

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему: Автоматизация учета электроэнергии потребителей города
Кандалакши

Студент

М.А. Говорухина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Ю.В. Черненко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

Объектом исследования выпускной квалификационной работы (ВКР) является автоматизация учета электроэнергии с помощью АИИСКУЭ.

Актуальность темы заключается в том, что благодаря внедрению системы АИИСКУЭ возможно вести точный учет потребления электроэнергии, значительно снизить ее хищения, повысить общий уровень оплаты и надежность электроснабжения (за счет непрерывного мониторинга режимов электропотребления).

Цель работы заключается в обзоре и анализе режимов работы АИИСКУЭ и ее оборудования, оценке экономической эффективности установки АИИСКУЭ.

Основные задачи работы: проанализировать структуру АИИСКУЭ города; рассмотреть оборудование АИИСКУЭ и ее программное обеспечение; рассмотреть программное управление счетчиками; провести оценку экономической эффективности установки АИИСКУЭ.

Выпускная квалификационная работа состоит из пяти разделов и выполнена на 48 страницах. Содержит 7 таблиц и 24 рисунка. Графическая часть бакалаврской работы состоит из 6 чертежей на формате А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Структура АИИСКУЭ города.....	6
1.1 Назначение АИИСКУЭ	6
1.2 Коммунальные потребители (Многоэтажные многоквартирные жилые дома, частные дома, коттеджи).....	9
1.3 Мелкомоторный сектор	13
1.4 Промышленные предприятия.	144
2 Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии на базе ПО сEnergo 4.7 производства АО «Концерн Энергомера».....	177
3 Оборудование АИИСКУЭ производства АО «Концерн Энергомера»	266
4 Программное управление счетчиками СЕ 303.....	311
5 Экономическая эффективность установки АИИСКУЭ	366
Заключение	444
Список используемых источников.....	477

Введение

Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета потребления энергоресурсов (АИИСКУЭ) достаточно длительное время применяются для коммерческого и технического учета на предприятиях промышленного сектора. В настоящее время также наблюдается тенденция роста применения АИИСКУЭ в секторе коммунально-бытовых потребителей.

С момента первого применения и по сегодняшний день, архитектура; технические средства реализации; методы и средства передачи данных АИИСКУЭ непрерывно совершенствовались [3].

Развитие микроэлектроники привело к высокой степени интеграции структурных компонентов АИИСКУЭ, а также снизило общую стоимость оборудования, что снизило капиталовложения в проект внедрения данных систем, а также сократило их срок окупаемости.

В то же время изменялось и представление о необходимой структуре АИИСКУЭ в сторону упрощения ее администрирования, настройки и эксплуатации оператором. Также в современных системах производится информирование конечного потребителя о потреблении энергоресурсов, что реализуется с помощью индивидуальных дисплеев и отправкой информации через различные коммуникационные системы (электронная почта, SMS, сеть Интернет и т.д.).

В настоящее время применение АИИСКУЭ для всех типов потребителей энергоресурсов носит массовый и обязательный характер, в связи с этим необходимо понимать их структуру и уметь разрабатывать проекты таких систем с учетом специфики каждого конкретного потребителя или группы потребителей.

В данной работе рассматривается автоматизация учета электроэнергии потребителей города Кандалакша Мурманской области.

Актуальность темы заключается в том, что благодаря внедрению системы АИИСКУЭ возможно вести точный учет потребления электроэнергии, значительно снизить ее хищения, повысить общий уровень оплаты и надежность электроснабжения (за счет непрерывного мониторинга режимов электропотребления).

Объектом исследования является АИИСКУЭ города Кандалакша Мурманской области.

Цель работы заключается в обзоре и анализе режимов работы АИИСКУЭ и ее оборудования, оценке экономической эффективности установки АИИСКУЭ.

Теоретическая и методологическая основа работы заключается в анализе современной литературы, методик анализа, проектирования и расчета систем АИИСКУЭ.

1 Структура АИИСКУЭ города

1.1 Назначение АИИСКУЭ

Назначение современной АИИСКУЭ состоит в осуществлении автоматизированного коммерческого учета и контроля параметров электроэнергии и энергопотребления. Также ведется непрерывный мониторинг процесса энергопотребления, формируются необходимые отчетные документы. Вся информация передается в центры сбора и обработки информации.

Для сбора, обработки и хранения информации используется оборудование АО «Концерн Энергомера» на котором установлено ПО сEnergo 4.7.

Цели создания системы:

- 1) Измерение количества потребленной электрической энергии за определенный учетный период;
- 2) Мониторинг и контроль режимов электропотребления;
- 3) Минимизация потерь и возможности хищений электроэнергии;
- 4) Обеспечение максимальной эффективности использования энергоресурсов.

По своей структуре АИИСКУЭ города включает три уровня [6]:

- 1) Уровень приборов учета на границах раздела с поставщиками электроэнергии;
- 2) Балансовые приборы учета, установленные на РП и ТП;
- 3) Уровень приборов учета на границах раздела с потребителями электроэнергии.

Центр сбора и обработки информации (ЦСОИ или ЦОИ) является ключевым связующим звеном между данными уровнями АИИСКУЭ (рисунок 1.1).

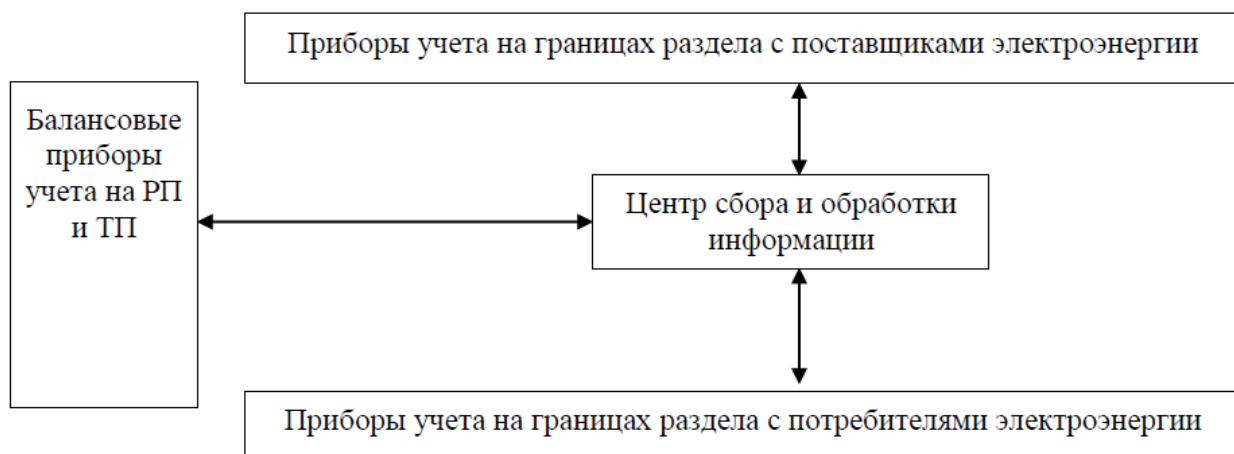


Рисунок 1.1 – Структура АИИСКУЭ города

В качестве ЦОИ используется сервер с установленным ПО сEnergO 4.7 [14].

