

## Разработка программного обеспечения автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов и воды

*Е.С.Семенистая, И.Г.Анацкий, Ю.А.Бойко*

*Южный федеральный университет, Таганрог*

**Аннотация:** В работе предложен подход к разработке программного обеспечения для системы комплексного учета, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ. Данная система решает задачу объединения разрозненных аппаратных компонентов в единое целое. Для разработки такого программного обеспечения были проанализированы существующие системы на рынке. В предлагаемом подходе особое место уделено разработке сервисного программного обеспечения. Рассмотрены основные свойства такого программного обеспечения, его основные компоненты и функциональные особенности. Основной особенностью является наличие аналитического программного обеспечения, позволяющего на основе полученных данных прогнозировать состояние системы в целом.

**Ключевые слова:** автоматизированные системы учета расхода энергоресурсов и воды, программное обеспечение, инструментальные средства, сервисное программное обеспечение, аналитическое программное обеспечение.

Во всем мире особое внимание сегодня большое внимание уделяется эффективности учета энергоресурсов и воды, а также проблемам охраны окружающей среды. Быстрыми темпами развиваются Интернет-платформы, связанные с «Интернетом вещей», в частности объемы этого рынка по прогнозам составят 123 миллиарда долларов [1].

В условиях высокой стоимости и дефицита энергоресурсов появляется необходимость не только в регистрации объемов потребляемых энергоресурсов и воды, но и в оперативном управлении, ведении статистики, прогнозирования расходования энергоресурсов. Особо важной задачей является обнаружение и локализация мест утечек, вызванных износом оборудования или несанкционированным подключением. А также обеспечения безопасного с экологической точки зрения производства, транспортировки, хранения и использования энергоресурсов.

Для промышленных предприятий и ресурсоснабжающих организаций является важным обеспечение своевременной поставки энергоресурсов и их оплаты. Сумма расходов, связанных с оплатой потребляемых ресурсов растет

---

исоставляет заметную долю затрат, значительно влияет на себестоимость производства, вызывая ответный рост отпускных цен, тем самым снижая конкурентоспособность продукции[2].

Для осуществления мероприятий по сокращению издержек необходимо получать полную и достоверную информацию. Регистрация необходимой информации о потреблении ресурсов осуществляется путем установки приборов учета у потребителей. Однако для эффективного решения вопроса одной этой меры недостаточно. Существует масса способов искажения показаний приборов учета, которыми пользуются недобросовестные потребители. Места установки приборов учета часто недостижимы для контроллера, как это бывает в случае водяных счетчиков в многоквартирных домах. Оперативность, полнота и синхронность собранной контроллерами информации очень низкая (несколько суток) и позволяет лишь приблизительно оценивать разбаланс, а о возможности выявлять утечки или поломки приборов учета вообще речи не идет.

Решить подобного рода проблемы возможно с внедрением автоматизированной информационной измерительной системы контроля и учета энергоресурсов (АИИСКУЭ). Такой подход многократно увеличивает возможности учета, предоставляя точную, достоверную и оперативную информацию о потреблении. Кроме этого, появляется возможность значительно сократить штат контроллеров, что также дает ощутимый экономический эффект, а также минимизировать влияние человеческого фактора. Дополнение аналитического программного обеспечения упрощает анализ полученной информации, позволяя быстро получать все исходные данные для принятия решений и позволяет оперативно реагировать на экстренные ситуации [3].

На российском рынке представлено достаточное количество уже внедренных АИИСКУЭ. Эти системы различны по функционалу и назначению и их можно разделить на две группы:

– Программные продукты, созданные на основе систем верхнего уровня (АИИС КУЭ, оптовый рынок энергоресурсов), с упрощенным функционалом. Для пользования ПО данных систем потребуется иметь образование инженера АСУ или пройти дополнительное обучение. Пример систем: АСКУЭ «Меркурий-Энергоучет», ООО «Инкотекс-СК», Россия, г. Москва[4], АСКУЭ «ЭНЕРГОМЕРА»ОАО «Концерн Энергомера», Россия, г.Ставрополь[5],АИИС «Матрица», ООО «МАТРИЦА», Россия, г.Москва [6].

– Программные продукты, созданные специально для сферы ЖКХ и ориентированные, в первую очередь, на потребителя (абонента) энергоресурсов. Данные системы отличает разумно ограниченный объем предоставляемой абоненту информации и интуитивно понятные WEB-интерфейсы с личными кабинетами, не требующие дополнительных знаний для пользования системой. Пример систем: ИАСКУЭ «ПУЛЬСАР», ГК «Новые технологии» Компания «ТЕПЛОВОДОХРАН»[7], АСКУЭ «ПИРАМИДА», ГК «Системы и технологии», г.Владимир [8], АСКУЭ «АИСТ», г.Самара [9], АРМ "Ресурс", НВП «Болид», г.Москва[10], «DCU 0920 DataConcentratorUnit», Индия, г.Хайдарабад («AmiTechIndiaPrivateLimited[11].

