) Вкладка «История редактирования». Отображается таблица с информацией о редактировании данных выбранного ПУ;

4.2.5. Контроль линии

Раздел «Контроль линии» открывается из главного меню, вкладки «Анализ данных». Отображается список проблемных ПУ за последние сутки. Если столбец line_state = 1, тогда произошел обрыв линии или короткое замыкание на линии от ПУ до КПУ. Столбец empty = 1 означает что данные не обновились.

4.2.6. Проблемные счетчики

Раздел «Проблемные счетчики» открывается из главного меню, вкладки «Анализ данных». Отображается список проблемных ПУ за последние трое суток. Пользователь может выбрать свой промежуток времени. При двойном нажатие на строчку из списка откроется информационное окно

с удобными, для анализа показаний, графиками потребления всех видов ресурсов выбранной квартиры.

4.3. Разработка программы

4.3.1. PyQT5

PyQt5 — это набор Python-связей для фреймворка Qt5 от Digia. Набор PyQt5 доступен для Python 2.x и 3.x. В моей программе используется Python 3. Библиотека Qt – это одна из самых мощных GUI-библиотек. PyQt5 разработан компанией Riberbank Computing.[14]

PyQt5 реализован как комплект Python-модулей. Он включает в себя около 620 классов и 6000 функций и методов, включая:

1) Существующий набор виджетов графического интерфейса;
2) Стили виджетов;
3) Доступ к базам данных с помощью SQL (ODBC, MySQL, PostgreSQL, Oracle);
4) QScintilla, основанный на Scintilla виджет текстового редактора;
5) Поддержку интернационализации (i18n);
6) Парсер XML;
7) Поддержку SVG;
8) Интеграцию с WebKit, движком рендеринга HTML;
9) Поддержку воспроизведения видео и аудио;

Это мульти-платформенный инструментарий, который запускается на большинстве операционных систем, среди которых Unix, Windows и MacOS. PyQt5 реализован под двумя лицензиями. Разработчики могут выбрать между GPL и коммерческой лицензией.

PyQt также включает в себя Qt Designer (Qt Creator) — дизайнер графического интерфейса пользователя. Программа pyuic генерирует Python

код из файлов, созданных в Qt Designer. Это делает PyQt очень полезным инструментом для быстрого прототипирования. Кроме того, можно добавлять новые графические элементы управления, написанные на Python, в Qt Designer.[15]

4.3.2. fdb

FDB - это пакет библиотеки Python, реализующий поддержку Python Database API 2.0 для реляционной базы данных с открытым исходным кодом Firebird. В дополнение к минимальному набору функций стандартного API Python DB, FDB также предоставляет полный нативный (в старом стиле) клиентский API ядра базы данных и ряд дополнительных расширений и улучшений для удобного использования Firebird.[16]

FDB разрабатывается в рамках с проектом Firebird, и используется внутренне как ключевой компонент для Firebird QA.[17]

Доступ к базе данных осуществляется через объекты подключения. FDB предоставляет два конструктора для них:

1) create_database () — создание базы данных данных;

2) connect () — создание подключения к базе данных;

Для дальнейшего общение с базой нужно получить курсор. Пример добавления нового элемента в таблицу

```
import psycopg2
conn = psycopg2.connect(dbname='database', user='user',
password='mypassword', host='localhost')
cur = conn.cursor()
cur.execute("insert into KPU (SER\_NUM, ADRESS) values (?,?)",
                (1784, 1))
conn.commit()
cur.close()
conn.close()
```

4.3.3. psycopg2

PostgreSQL, пожалуй, это самая продвинутая реляционная база данных в мире Open Source Software. По своим функциональным возможностям она не уступает коммерческой БД Oracle и на голову выше собрата MySQL.[18]

В Python самой популярной библиотекой для работы с PostgreSQL является psycopg2. Эта библиотека написана на Си на основе libpq, соответствует стандарту DB-API 2.0. Основные методы DB-API, позволяющие полноценно работать с базой данных представлены на рисунке 12

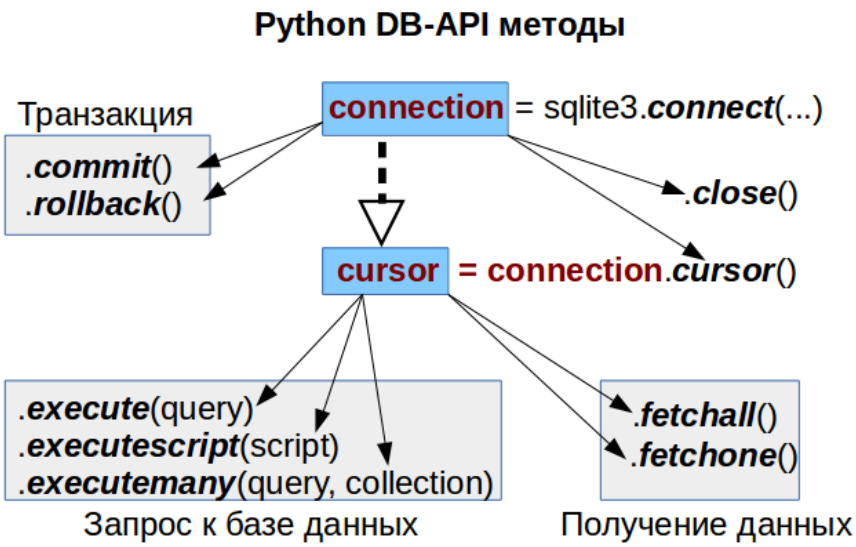


Рисунок 12 – Python DB-API Методы

5. Тестирование программы

Проверяем основной функционал программы. Добавляем новый контроллер, в postgreSQL и FireBird появилось новое оборудование, перед этим прошла проверка на уникальность серийного номера. При редактировании параметров контроллера, данные в базе данных тоже синхронизируются. При проверки таблицы приборов учета проблем не обнаружено. Список контроллеров и приборов учета полностью совпадает с данными в основной базе данных.