На каждом уровне сбора коммерческой информации обеспечена организация хранения и обработки собранной информации, т.е. создается база данных, отвечающая следующим требованиям:

- данные надежно защищены от несанкционированного доступа аппаратными и программными средствами;
- потребности вышестоящего уровня определяют необходимую интенсивность обмена информацией, в то же время обеспечивается передача любых данных согласно запросу;
- данные защищены от потери;
- объем принимаемой в базу информации (с учетом ручного ввода, при необходимости) определяется действующими нормативными документами о коммерческих расчетах.

АИИСКУЭ энергоснабжающих организаций выполнено на основе оборудования АО «Концерн Энергомера». Комплексное решение, предлагаемое компанией, использует современное оборудование собственного производства, объединенное протоколами связи GSM (сотовая связь) и RS485 (проводная связь). Данное решение АИИСКУЭ позволяет получить следующие преимущества [7]:

1. Точное соответствие действующим нормативным документам по автоматизации и учету электроэнергии;
2. Взаиморезервирующие каналы связи между уровнями АИИСКУЭ (GSM и RS485);
3. Полная автоматизация процесса контроля небаланса;
4. Датчики контроля неучтенного энергопотребления;
5. Непрерывный мониторинг всех параметров генерации, распределения и потребления электроэнергии;
6. Быстрая сигнализация между уровнями АИИСКУЭ о нарушении режимов генерации, распределения и потребления электроэнергии;
7. Удобный интерфейс пользователей и администратора ЦОИ;
8. Высокая степень интеграции и интеллектуализации предполагает минимальную стоимость точки учета.

Структурная схема АИИСКУЭ энергоснабжающих организаций представлена на рисунке 1.2.

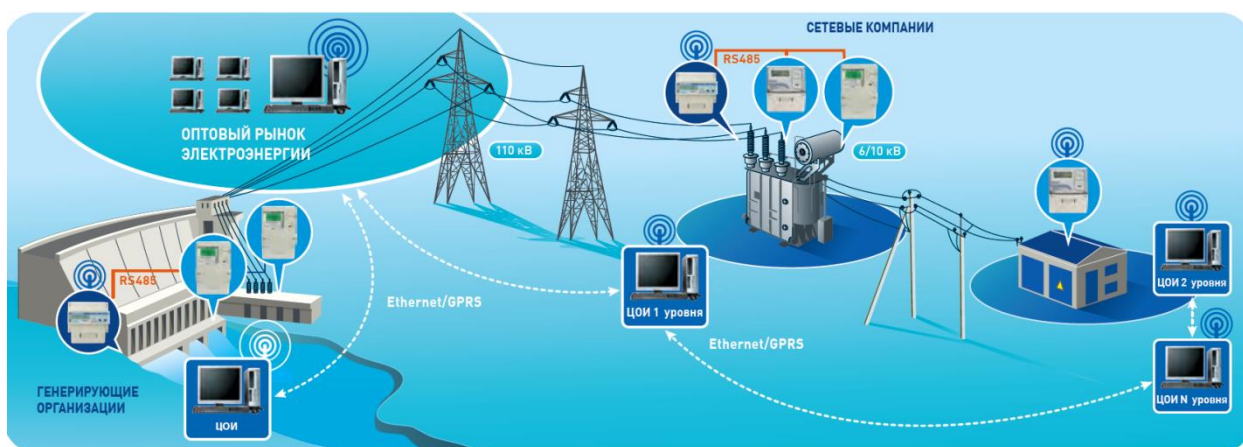


Рисунок 1.2 – Структурная схема АИИСКУЭ энергоснабжающих организаций

Всех подключенных к АИИСКУЭ города потребителей можно выделить в такие группы [1]:

- Многоэтажные многоквартирные жилые дома;
- Частные дома, коттеджи;

- Мелкомоторный сектор;
- Промышленные предприятия.

Далее рассмотрим структуру АИISKУЭ для каждой из групп потребителей.

1.2 Коммунальные потребители (Многоэтажные многоквартирные жилые дома, частные дома, коттеджи)

Для учета потребляемой электроэнергии в многоэтажных многоквартирных жилых домах счетчики устанавливаются поквартирно в этажных щитах. Данные со счетчиков передаются в устройство сбора и передачи данных (УСПД), расположенное в главном распределительном щите (ГРЩ) в щитовой здания и далее в ЦОИ [12].

Ключевым отличием организации учета для частных домов и коттеджей является требование к установке оборудования: счетчик, устройство отключения и радиомодем должны быть расположены на опоре (от которой производится электроснабжение здания), в металлическом шкафу. GSM-модем обеспечивает:

- прием различной информации с внешних устройств (счетчика электрической энергии);
- передачу полученной информации на верхний уровень АИИС посредством GSM и GPRS или с использованием модемного соединения CSD;
- администрирование и настройку с помощью прикладного программного обеспечения через интерфейс RS-485;
- возобновление собственной работы после восстановления питания.

Данные передаются на локальные блоки сбора данных (ЛБСД) в ТП и далее в ЦОИ.

АИISKУЭ коммунальных потребителей реализована тремя различными способами (в зависимости от способа передачи данных):

- передача данных по радиоканалу 433 МГц (RF433);
- передача данных по силовой сети (PLC);
- передача данных по каналу GSM/GPRS.

Выбор конкретного способа передачи данных и организации АИИСКУЭ производится исходя из анализа совокупности предопределяющих факторов для каждой конкретной группы коммунальных потребителей (протяженность сетей, уровень помех, качество радиосигнала, тип застройки, расположения и группировки электроприемников и т.д.) [18].

Структурная схема АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по радиоканалу 433 МГц (RF433) показана на рисунке 1.3.

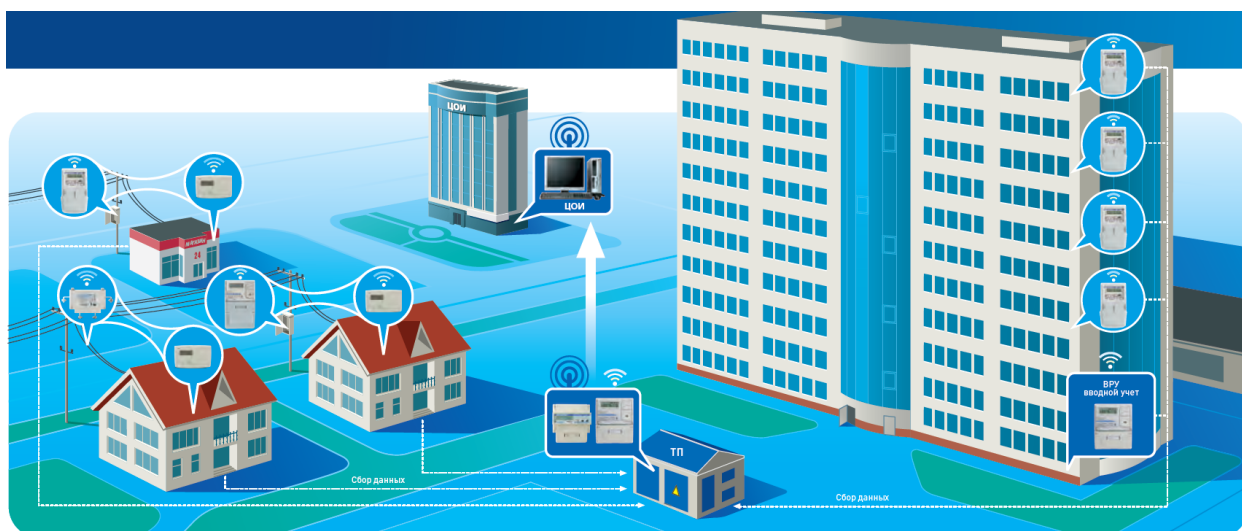


Рисунок 1.3 – Структурная схема АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по радиоканалу 433 МГц (RF433)