При схожем функционале программного обеспечения этих систем, разница ощутима на уровне пользователя (абонента), который в итоге и оплачивает внедрение и эксплуатацию системы сбора и учета данных.

Основные тенденции в функционале ПО систем сбора данных:

- наличие WEB-интерфейса с интуитивно понятной структурой,
- наличие приложений для смартфонов,

– увеличение сервисных функций (электронная квитанция, оплата из личного кабинета, автоплатеж, собрание онлайн и т.д.).

На основе анализа работы выше перечисленных систем предлагается структура программного обеспечения, учитывающая особенности потребителя.

В целом система решает задачу объединения разрозненных аппаратных компонентов в единое целое. Она обеспечивает работоспособность самих аппаратных компонентов, их взаимодействие между собой и сопряженным оборудованием, передачу, хранение и анализ полученной от приборов учета информации, обмен данными с внешними системами, управление исполнительными устройствами и взаимодействие с конечными потребителями посредством клиентского программного обеспечения.

Поскольку система сбора данных является распределенной географически, состоящей из многих аппаратных компонентов, объединенных между собой каналами связи и программным обеспечением, программное обеспечение состоит из множества компонентов, каждый из которых имеет собственное назначение и решает свою задачу в рамках системы сбора данных от приборов учета. В число этих компонентов входят:

- микродрайверы сопряженных устройств, для взаимодействия блоков телеметрии с сопряженными устройствами;
  - микропрограммы для обеспечения работы блоков телеметрии и базовых станций;
  - драйверы пакетов для обмена данными с базовыми станциями;
  - ПО для настройки и прошивки блоков телеметрии и базовых станций;
  - СУБД оперативного контура, СУБД экспресс-данных, основная СУБД.
-

- диспетчеры внутренней обработки данных - для обработки принятых данных, формирования промежуточных итогов, формирования команд на периодические опросы, регламентные обработки и т.д.

- диспетчеры внешней обработки данных для обмена данными с внешними системами, такими как учетные системы поставщиков ресурсов

- сервер обмена информацией с внешними системами - для изоляции СУБД от внешних подключений

- внешние интерфейсы - для взаимодействия с пользователями системы в виде клиентских приложений оператора, абонента,

- WEB- интерфейсы, средства импорта данных и справочников.

Обобщенная структура программного обеспечения инновационной системы комплексного учета состоит из следующих основных частей:

1) аналитическое ПО (аналитическое ядро, набор функций и процедур в виде библиотек для аналитических и прогнозных задач) решает следующие основные задачи:

- контроль достоверности данных, получаемых с абонентских приборов учета;

- проведение краткосрочного и долгосрочного прогнозирования потребления ресурсов;

- анализ корректности информации, получаемой от абонентских приборов учета, на основе прогнозных значений и результатов анализа параметров окружающей среды.

2) клиентское ПО (основной модуль, веб-интерфейс, мобильное решение) решает следующие основные задачи:

- взаимодействие со сторонними системами;

- разграничение и протоколирование доступа персонала;

- подготовка аналитических и прогнозных отчетов для отображения оператору;
- регистрация информации о состоянии приборов учета и линии связи.
- хранение данных, полученных с приборов учета, в специализированной базе данных;
- обеспечение удаленного мониторинга и управления;
- формирование отчетных документов, квитанций и экономических расчетов;
- подробный учет и регистрация информации о расходе электроэнергии, природного газа и воды с учетом установленных тарифов;
- получение необходимой информации из центра сбора информации (аналитическое ПО) для предоставления её пользователю (клиент-потребитель ресурсов, контролирующие и ресурсоснабжающие организации).

3) сервисное ПО решает следующие основные задачи:

- настройка основных параметров функционирования приборов учета;
  - диагностика функционирования элементов комплекса.
  - Аналитическое программное обеспечение предназначено для:
    - статистической обработки ранее собранных данных с целью прогнозирования потребления природного газа, электроэнергии и воды;
    - упорядочивания выборок информации от приборов учета расхода ресурсов, формирующего отчетную и прогнозную информацию;
    - формирования отчетной информации о потреблении природного газа, электроэнергии, горячей и холодной воды;
    - выгрузки (передачи) информации о потреблении природного газа, электроэнергии, горячей и холодной воды в информационные
-



системы организаций жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) и ресурсоснабжающих организаций (РСО).