Производим замену КПУ, это сложный процесс включающий в себе полный перенос всех приборов учета с одного контроллера на другой, в двух базах данных. Для этого нажимаем «Замена».(рисунок 13)

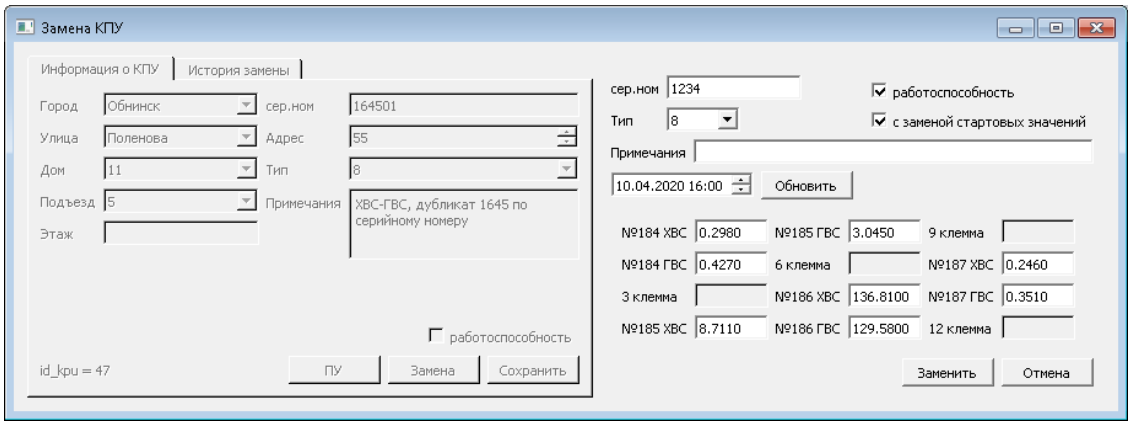


Рисунок 13 – Пример замены КПУ

При этом вкладка история замены не активна, серийный номер и тип КПУ обязательны для заполнения. Время замены устанавливается автоматически. Если при подготовке нового КПУ установили импульсы такие же, какие и были на старом КПУ, то убираем галочку «с заменой стартовых значений». Выбираем дату и время замены КПУ. Автоматически отображаются номера квартир и показания импульсов приборов учета подключенных к контроллеру. Процесс замены прошел успешно.

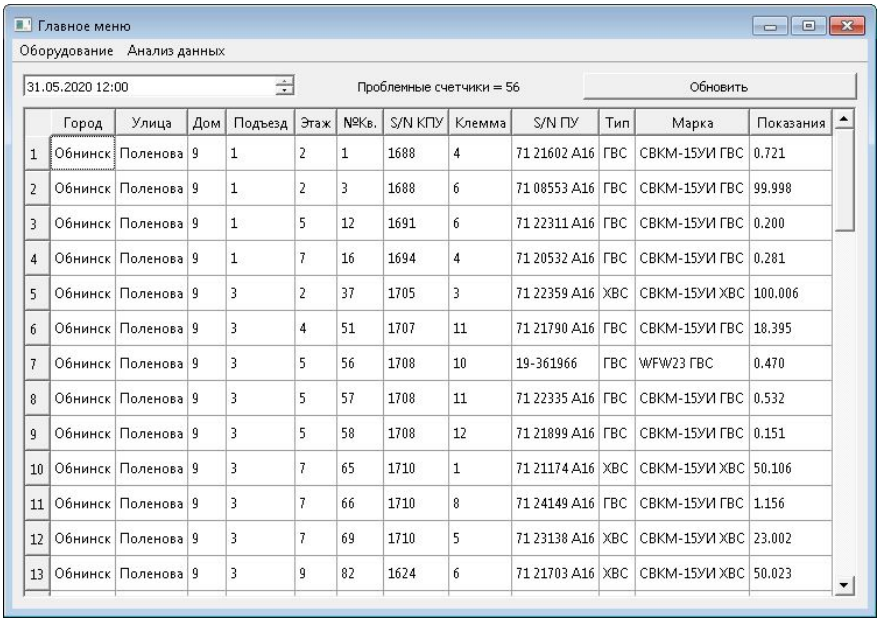
В ходе тестирования была выявлена проблема, при постоянном обновлении таблицы начинает подвисать программа. Происходило это из-за обновления данных в выпадающих списках в строке с фильтрами. Метод,

который заполняет чек боксы, вызывался не правильно. Данную проблему устранил. Скорость загрузки данных в таблице программы совпадает со скоростью загрузки данных из PostgreSQL.