В данном случае схема АИИСКУЭ имеет следующие особенности:

- ПО обеспечивает точный учет электроэнергии и мощности на любом уровне;
- в счетчиках имеются каналы связи для организации выделенного беспроводного доступа;
- технология «последней мили» для самоорганизации связи сводит к минимуму эксплуатационные затраты;

- каждый прибор учета является ретранслятором сигналов;
- отличный уровень техподдержки при монтаже, эксплуатации и ремонте.

Структурная схема АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по силовой сети (PLC) показана на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Структурная схема АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по силовой сети (PLC)

В данном случае схема АИИСКУЭ имеет следующие особенности:

- ПО обеспечивает точный учет электроэнергии и мощности на любом уровне;
- используются каналы связи по силовой сети 0,4 кВ, следовательно, нет необходимости в дополнительных линиях связи;
- каждый прибор учета является PLC - ретранслятором;
- отличный уровень техподдержки при монтаже, эксплуатации и ремонте.

Структурная схема АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по каналу GSM/GPRS показана на рисунке 1.5.

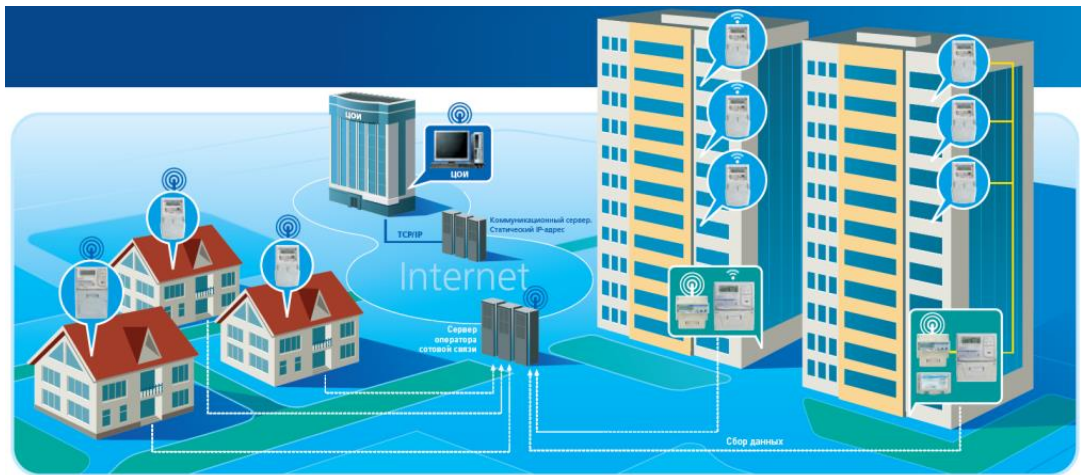


Рисунок 1.5 – Структурная схема АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по каналу GSM/GPRS

В данном случае схема АИИСКУЭ имеет следующие особенности:

- возможность одновременной работы десятков тысяч устройств;
- использование пакетной передачи данных и Internet;
- резервные каналы связи в режиме CSD (обычная сотовая связь);
- возможность обмена данных через GPRS;
- отличный уровень техподдержки при эксплуатации и ремонте.

В целом, для АИИСКУЭ коммунальных потребителей экономический эффект обуславливается [8]:

- точным контролем энергопотребления для каждого абонента;
- минимизацией потерь электроэнергии за счет постоянного мониторинга и рационализации потребления;
- контролем баланса потребляемой электроэнергии, что делает невозможным ее скрытое хищение;
- возможностью дистанционного отключения неплательщиков;
- автоматизацией выписки счетов за потребление.

В настоящий момент при строительстве современных новостроек в составе АИИСКУЭ используется интеллектуальный учет энергоресурсов (ИУЭ). Структурная схема АИИСКУЭ коммунальных потребителей с ИУЭ показана на рисунке 1.6.

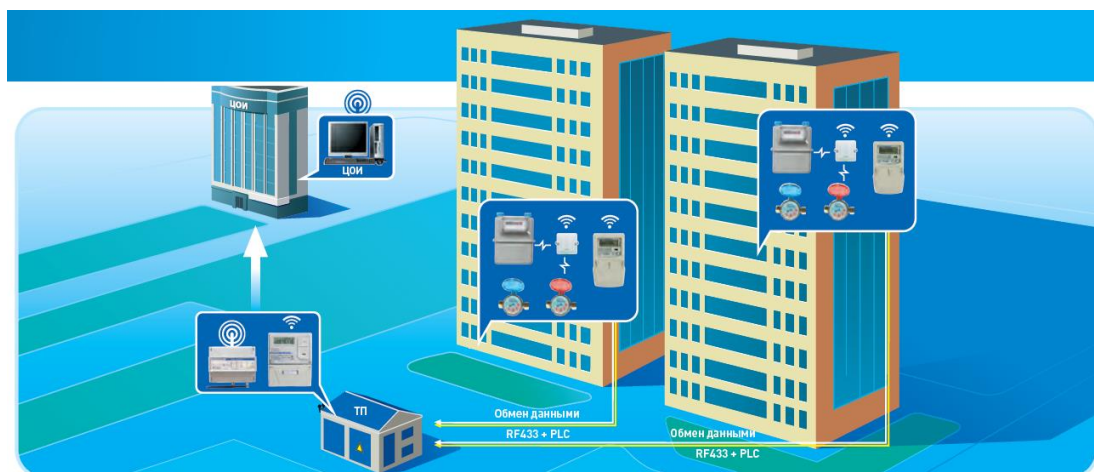


Рисунок 1.6 – Структурная схема АИИСКУЭ коммунальных потребителей с интеллектуальным учетом энергоресурсов

В данном случае схема АИИСКУЭ имеет следующие особенности:

- используется два взаиморезервирующих канала связи RF433 и PLC;
- система PLUG&PLAY обеспечивает быструю установку, настройку и замену любых компонентов АИИСКУЭ;
- обеспечивается комплексный учет всех потребляемых энергоресурсов;
- используется телеметрия и инициативная сигнализация.

Экономический эффект применения ИУЭ обуславливается:

- точным контролем энергопотребления для каждого абонента;
- комплексным учетом всех потребляемых энергоресурсов;
- контролем баланса потребляемых энергоресурсов, что делает невозможным их скрытое хищение;
- возможностью быстрого дистанционного отключения неплательщиков;
- автоматизацией выписки счетов за потребление.