Клиентское программное обеспечение предназначено для:

- обеспечения взаимодействия с SQL - сервером с целью доступа к таблицам баз данных потребления газа, электроэнергии и воды, а также к информации о клиентах;

- обеспечения взаимодействия с WEB сервером с целью удаленного администрирования клиентского программного обеспечения;

- обеспечения защиты от несанкционированного доступа к данным и возможных ошибок операторов;

- обеспечения группировки данных по значениям различных параметров (показания счетчиков, дате и т.д.), хранимых в базах данных.

- обеспечения доступа к статистическим вычислениям за указанный период средних, максимальных и минимальных значений данных из таблиц баз данных, поддерживаемых SQL - сервером;

- обеспечения группировки данных по значениям различных вычисленных параметров (промежуточных результатов предварительной обработки и т.д.), как хранимых в базах данных, так и поставляемых извне.

- использования элементов искусственного интеллекта с целью повышения уровня общения с клиентами;

- возможность добавления (после соответствующей компиляции) дополнительных алгоритмов обработки данных.

- Сервисное программное обеспечение предназначено для:

- обеспечения полнофункциональной работы пользователя АРМ «Сервис»;

- контроля текущего состояния сетей потребления природного газа, электроэнергии, воды и тепла;

---

- диагностики функционирования технических элементов Комплекса;
- настройки основных параметров функционирования приборов учета и контроля;
- отображения диагностической информации и сведений о возникающих нештатных ситуациях: вмешательство извне в работу прибора учета, появление отказов во встроенном программном обеспечении и т.п.;
- автоматизированного сбора, преобразования и анализа полученной от приборов учета и контроля информации;
- мониторинга состояния и удаленного управления приборами учета, блоками телеметрии, базовыми станциями и модемами;
- ограничения предоставления услуг потребителю энергоресурсов и воды в случае возникновения нештатных ситуаций, в том числе при наличии задолженности;
- архивного хранения данных, полученных с приборов учета и базовых станций (модемов), в специализированной базе данных;
- формирования аналитических отчетов.

Рассмотрим подробнее сервисное программное обеспечение – программный продукт, являющийся составной частью программного комплекса, с разграничением прав пользователей к набору действий и функций, выполняемых в рамках настройки основных параметров функционирования и мониторинга состояния приборов учета, телеметрических блоков, базовых станций и модемов.

Сервисное программное обеспечение содержит разнообразные средства для связи с другими программами и аппаратными средствами, такие как:



– обмен файлами (импорт и экспорт информации через текстовые файлы, файлы формата DBF, XLS, PDF, XML, DOC, TXT, CSV, сохранение печатных форм в форматах MicrosoftExcel);

– технология внешних компонент (дополнительных программных модулей) для решения специальных задач, в которых требуется более тесная и эффективная интеграция ПО с другими программами и оборудованием.

– схема взаимодействия Сервисного программного обеспечения со сторонними программами (составные части Аналитического ПО, почтовые сервисы и СМС-шлюз) представлена на рис. 1. Взаимодействие Сервисного ПО с указанными программами обеспечено на уровне информационных связей (на уровне базы данных).

Структура сервисного программного обеспечения представлена на рисунке 1. Основными составными частями Сервисного ПО являются: исполняемый модуль с набором прилагаемых файлов (библиотек), веб-модуль, сервисы обслуживания протокола обмена информацией и баз данных, СМС-шлюз, почтовый сервис, протоколы обмена данными между серверами и взаимодействия с Аналитическим программным обеспечением.