Сортировка столбца в таблице по значению номера дома происходила не корректно. В номере дома может присутствовать буква, из-за этого в базе данных значение номера дома хранится в формате char. Сортировку производил при запросе данных из базы данных. Поэтому добавил замену формата переменной на integer, если в тексте содержится цифра.

```
ORDER BY city.city_name DESC, street.street_name DESC,
cast(substring(house.house_number from \'^[0-9]+\') as integer),
cast(entrance.num_entr as integer) DESC,
flat.num_flat DESC, counter.type_counter DESC
```

Во вкладке анализ данных отображаются автоматически выявленные проблемные счетчики. (рисунок 14)



	Город	Улица	Дом	Подъезд	Этаж	№Кв.	S/N КПУ	Клемма	S/N ПУ	Тип	Марка	Показания
1	Обнинск	Поленова	9	1	2	1	1688	4	71 21602 A16	ГВС	СВКМ-15УИ ГВС	0.721
2	Обнинск	Поленова	9	1	2	3	1688	6	71 08553 A16	ГВС	СВКМ-15УИ ГВС	99.998
3	Обнинск	Поленова	9	1	5	12	1691	6	71 22311 A16	ГВС	СВКМ-15УИ ГВС	0.200
4	Обнинск	Поленова	9	1	7	16	1694	4	71 20532 A16	ГВС	СВКМ-15УИ ГВС	0.281
5	Обнинск	Поленова	9	3	2	37	1705	3	71 22359 A16	ХВС	СВКМ-15УИ ХВС	100.006
6	Обнинск	Поленова	9	3	4	51	1707	11	71 21790 A16	ГВС	СВКМ-15УИ ГВС	18.395
7	Обнинск	Поленова	9	3	5	56	1708	10	19-361966	ГВС	WFW23 ГВС	0.470
8	Обнинск	Поленова	9	3	5	57	1708	11	71 22335 A16	ГВС	СВКМ-15УИ ГВС	0.532
9	Обнинск	Поленова	9	3	5	58	1708	12	71 21899 A16	ГВС	СВКМ-15УИ ГВС	0.151
10	Обнинск	Поленова	9	3	7	65	1710	1	71 21174 A16	ХВС	СВКМ-15УИ ХВС	50.106
11	Обнинск	Поленова	9	3	7	66	1710	8	71 24149 A16	ГВС	СВКМ-15УИ ГВС	1.156
12	Обнинск	Поленова	9	3	7	69	1710	5	71 23138 A16	ХВС	СВКМ-15УИ ХВС	23.002
13	Обнинск	Поленова	9	3	9	82	1624	6	71 21703 A16	ХВС	СВКМ-15УИ ХВС	50.023

Рисунок 14 – Список проблемных счетчиков

Проанализируем показания некоторых проблемных счетчиков. По построенному графику видно, что счетчик горячей воды перестал работать

30 мая. (рисунок 15)

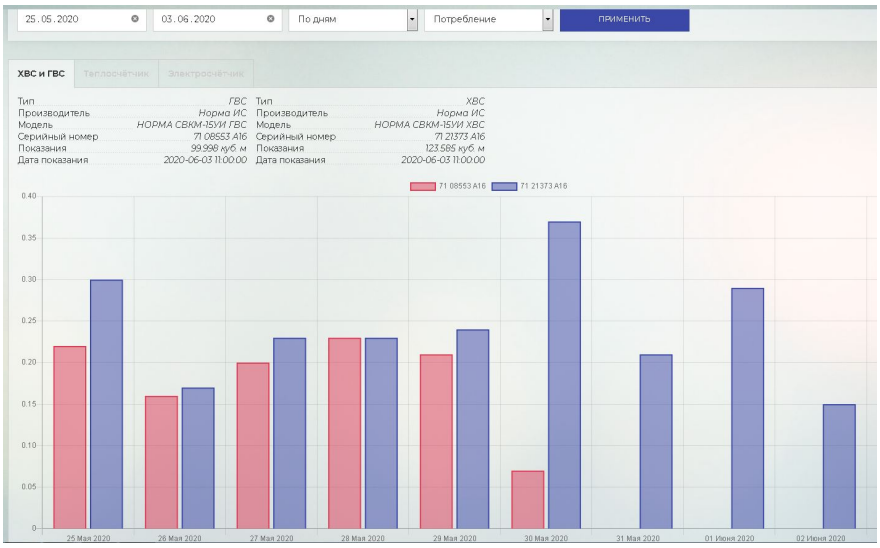


Рисунок 15 – Поленова 11 кв.17

На графике (рисунок 16) отображено потребление домового счетчика холодного водоснабжения в двух разных домах.

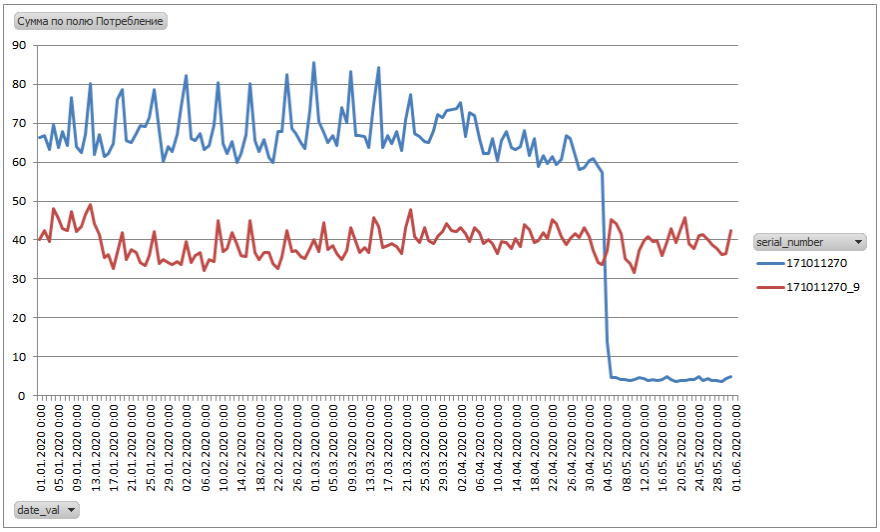


Рисунок 16 – Общедомовой счетчик воды

По неизвестным причинам 4 мая сильно уменьшилось потребление холодной воды у одного из домов. Счетчик начал неверно отображать показания. Для точности посмотрим показания этого счетчика взятые из базы данных, таблица 4.