1.3 Мелкомоторный сектор

В состав мелкомоторного сектора относят маломощные небольшие потребители (киоски, павильоны, вагончики, кафе и т.д.) [4]. Для отдельных,

запитанных от одной подстанции и рядом расположенных потребителей используется АИИСКУЭ сEnergo 4.7 АО «Концерн Энергомера» и передача данных по силовой сети (PLC). Если объект расположен отдельно и/или удаленно - передача данных по каналу GSM/GPRS.

1.4 Промышленные предприятия

Внутреннее электроснабжение промышленных предприятий осуществляется по сетям 6 или 10 кВ. Как правило, приборы учета (микропроцессорные счетчики) устанавливаются в распределительных пунктах (РП) цехов и других зданий предприятия [2].

Для подключения счетчиков используются переходные (испытательные) коробки, что обеспечивает удобство при эксплуатации, ремонте и поверке счетчиков. Переходные коробки позволяют производить замыкание токоведущих цепей трансформаторов тока и разрыв цепей напряжения, и выполнять работы со счетчиком без прямого доступа к трансформаторам тока. Данные по интерфейсу RS-485 передаются в УСПД, которое размещается также в РП. Далее по взаиморезервирующим каналам связи (GSM и RS485) информация передается в ЦОИ.

Комплексное решение построения АИИСКУЭ обеспечивает:

- выгрузку данных в любых форматах;
- отличный уровень техподдержки при монтаже, эксплуатации и ремонте.

Структурная схема АИИСКУЭ промышленных предприятий показана на рисунке 1.7.

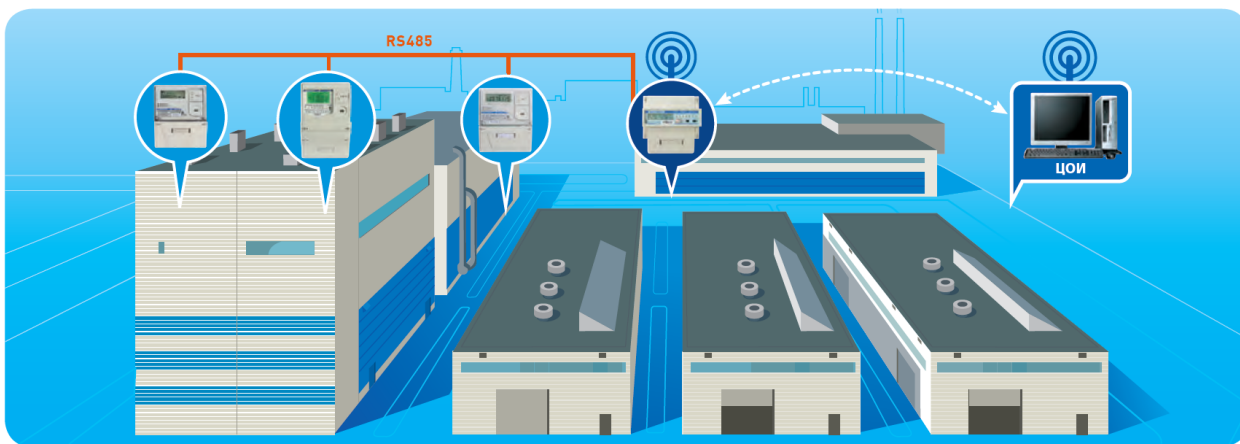


Рисунок 1.7 – Структурная схема АИИСКУЭ промышленных предприятий

Экономический эффект применения АИИСКУЭ промышленных предприятий обуславливается:

- выходом на оптовый рынок электроэнергии (ОРЭ);
- точным контролем энергопотребления;
- использованием зонных тарифов;
- возможностью расчета доли затрат на потребляемую электроэнергию;
- минимизацией затрат на обработку информации.

Таким образом, рассмотрены назначение, цели создания и структура АИИСКУЭ. Назначение современной АИИСКУЭ состоит в осуществлении автоматизированного коммерческого учета и контроля параметров электроэнергии и энергопотребления. Также ведется непрерывный мониторинг процесса энергопотребления, формируются необходимые отчетные документы. Вся информация передается в центры сбора и обработки информации. Для сбора, обработки и хранения информации используется оборудование АО «Концерн Энергомера», на котором установлено ПО сEnergo 4.7.

Цели создания системы:

- 1) Измерение количества потребленной электрической энергии за определенный учетный период;
- 2) Мониторинг и контроль режимов электропотребления;
- 3) Минимизация потерь и возможности хищений электроэнергии;

4) Обеспечение максимальной эффективности использования энергоресурсов.

По своей структуре АИИСКУЭ города включает три уровня:

- 1) Уровень приборов учета на границах раздела с поставщиками электроэнергии;
- 2) Балансовые приборы учета, установленные на РП и ТП;
- 3) Уровень приборов учета на границах раздела с потребителями электроэнергии.

Центр сбора и обработки информации (ЦСОИ или ЦОИ) является ключевым связующим звеном между данными уровнями АИИСКУЭ. В качестве ЦОИ используется сервер с установленным ПО сEnergo 4.7.

Таким образом, в первом разделе рассмотрены структурные схемы и особенности функционирования АИИСКУЭ энергоснабжающих организаций, коммунальных потребителей, мелкомоторного сектора, промышленных предприятий. Рассматривается обеспечение экономического эффекта применения АИИСКУЭ.

2 Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии на базе ПО сEnergo 4.7 производства АО «Концерн Энергомера»

Программные средства ЦОИ АИИСКУЭ АО «Концерн Энергомера» содержат:

- системное ПО на основе ОС «Windows Pro», в которое входит базовый набор программ и драйверов для функционирования АИИСКУЭ;

- специализированное ПО сEnergo 4.7, которое обеспечивает создание, настройку и администрирование всех необходимых для эффективной работы АИИСКУЭ баз данных и файлов. Для обеспечения технологического процесса контроля и учета электропотребления также обеспечивается эффективная обработка информации, контроль и защита целостности данных. Поддерживается передача информации оператору по запросу, а также поддержка распечатки на принтере и других печатающих устройствах [14]. ПО управления и обслуживания базы данных:

- согласует прием и обработку данных по электропотреблению от счетчиков электроэнергии;

- обеспечивает выдачу информации с помощью отчетов согласно установленной оператором форме;

- обеспечивает приведение полученной информации к единому времени.

Специальное программное обеспечение сEnergo 4.7 обеспечивает автоматизацию основных функций АИИСКУЭ, в том числе:

- 1) при оперативном контроле электропотребления и распределения электроэнергии:

- автоматический опрос, в трехминутном и (или) тридцатиминутных циклах по выделенным каналам связи счетчиков электроэнергии;

- сбор усредненных на трехминутных и (или) тридцатиминутных интервалах мощностей по оперативно контролируемым точкам учета и занесение их в соответствующую базу данных;

- формирование необходимых оперативных данных для коммерческого диспетчера системы и для передачи смежным субъектам ОРЭ, смежным собственникам оборудования. Данные об энергопотреблении поступают на сервер от счетчиков электроэнергии.

2) при ежесуточном учете и контроле электропотребления и распределения электроэнергии:

- автоматический (согласно заданному времени суток) или полуавтоматический (по команде оператора) сбор результатов измерений электроэнергии и мощности со счетчиков электроэнергии с занесением информации в базу данных;

- визуализацию, анализ, мониторинг и верификацию полученной информации;

- формирование таблиц, графиков и отчетных ведомостей (согласно полученной информации);

- проверку достоверности данных по электропотреблению на основе контроля энергобаланса;

- подготовку данных по электроэнергии и мощности для составления суточной ведомости и коммерческого диспетчера системы, а также для передачи данных заинтересованным организациям.