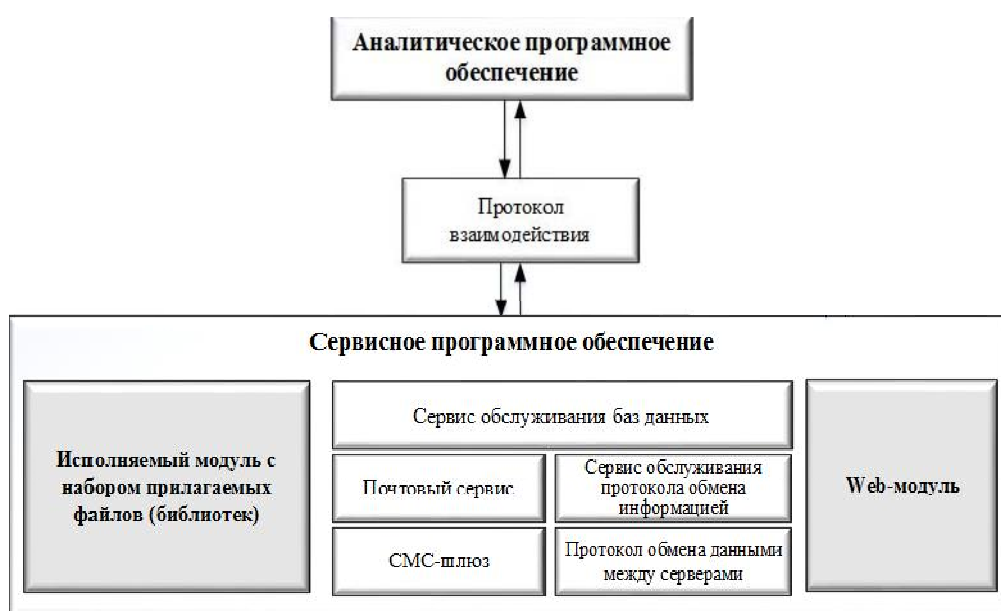


Рис.1 - Структура сервисного программного обеспечения

Исполняемый модуль и набор библиотек, разрабатываемые на языке Delphi, содержит функционал, обеспечивающий полнофункциональную работу пользователя: контроль текущего состояния сетей потребления природного газа, электроэнергии и воды; диагностика функционирования технических элементов программного обеспечения; настройка основных параметров функционирования приборов учета ресурсов; отслеживание диагностической информации и сведений о возникающих нештатных ситуациях; автоматизированный сбор, преобразование и анализ полученной от приборов учета информации; мониторинг состояния приборов учета, блоков телеметрии, базовых станций и модемами; ограничение предоставления услуг потребителю энергоресурсов и воды в случае возникновения нештатных ситуаций, в том числе наличия задолженности; возможность архивирования данных в специализированной базе данных; формирование аналитических отчетов.

Веб-модуль включает в себя самостоятельное веб-приложение с интерфейсом Оператора, предназначенное для:

- контроля текущего состояния сетей потребления природного газа, электроэнергии и воды;
  - мониторинга состояния и удаленного управления приборами учета, блоками телеметрии, базовыми станциями и модемами;
  - отображения диагностической информации и сведений о возникающих нештатных ситуациях: вмешательство извне в работу прибора учета, появление отказов во встроенном программном обеспечении и т.п.;
  - ограничение предоставления услуг потребителю энергоресурсов и воды в случае возникновения нештатных ситуаций, в том числе наличия задолженности;
  - анализа информации, полученной от приборов учета и контроля информации, а также формирование аналитических отчетов.
-

В веб-приложении выделяются следующие структурные элементы: главное меню, информационные динамические панели, селектор зон, виджеты статуса устройств.

Главное меню содержит следующие разделы:

- реестр приборов учета–подробный перечень приборов учета, принадлежащих текущей сервисной зоне. Отображаемые данные: тип учитываемого ресурса, серийный номер прибора учета, серийный номер блока телеметрии, номер лицевого счета, место установки прибора – адрес и комментарий к нему, факт того, что счетчик является балансовым, последние показания прибора по основному ресурсу, дата-время последних показаний, статус нештатных ситуаций. Предусмотрена возможность экспорта данных;
- карты–интерактивная карта с отображением маркеров базовых станций и приборов учета;
- прямое подключение к приборам учета – функционал подключения и удаленного управления Встроенным программным обеспечением приборов учета;
- архив данных – табличное и графическое представление архивных сведений за выбранный период времени. Предусмотрена возможность экспорта данных;
- мониторинг радиосети – сводная информация по принятым пакетам от приборов учета в разрезе базовых станций. Предусмотрена возможность экспорта данных.

Селектор зон представляет собой древовидный список с возможностью разворачивания и сворачивания отдельных ветвей зон.

Виджеты статуса устройств представляют собой небольшие информационные блоки, содержащие сведения о состоянии базовых станций и приборов учета.

---

Сервис обслуживания баз данных представляет собой сервисное приложение (служба), предназначенное для обслуживания баз данных, очистки кэша, уведомлении о возникающих тревожных ситуациях, получении данных с сервера оперативного контура, расчета часовых и получасовых дельт и прочего.

Сервис обслуживания протокола обмена информацией представляет собой приложение, предназначенное для взаимодействия с базой данных, а также взаимодействия с другим серверами системы посредством протокола взаимодействия.

Протокол обмена данными между серверами представляет собой набор соглашений интерфейса логического уровня, задающих единообразный способ передачи сообщений и обработки ошибок при взаимодействии серверов.