Таблица 4: Потребление домового счетчика воды

Дата	Показания	Потребление
02.05.2020	30059,53	58,86
03.05.2020	30118,39	57,23
04.05.2020	30175,62	14,05
05.05.2020	30189,67	4,83
06.05.2020	30194,5	4,58
07.05.2020	30199,08	4,18

Источник: собственные данные

В ходе проверки проблемных счетчиков, выяснилось, что отбор таких счетчиков проходит грубо. 17 счетчиков оказались рабочими, просто их потребление не подходит под стандартный анализ данных.

Скриншоты работы программы представлены в приложении Б, частичный код программы представлен в приложении В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В России интерес к тематике Умного города растет с каждым годом, в том числе потому, что многие города подходят к пределам надежности и функциональности существующей инфраструктуры.

В результате проделанной работы было разработано программное обеспечение учета оборудований и анализа данных для системы учета ресурсов. В работе были выполнены следующие задачи:

1) Было рассмотрено несколько проектов Умный город. Выделены три группы проблем при разработке и реализации концепции Умного города в России. Изучены перспективы развития Умного города в Обнинске;

2) Проведен анализ существующих решений проблемы, выявлены сильные стороны проекта СКАУТ;

3) Изучен аппаратно-программного комплекса СКАУТ;

4) Разработана система квартирного учета потребления ресурсов. Проведен анализ показаний квартирных и домовых приборов учета, с помощью основных алгоритмов поиска проблемных счетчиков электроэнергии и водоснабжения. Разработан автоматизированный анализ данных;

5) Разработана программа для системы учета ресурсов на языке прошраммирования python;

6) Протестирована и оптимизирована программа системы учета ресурсов;

Полученные результаты помогли выявить 78 неисправных счетчиков. В дальнейшем планируется разработать алгоритм анализа данных теплосчетчиков. Возможность снижения расхода тепловой энергии на отопление неотъемлемая часть будущего Умного города.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Harrison C. D. I.* Theory of smart cities. — UK, 2011. — С. 1—15.
2. *Лагутенков А.* «Умный город»: от концепции к воплощению // Наука и жизнь. — 2018. — № 8. — URL: https://www.nkj.ru/archive/articles/34224/.
3. *А. О.* Введение в проблематику Смарт Сити. — Овчинников А., 2015. — С. 3—7.
4. Информационные технологии в Москве. —. — URL: https://www.mos.ru/city/projects/smartcity/.
5. Официальный сайт системы «СТРИЖ». — 2020.05.19. — URL: https://strij.tech/.
6. Официальный сайт АСКУЭ «Ресурс». — 2020.05.19. — URL: http://resurs.bolid.ru//index.php.
7. Официальный сайт Raspberry Pi. — 2020.05.15. — URL: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/.
8. Официальный сайт itelma. — 2020.03.06. — URL: https://itelma.com/products/category/1103575.
9. Официальный сайт saures. — 2020.03.06. — URL: https://www.saures.ru/katalog/itelma/schetchik-vody-kholodnoy-itelma-wfk-23-d110/.
10. Datasheet SANEXT Mono. — 2020.03.10. — URL: http://sanext.ru/teploschetchiki_sanext.
11. Официальный сайт ГК «Инкотекс». — 2020.03.06. — URL: https://www.incotexcom.ru/catalogue/m201.
12. *Карпов В.* Автоматизированная система контроля количества и качества предоставления коммунальных услуг населению города. — 2007.04. — URL: https://www.cta.ru/cms/f/?/364254.pdf.
13. *Тенякова Р.* Система сбора и обработки данных узлов учета тепловой энергии в ЖКХ "СКАУТ-тепло". — 2010.03. — URL: https://www.cta.ru/cms/f/434758.pdf.
14. *Саммерфилд М.* Python на практике. — ДМК Пресс, 2016.
15. Официальный сайт PyQt5. — 2020.05.02. — URL: www.riverbankcomputing.co.uk/news.
16. Документация по fdb. — 2020.03.04. — URL: https://pythonhosted.org/fdb/.
17. *Борри Х.* Firebird руководство разработчика баз данных. — БХВ Петербург, 2006.
18. Официальный сайт psycopg. — 2020.03.09. — URL: https://www.psycopg.org/.

Приложение А

Формат текстовых данных на домовом сервере `HashMapValue`

Формат файла данных о счетчиках

Файл представляет собой CSV файл (разделение символом ;). Название counters.txt Поля:

1) Порт компьютера;
2) Адрес КПУ на шине;
3) Номер клеммы;

Пример: /dev/ttyUSB0;05;3

Формат файла данных с показаниями

Файл представляет собой CSV файл (разделение символом ;). Название data.txt Поля:

1) Порт компьютера;
2) Адрес КПУ на шине;
3) Номер клеммы;
4) Дата;
5) Время (час без указания минут);
6) Показание.