ПО обеспечивает ведение долговременных архивов и передачу данных архивов по запросу в подсистему АСКУЭ верхнего уровня. ПО обеспечивает возможность синхронизации времени с системой единого времени.

Далее рассмотрим основные модули ПО сEnergO 4.7.

Главный модуль.

Главный модуль – это основная платформа для работы остальных вспомогательных модулей [14]. Окно главного модуля предоставляет

пользователю доступ и быстрый переход ко всем функциям и архивам АИISKУЭ. Функции администрирования включают в себя:

- функцию отображения дерева объектов,
- функцию отображения данных по выбранному объекту, включая:
 - последние данные по фидерам объектов;
 - счетчики объекта;
- функцию отображения данных по фидеру (коммерческий интервал),
включая:
 - данные за день;
 - графики энергии за день;
 - графики мощности и cosφ за день.
- функцию отображения данных по счетчику, включая
 - технический интервал;
 - коммерческий интервал;
 - 1 день;
 - предыдущее чтение;
 - текущее чтение;
 - параметры электросети;
 - параметры счетчика;
 - журнал событий.
- функцию отображения дерева точек опроса и журнала опроса,
включая:
 - функцию добавления и удаления счетчика;
 - функцию изменения параметров счетчика;
 - функцию формирования журнала событий и журнала опроса;
 - функцию поиска по номерам и названиям;
 - функцию отображения списка счетчиков;
 - функцию отображения списка коммуникационных серверов;
 - функцию добавления коммуникационных серверов;
 - функцию отображения списка портов;

- функцию ведения базы и изменения свойств портов;
- функцию управления сервером опроса (старт-стоп);
- функцию экспорта-импорта данных;
- функцию синхронизации времени.

Окно Главного модуля показано на рисунке 2.1.

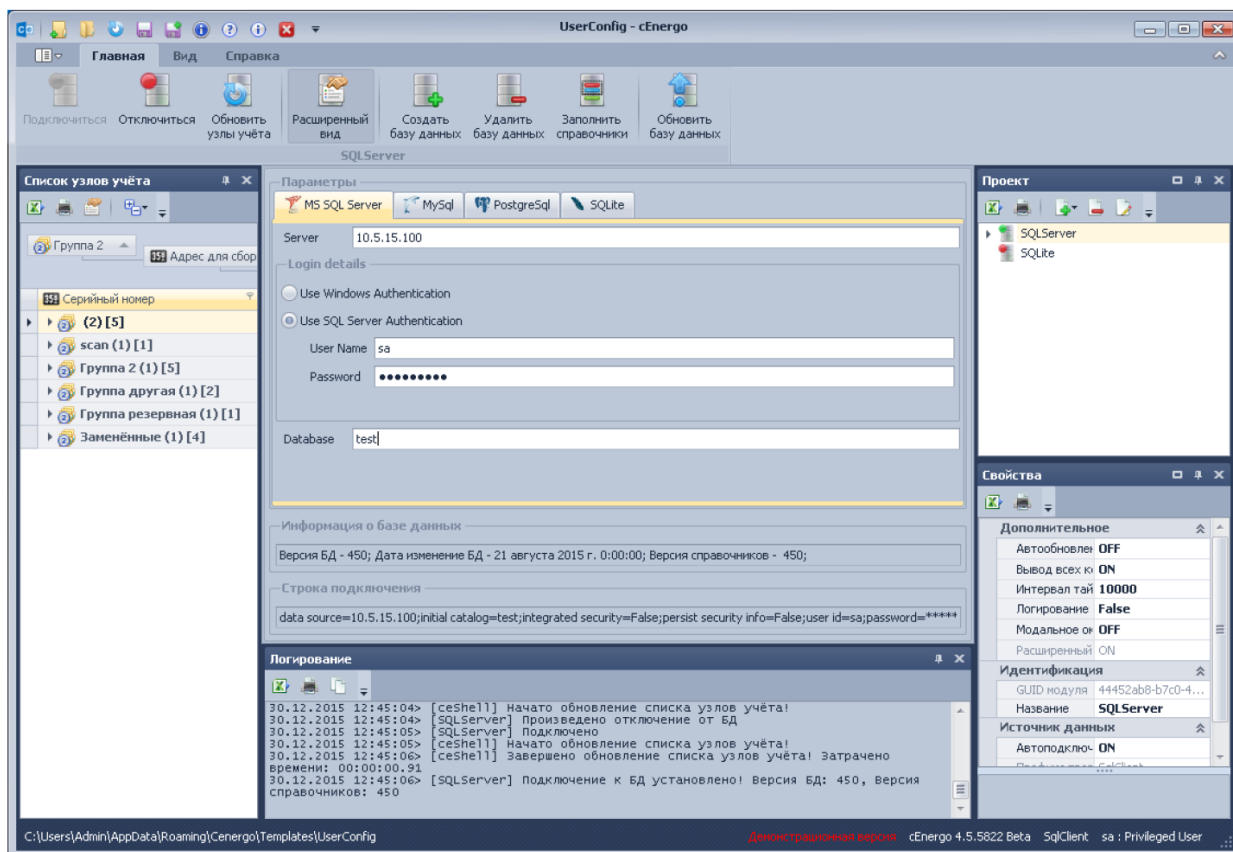


Рисунок 2.1 – Окно Главного модуля ПО cEnergo 4.7

Модуль «Узлы учета».

Данный модуль обеспечивает добавление, удаление и редактирование узлов учета. Также здесь вносятся дополнительная информация по объектам учета и балансным группам.

Окно модуля «Узлы учета» показано на рисунке 2.2.

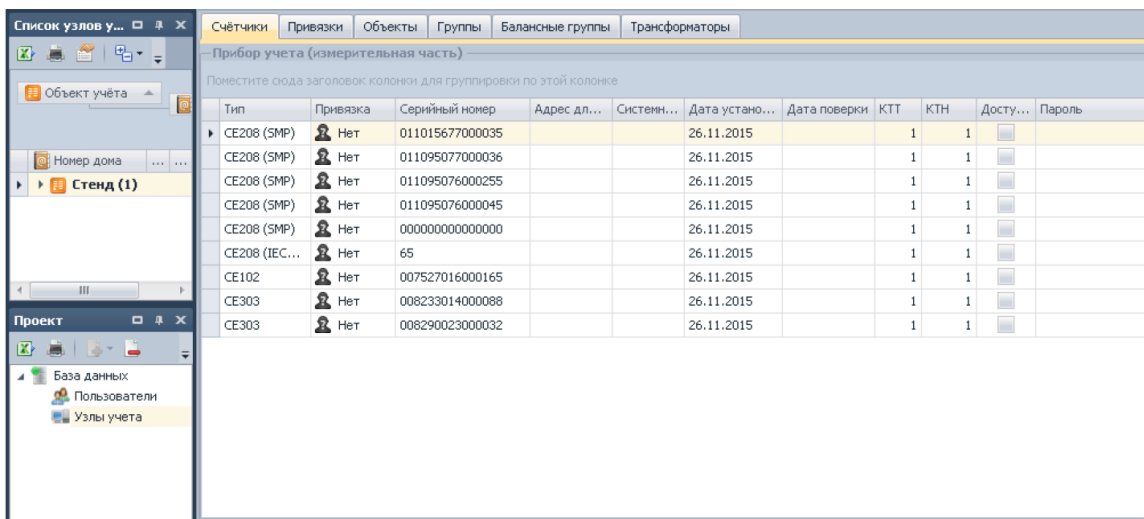


Рисунок 2.2 – Окно модуля «Узлы учета» ПО sEnergO 4.7

Окно добавления счетчика показано на рисунке 2.3.