СМС-шлюз представляет собой интерфейс, с помощью которого возможно отправлять и получать сообщения из программного обеспечения без использования специального GSM оборудования.

Почтовый сервис представляет собой функционал отправки почтовых уведомлений. Этот сервис удобно использовать не только для рассылки писем, но и обычных уведомлений с сайта. Для взаимодействия почтового сервиса с программным обеспечением, используется API с довольно широким спектром возможностей.

Протокол взаимодействия с Аналитическим программным обеспечением представляет собой набор соглашений, который определяет обмен данными между составными частями Сервисного и Аналитического программных обеспечений.

Предложенная структура программного обеспечения позволяет максимально отследить все изменения, происходящие в приборах учета; отследить проблемы, возникающие у потребителя; учесть все пожелания

---



пользователя, предотвратить несанкционированные подключения, локализовать места утечек.

Основной особенностью является аналитическое программное обеспечение, позволяющее прогнозировать поведение системы с достаточной точностью.

Результаты исследований, изложенные в данной статье, получены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках реализации проекта «Разработка и создание высокотехнологичного производства инновационной системы комплексного учета, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ» по постановлению правительства №218 от 09.04.2010г. Исследования проводились в ФГАОУ ВО ЮФУ.

### Литература

1. Metering&smart energy. Itron International // URL:metering.com/news.
  2. Д.П.Ильченко. Введение оптимизационных показателей оценки инвестирования в модернизацию предприятий с учётом энергосбережения// Инженерный вестник Дона, 2012. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/1030.
  3. Р.С.Кузнецов, Ю.В.Тимофеев, Н.А. Смирнов, М.С. Тютяев, А.П.Черкис, Н.Л.Щербакова. Механизмы вычислительного интеллекта при решении задачи автоматизации прогнозирования электроэнергии // Инженерный вестник Дона, №2. 2012г. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/823.
  4. ООО "Инкотекс-СК". АСКУЭ Меркурий-Энергоучёт// URL: incotexcom.ru/kont.htm.
  5. ОАО «Концерн Энергомера» (АСКУЭ «Энергомера») // URL: energomera.ru/ru/products/askue/about.
  6. ООО «Матрица». Производство систем учета. // URL:matritca.ru/.
-



7. ГК «Новые технологии». Тепловодохран. URL:pulsar.nt-rt.ru/.
8. ГК «Системы и технологии». АИИС КУЭ «Пирамида 2.0» URL:sicon.ru/prod/po/pyramid20.
9. АСКУЭ«АИСТ» // URL:aist-system.ru.
10. НВП «Болид». Системыбезопасности. АРМ «Ресурс» URL:bolid.ru/production/resurs.
11. DCU 0920 Data Concentrator Unit. Ami Tech India Private Limited // URL: indiamart.com/amitech-india-limited/services.html#dcu-0920-data-concentrator-unit.

### References

1. Metering&smart energy. Itron International. URL: metering.com/news.
  2. D.P. Ilchenko. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/1030.
  3. R.S.Kuznetsov, Yu.V.Timofeev, NA Smirnov, MS Sissy, A.P.Cherkis, N.L.Scherbakova. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/823.
  4. ООО "Incotex-SK". ASKUE Merkury-Energouchet [LLC "Incotex-SC". AMR Mercury energy registration] URL: incotexcom.ru/kont.htm.
  5. ОАО "Kontsern Energomera" (ASKUE "Energomera") [JSC "Energomera" (AMR "Energomera»)] URL: energomera.ru/ru/products/askue/about.
  6. ООО "Matritsa"Proizvodstvo system ucheta["The Matrix" LLC. Production accounting systems]. URL: matritca.ru.
  7. ГК "Novye tehnologii" "Teplovodohran ["New technologies". Teplovodohran]. URL: pulsar.nt-rt.ru/.
  8. ГК "Sistemy i tehnologii" AIIS KUE "Piramida 2.0" [GC "Systems and Technologies". AMR "Pyramid 2.0"] URL: sicon.ru/prod/po/pyramid20.
  9. ASKUE "AIST" [AMR "AIST"] URL: aist-system.ru.
  10. NVP "Bolid" Sistemy bezopasnosti. ARM "Resurs" [NVP "Fireball".
-



Security systems. АРМ "Resource"] URL: [bolid.ru/production/resurs](http://bolid.ru/production/resurs).

11. DCU 0920 Data Concentrator Unit. Ami Tech India Private Limited. URL: [indiamart.com/amitech-india-limited/services.html#dcu-0920-data-concentrator-unit](http://indiamart.com/amitech-india-limited/services.html#dcu-0920-data-concentrator-unit).