Пример: /dev/ttyUSB0;05;3;10.10.2017;12;34.5

Приложение Б — Результаты работы

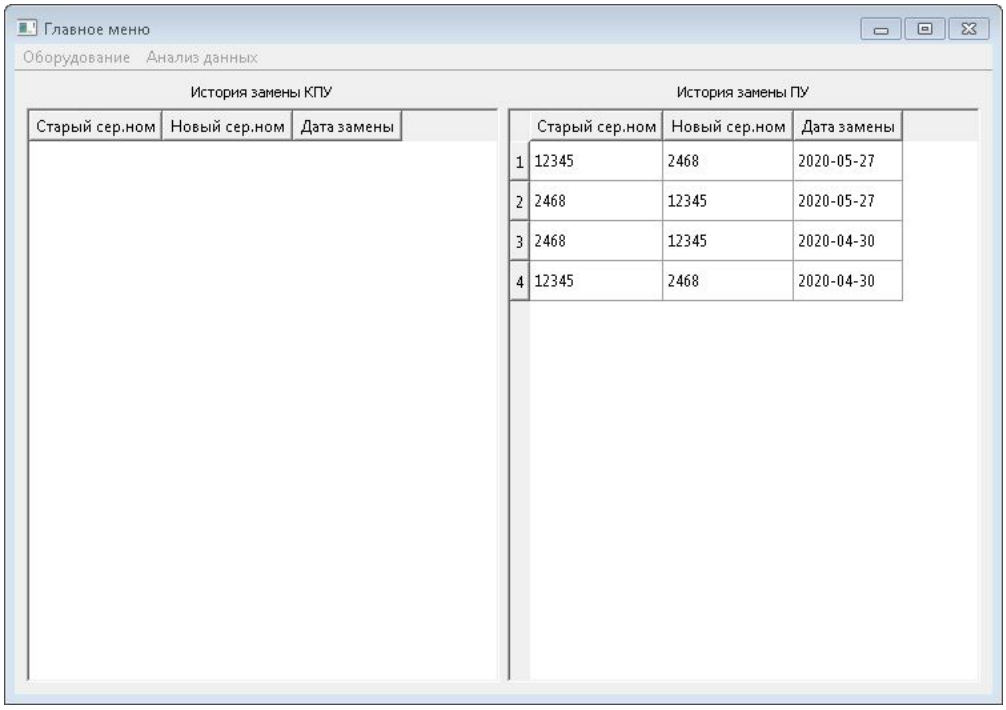
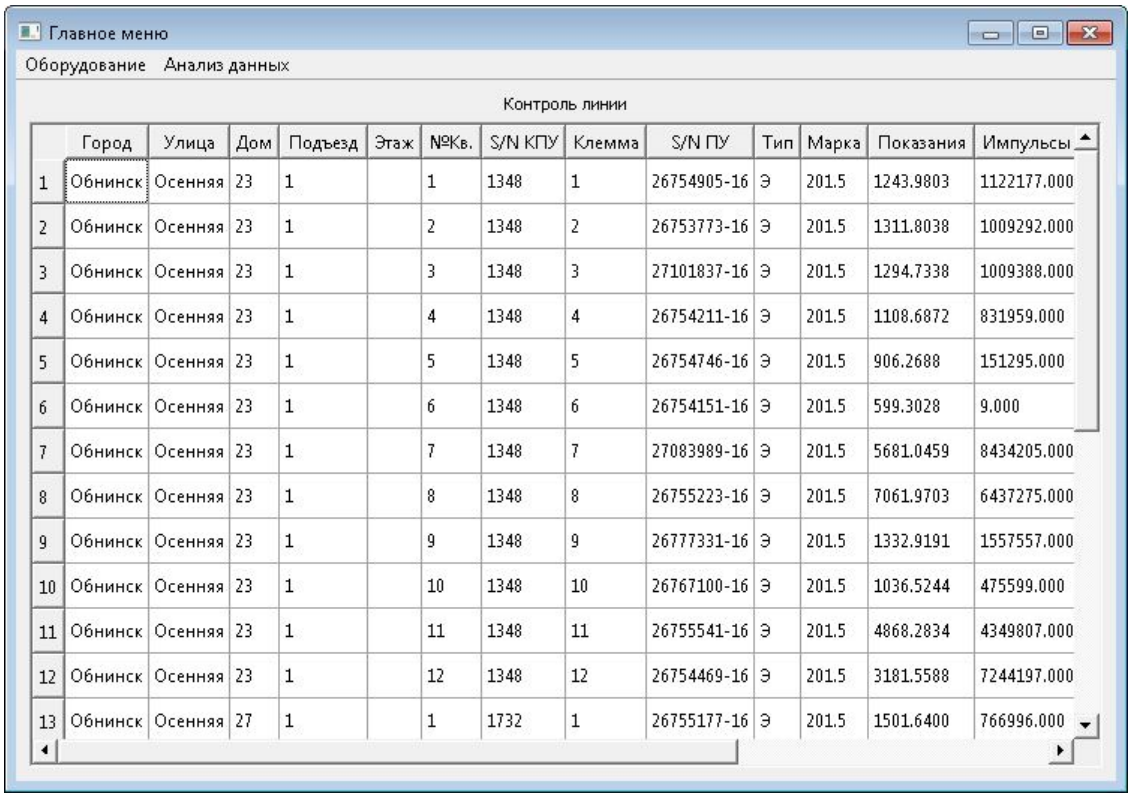