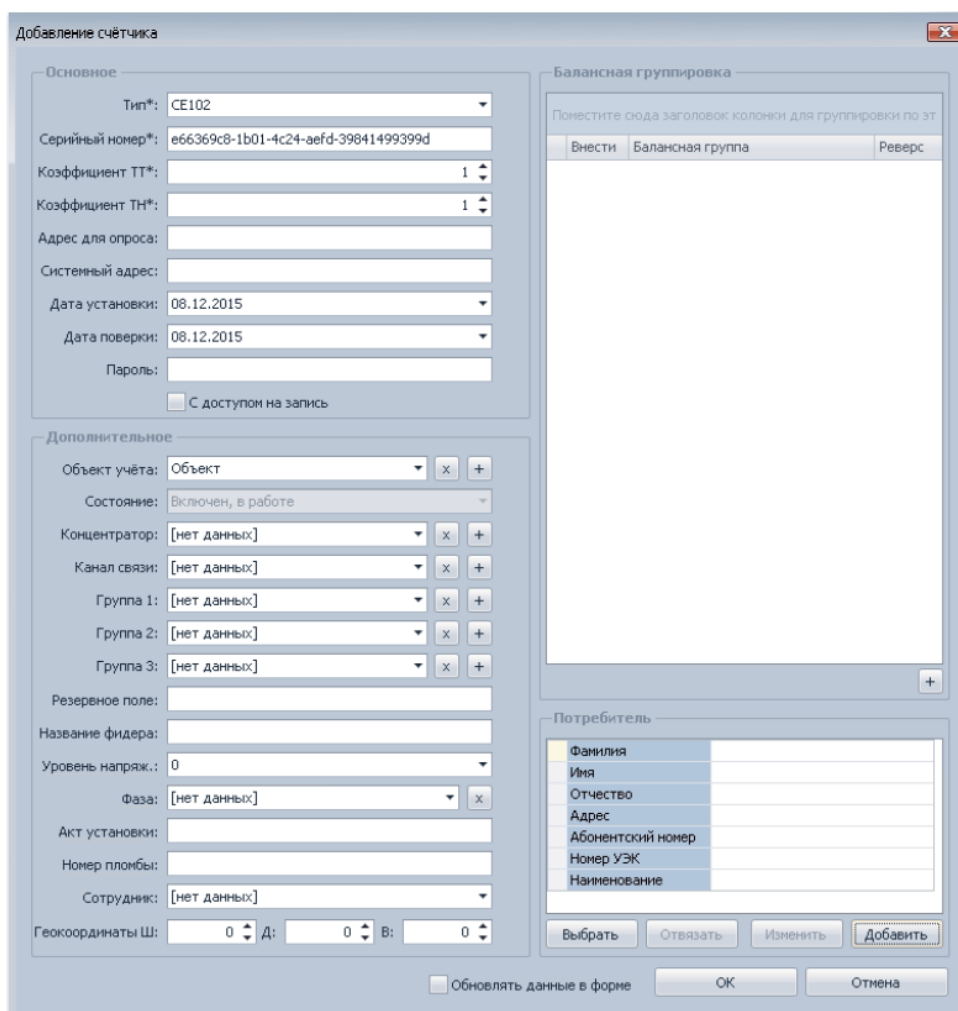


Рисунок 2.3 – Окно добавления счетчика

Модуль «Сбор».

Данный модуль обеспечивает сбор и коррекцию данных со всех УСПД и счетчиков. Также осуществляется управление реле, встроенных в счетчики. Окно модуля «Сбор» показано на рисунке 2.4.

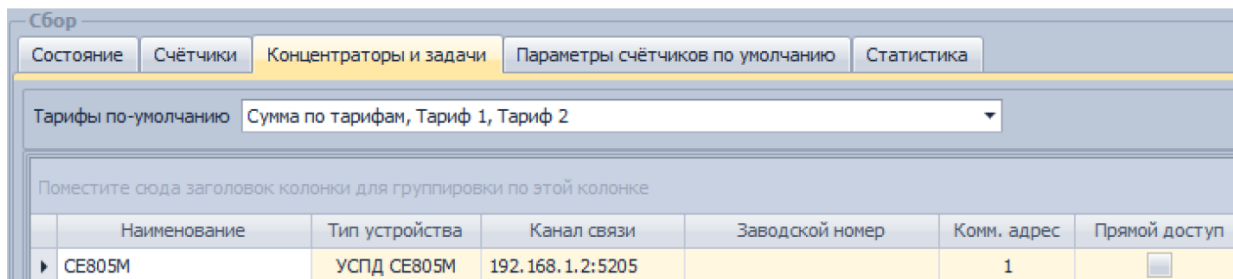


Рисунок 2.4 – Окно модуля «Сбор» ПО sEnergO 4.7

Модуль «Мастер импорта и экспорта структуры».

Данный модуль обеспечивает передачу структуры данных, выполнение функции импорта и экспорта показаний счетчиков в формат ASKP в требуемом временном интервале и по расписанию.

Окно данного модуля показано на рисунке 2.5.

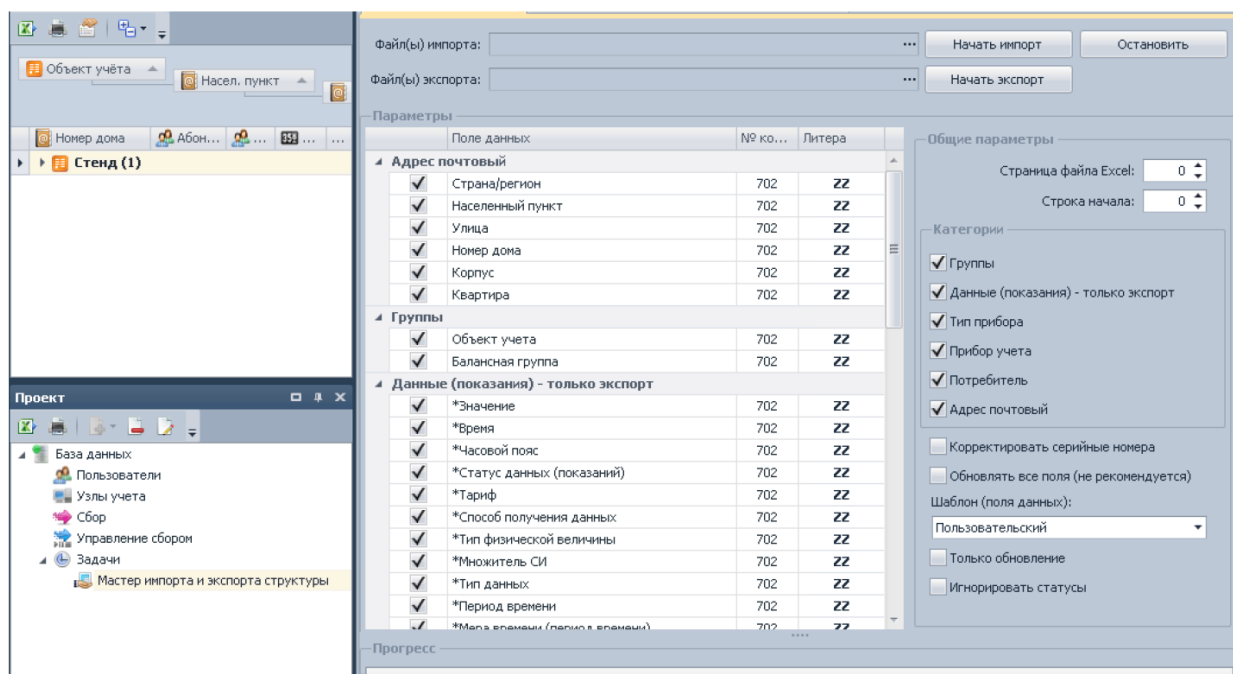


Рисунок 2.5 – Окно модуля «Мастер импорта и экспорта структуры» ПО sEnergO 4.7

ПО сEnergO 4.7 обеспечивает функционирование в перечисленных ниже режимах:

- в штатном режиме;
- в сервисном режиме;
- в автономном режиме с ограничением функций.

Штатный режим.

В штатном режиме ПО обеспечивает возможность своего применения по назначению [14]. Программа «Автозапуск» обеспечивает выполнение функции автоматического запуска серверов. Программа «Сервера» обеспечивает выполнение функций настройки коммуникационного сервера и AMR-сервера. Программа «Статус» обеспечивает выполнение перечисленных ниже функций:

- функции отображения состояния серверов;
- функции выбора узла;
- функции диспетчеризации пользователей;
- функции синхронизации времени;
- функции запуска программы «Установка серверов»;
- функции запуска программы «Удаление серверов»;
- функции запуска программы «Автоматический запуск серверов»;

функции запуска программы «Сервера».

Сервисный режим.

В сервисном режиме ПО обеспечивает возможность проведения обслуживания и изменения конфигурации.

Проведение обслуживания обеспечивается программными средствами, входящими в состав системного программного обеспечения (дефрагментация дисков, сжатие базы данных и пр.).

Изменение конфигурации обеспечивается выполнением программы «Конфигуратор», входящей в состав ПО. Программа «Конфигуратор (Свойства)» обеспечивает выполнение перечисленных ниже функций:

- функции смены типа базы данных;

- функции изменения свойств и проверки подключения;
- функции изменения свойств АРМ-сервера.

Автономный режим с ограничением функций.

Под автономным режимом функционирования комплекса следует понимать работу ПО при отказе каналов связи.

В автономном режиме ПО функционирует подобно штатному, за исключением выполнения функций информационного обмена с иными физическими устройствами, входящими в состав АИИСКУЭ [14].

Информационный обмен между программами комплекса осуществляется перечисленными ниже способами:

- путем использования общей (разделяемой) информационной базы данных (СУБД ПО);
- путем обмена с использованием физических каналов связи (спецификации RS-232, RS-485, Ethernet).

Системные и технологические (прикладные) программные средства обеспечивают двухуровневую защиту от несанкционированного доступа к информации путем выполнения процедуры аутентификации пользователя средствами операционной системы (в ходе загрузки операционной системы), а также путем аутентификации пользователя средствами ПО.

Запуск программ, входящих в состав ПО, обеспечивается стандартными средствами операционной системы, применяемыми для запуска исполняемых файлов.

Таким образом, рассмотрены программные средства ЦОИ АИИСКУЭ АО «Концерн Энергомера» и особенности их администрирования.

Программные средства ЦОИ АИИСКУЭ АО «Концерн Энергомера» содержат:

- системное ПО на основе ОС «Windows Pro», в которое входит базовый набор программ и драйверов для функционирования АИИСКУЭ;
- специализированное ПО сEnergо 4.7, которое обеспечивает создание, настройку и администрирование всех необходимых для эффективной работы

АИISKУЭ баз данных и файлов. Для обеспечения технологического процесса контроля и учета электропотребления также обеспечивается эффективная обработка информации, контроль и защиты целостности данных. Поддерживается передача информации оператору по запросу, а также поддержка распечатки на принтере и других печатающих устройствах [14]. ПО управления и обслуживания базы данных:

- согласует прием и обработку данных по электропотреблению от счетчиков электроэнергии;
- обеспечивает выдачу информации с помощью отчетов согласно установленной оператором форме;
- обеспечивает приведение полученной информации к единому времени.

Рассмотрено специальное ПО сEnergo 4.7, его основные модули, их настройка и возможности.

В штатном режиме ПО обеспечивает возможность своего применения по назначению. Программа «Автозапуск» обеспечивает выполнение функции автоматического запуска серверов.

Системные и технологические (прикладные) программные средства обеспечивают двухуровневую защиту от несанкционированного доступа к информации путем выполнения процедуры аутентификации пользователя средствами операционной системы (в ходе загрузки операционной системы), а также путем аутентификации пользователя средствами ПО.

Запуск программ, входящих в состав ПО, обеспечивается стандартными средствами операционной системы, применяемыми для запуска исполняемых файлов.

3 Оборудование АИИСКУЭ производства АО «Концерн Энергомера»

В данном разделе рассмотрим используемое оборудование АИИСКУЭ.

АИИСКУЭ энергоснабжающих организаций.

В составе АИИСКУЭ энергоснабжающих организаций используется следующее оборудование: счетчики ЦЭ 6850М и СЕ 304, УСПД СЕ 805 [14].

Внешний вид данного оборудования и его основные характеристики представлены на рисунке 3.1.



ЦЭ 6850М

ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 0,2S/0,5; 0,5S/1; 1/2.

Базовый, номинальный (максимальный) ток, А: 1(1,5); 5(7,5); 5(100).

Номинальное напряжение, В: 57,7-220 (универсального включения).

Оптопорт, RS232, RS485, измерение параметров сети, одно или два направления учета, учет потерь в ЛЭП.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 256 суток.

СЕ 304

ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 0,2S/0,5; 0,5S/1; 1/2.

Базовый, номинальный (максимальный) ток, А: 1(1,5); 5(7,5); 5(50); 10(100).

Номинальное напряжение, В: 57,7; 230.

Оптопорт, 2xRS232, 2xRS485, GSM/GPRS, измерение параметров сети, одно или два направления учета, учет потерь в ЛЭП.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 512 суток.

УСПД СЕ 805

УСТРОЙСТВО СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Возможность сбора и хранения данных с 255 приборов учета по интерфейсу RS485.

Наличие системы единого времени всех приборов учета.

Сбор и хранение данных всех видов измерений подключенных приборов учета.

Ведение собственных журналов событий и событий подключенных приборов.

Передача данных в ЦОИ по Ethernet/GPRS.