Рисунок 17 – Главное меню



	Город	Улица	Дом	Подъезд	Этаж	№Кв.	S/N КПУ	Клемма	S/N ПУ	Тип	Марка	Показания	Импульсы
1	Обнинск	Осенняя	23	1		1	1348	1	26754905-16	Э	201.5	1243.9803	1122177.000
2	Обнинск	Осенняя	23	1		2	1348	2	26753773-16	Э	201.5	1311.8038	1009292.000
3	Обнинск	Осенняя	23	1		3	1348	3	27101837-16	Э	201.5	1294.7338	1009388.000
4	Обнинск	Осенняя	23	1		4	1348	4	26754211-16	Э	201.5	1108.6872	831959.000
5	Обнинск	Осенняя	23	1		5	1348	5	26754746-16	Э	201.5	906.2688	151295.000
6	Обнинск	Осенняя	23	1		6	1348	6	26754151-16	Э	201.5	599.3028	9.000
7	Обнинск	Осенняя	23	1		7	1348	7	27083989-16	Э	201.5	5681.0459	8434205.000
8	Обнинск	Осенняя	23	1		8	1348	8	26755223-16	Э	201.5	7061.9703	6437275.000
9	Обнинск	Осенняя	23	1		9	1348	9	26777331-16	Э	201.5	1332.9191	1557557.000
10	Обнинск	Осенняя	23	1		10	1348	10	26767100-16	Э	201.5	1036.5244	475599.000
11	Обнинск	Осенняя	23	1		11	1348	11	26755541-16	Э	201.5	4868.2834	4349807.000
12	Обнинск	Осенняя	23	1		12	1348	12	26754469-16	Э	201.5	3181.5588	7244197.000
13	Обнинск	Осенняя	27	1		1	1732	1	26755177-16	Э	201.5	1501.6400	766996.000

Рисунок 18 – Обрыв линии или не обновились показания

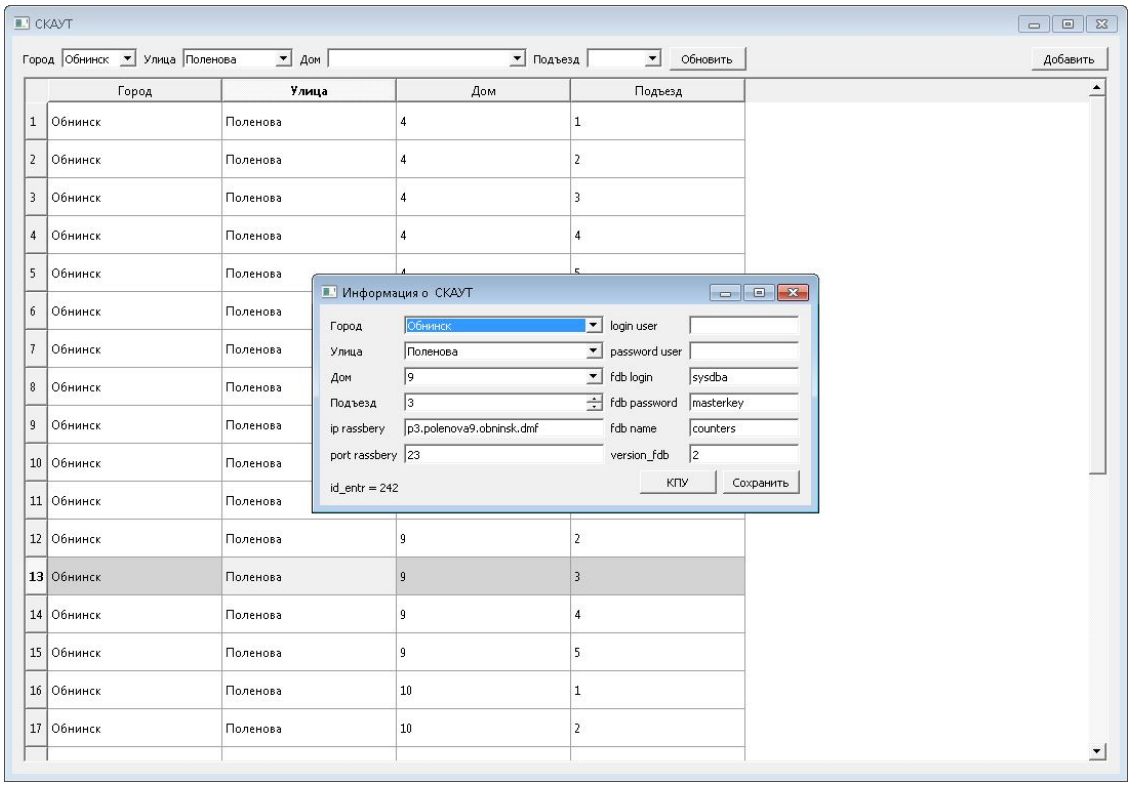


Рисунок 19 – Добавление нового СКАУТ

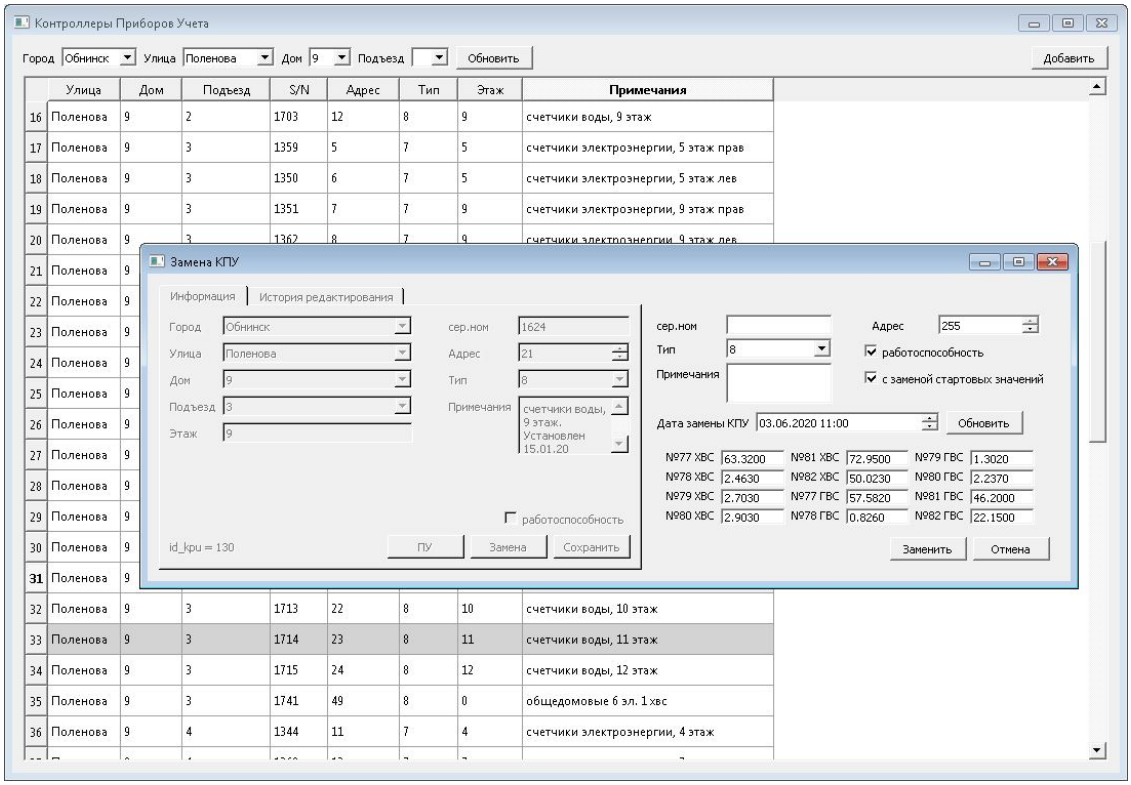


Рисунок 20 – Замена КПУ

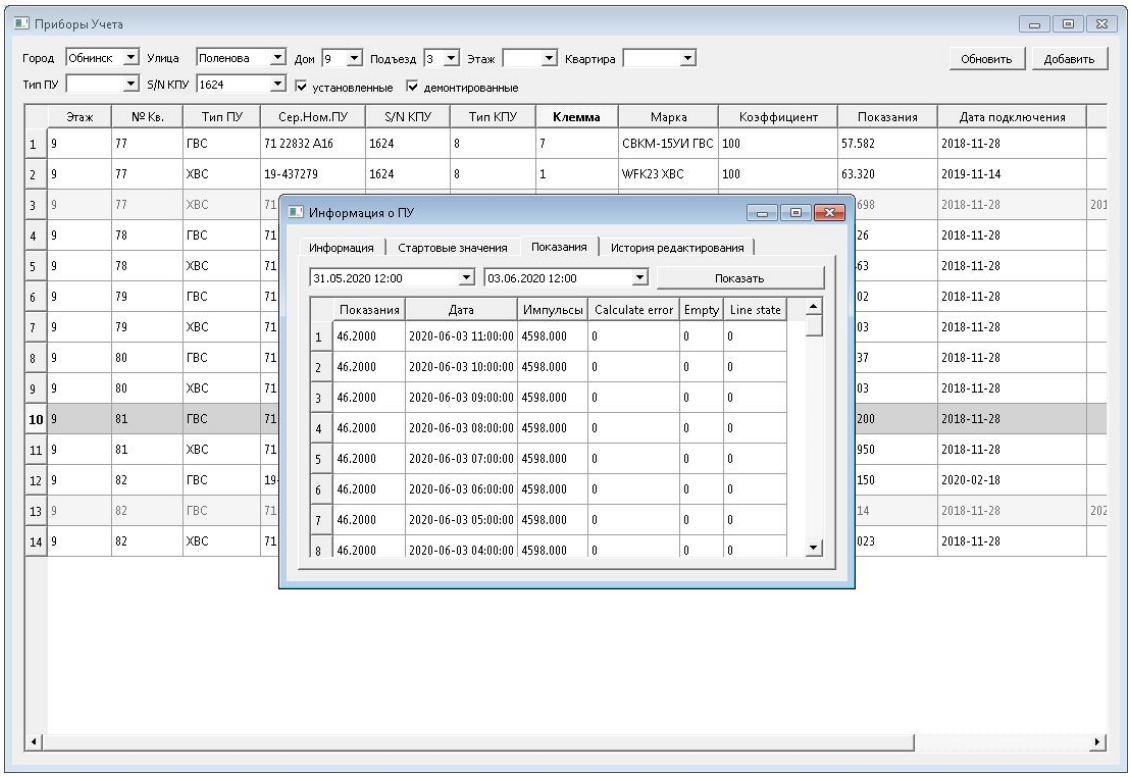


Рисунок 21 – Показания прибора учета

Приложение В — Листинг программы

Метод заполнения таблицы с информацией о замененных КПУ:

```

        def select_line_state(self):
                self.tableWidget_replaceKPU.hide()
                self.tableWidget_replacePU.hide()
                self.label_replaceKPU.hide()
                self.label_replacePU.hide()
                self.tableWidget_lineState.show()
                self.label_lineState.show()
                self.tableWidget_lineState.setRowCount(0)
                sql_query = """ SELECT
                        city.city_name, street.street_name,
                        house.house_number,
                        entrance.num_entr,
                        flat.flatfloor,
                        flat.num_flat,
                        kpu.ser_num,
                        counter.klemma,
                        counter.serial_number,
                        case counter.type_counter
                        when 1 then 'ГВС'
                        when 2 then 'ХВС'
                        when 3 then 'Т'
                        when 4 then 'Э'
                        end AS Тип,
                        marka.name_marka,
                        date_value.value_zn,
                        date_value.impulse_value,
```

```
28                      date_value.line_state,
29                      date_value.empty,
30                      counter.last_date
31
32              FROM cnt.counter
33                      left join public.flat
34                      on flat.id_flat = counter.id_flat
35                      left join cnt.date_value
36                      on counter.id_klemma = date_value.id_klemma
37                      left join cnt.kpu
38                      on kpu.id_kpu = counter.id_kpu
39                      left join cnt.marka
40                      on counter.id_marka = marka.id_marka
41                      left join public.entrance
42                      on entrance.id_entr = flat.id_entr
43                      left join public.house
44                      on house.id_house = entrance.id_house
45                      left join public.street
46                      on street.id_street = house.id_street
47                      left join public.city
48                      on city.id_city = street.id_city
49
50              WHERE
51                      date_value.date_val = counter.last_date
52                      and (date_value.line_state = 1
53                      or date_value.empty = 1)
54                      and working_capacity = 'TRUE'
55
56              order by city.city_name DESC, street.street_name
57              DESC, cast(substring(house.house_number from
58              \'^[0-9]+\') as integer) DESC,
```

```
59                  cast(entrance.num_entr as integer) DESC,
60                  flat.num_flat DESC, date_value.date_val DESC,
61                  counter.type_counter DESC"""
62
63                  cur = conn.cursor()
64                  cur.execute(sql_query)
65                  data = cur.fetchall()
66                  for index,row in enumerate(data):
67                          self.tableWidget_lineState.insertRow(0)
68                          for k in range(len(row)):
69                                  item = QTableWidgetItem
70                                  ('' if data[index][k]==None
71                                  else str(data[index][k]))
72                                  self.tableWidget_lineState.
73                                  setItem(0,k,item)
74                  cur.close()
75                  self.tableWidget_lineState.resizeColumnsToContents()
76                  /* ... */
77          }
```

Метод заполнения выпадающего списка:

```
1  def filtr_city(self):
2          self.comboBox_city.clear()
3          self.comboBox_city.id = []
4          self.comboBox_city.addItem('')
5          cur = self.conn.cursor()
6          city_query = """SELECT DISTINCT
7                  city.city_name,
8                  city.id_city
9                  FROM
```

```
                public.entrance
                left join public.house
                on house.id_house = entrance.id_house
                left join public.street
                on street.id_street = house.id_street
                left join public.city
                on city.id_city = street.id_city
                order by city.city_name"""
        cur.execute(city_query)
        data = cur.fetchall()
        self.list_id_city = [0]
```

Метод слежения таблицы за перемещением курсора мышки:

```
def line_selection(self, row, column):
 if self.current_hover != row:
  for j in range(self.tableWidget_kpu.columnCount()):
   if self.tableWidget_kpu.item(self.current_hover,10).text()=='0':
    self.tableWidget_kpu.item(self.current_hover, j).
    setBackground(QtGui.QColor(245,245,245))
   else:
    self.tableWidget_kpu.item(self.current_hover, j).
    setBackground(QBrush(QColor('white')))
   self.tableWidget_kpu.item(row, j).
   setBackground(QBrush(QColor('lightGray')))
  self.current_hover = row
```

Метод соединения с локальной базой данных:

```
def create_connection_firebird(self):
 try:
```

```
3    self.connection = None
4    self.connection = fdb.connect(
5    host=self.ip_rassbery,
6    database=self.fdb_path,
7    user=self.fdb_login,
8    password=self.fdb_password
9    )
10   print("\nConnection to the FireBird DB successful.
11   \nhost = ",self.ip_rassbery,"\nname = ",
12   self.fdb_path,"\nuser = ",self.fdb_login,"\npassword = ",
13   self.fdb_password)
14  except:
15   msg = QMessageBox()
16   msg.setWindowTitle("Ошибка")
17   msg.setText("Не удалось подключиться к локальной базе данных.")
18   msg.setInformativeText("Хотите отредактировать данные СКАУТ
19   или продолжить без добавления КПУ в базу данных FireBird?")
20   msg.setDetailedText("host = "+str(self.ip_rassbery)+"\nname =
21    "+str(self.fdb_path)+"\nuser = "+str(self.fdb_login)+
22    "\npassword = "+str(self.fdb_password))
23   scautButton = msg.addButton('СКАУТ', QMessageBox.AcceptRole)
24   continueButton = msg.addButton('Продолжить',
25   QMessageBox.RejectRole)
26   msg.exec()
27   if msg.clickedButton() == scautButton:
28    self.add_scaut = scaut.Add_Scaut(self.val_id_entr,self.conn)
29   if msg.clickedButton() == continueButton:
30    self.checkBox.setChecked(False)
31    self.val_workability = False
32   print (traceback.format_exc())
```