Рисунок 3.1 – Оборудование АИИСКУЭ энергоснабжающих организаций

АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по радиоканалу 433 МГц (RF433).

В составе АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по радиоканалу 433 МГц (RF433) используется следующее оборудование: счетчики СЕ 201, СЕ 208, СЕ 303, УСПД СЕ 805 [14]. Внешний вид данного оборудования и его основные характеристики представлены на рисунке 3.2.



CE 201

ОДНОФАЗНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Класс точности: 1.

Базовый (максимальный) ток, А: 5(60); 10(100).

Номинальное напряжение, В: 230.

Оптопорт, радиомодуль RF433 МГц, измерение параметров сети, реле управления нагрузкой.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 96 суток.

CE 208

ОДНОФАЗНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 1/2.

Базовый (максимальный) ток, А: 5(80).

Номинальное напряжение, В: 230.

Оптопорт, PLC и RF433 МГц, измерение параметров сети, реле управления нагрузкой.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 360 суток.

CE 303

ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 0,5S/1; 1/1.

Базовый, номинальный (максимальный) ток, А: 5(10); 5(60); 5(100).

Номинальное напряжение, В: 57,7; 230.

Оптопорт, радиомодуль RF433 МГц, измерение параметров сети, реле управления нагрузкой.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 129 суток.

УСПД CE 805

УСТРОЙСТВО СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Возможность сбора и хранения данных с 1000 приборов учета по радиоканалу RF433 МГц.

Наличие системы единого времени всех приборов учета.

Сбор и хранение данных всех видов измерений подключенных приборов учета.

Ведение собственных журналов событий и событий подключенных приборов.

Передача данных в ЦОИ по Ethernet/GPRS.

Рисунок 3.2 – Оборудование АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по радиоканалу 433 МГц (RF433)

АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по силовой сети (PLC).

В данном случае используется следующее оборудование: счетчики CE 201, CE 303, УСПД CE 805, PLC-модем CE832C5 (рисунок 3.3) [14].



CE 201

ОДНОФАЗНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Класс точности: 1.

Базовый (максимальный) ток, А: 5(60); 10(100).

Номинальное напряжение, В: 230.

Оптопорт, PLC, измерение параметров сети, реле управления нагрузкой.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 96 суток.

CE 303

ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 0,5S/1; 1/1.

Базовый, номинальный (максимальный) ток, А: 5(10); 5(60); 5(100).

Номинальное напряжение, В: 57,7; 230.

Оптопорт, RS485, PLC, измерение параметров сети, реле управления нагрузкой.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 129 суток.

УСПД CE 805

УСТРОЙСТВО СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Возможность сбора и хранения данных с 1000 приборов учета по PLC-каналу.

Наличие системы единого времени всех приборов учета.

Сбор и хранение данных всех видов измерений подключенных приборов учета.

Ведение собственных журналов событий и событий подключенных приборов.

Передача данных в ЦОИ по Ethernet/GPRS.

CE832C5

PLC-МОДЕМ

Номинальное напряжение, В: 220.

Потребляемая мощность, не более, В • А: 15.

Скорость передачи данных по низковольтной электрической сети, бит/с: до 360.

Скорость обмена данными по цифровому интерфейсу RS485, бит/с: до 360.

Количество уровней ретрансляции: до 7.

Рисунок 3.3 – Оборудование АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по силовой сети (PLC)

АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по каналу GSM/GPRS.

В составе АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по каналу GSM/GPRS используется следующее оборудование: счетчики СЕ 201, СЕ 301, СЕ 303, УСПД СЕ 805 [14]. Внешний вид данного оборудования и его основные характеристики представлены на рисунке 3.4.

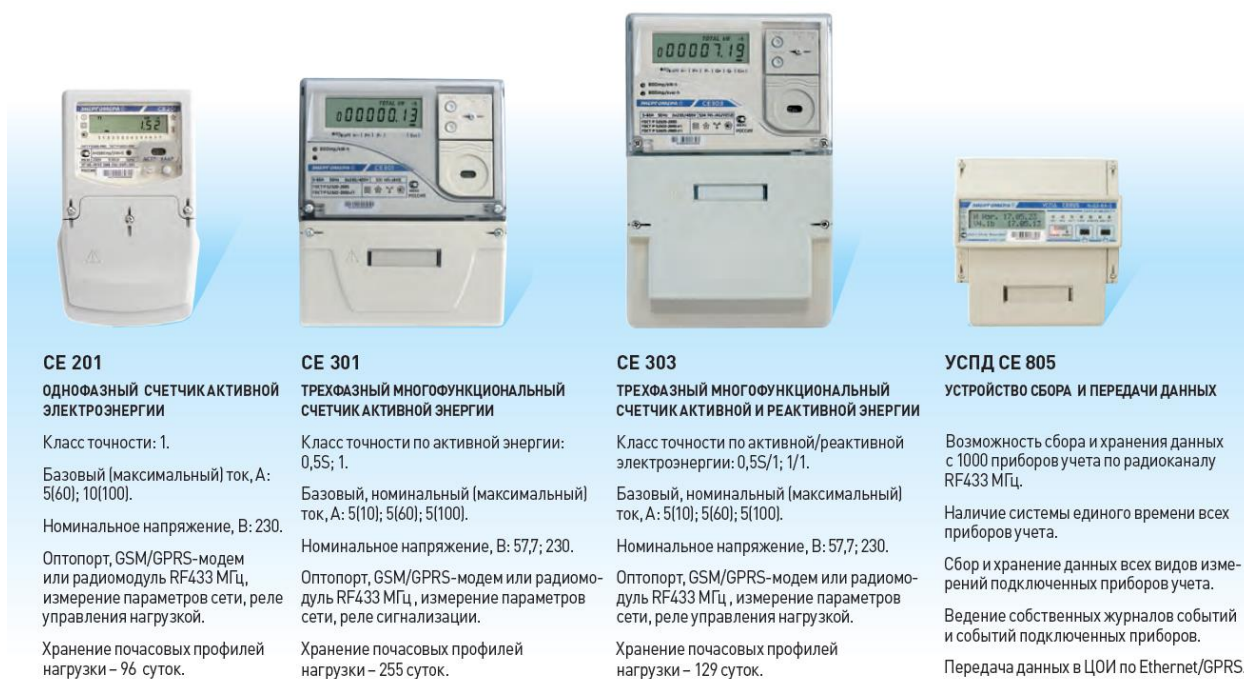


Рисунок 3.4 – Оборудование АИИСКУЭ коммунальных потребителей с передачей данных по каналу GSM/GPRS

АИИСКУЭ коммунальных потребителей с интеллектуальным учетом энергоресурсов

В составе АИИСКУЭ коммунальных потребителей с интеллектуальным учетом энергоресурсов используется следующее оборудование: счетчики СЕ 208, СЕ 303, УСПД164-01Б-2, сумматор импульсов СЕ 826 [14]. Внешний вид данного оборудования и его основные характеристики представлены на рисунке 3.5.



CE 208
ОДНОФАЗНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 1/2.

Базовый (максимальный) ток, А: 5(80).

Номинальное напряжение, В: 230.

Оптопорт, PLC и RF433 МГц, измерение параметров сети, реле управления нагрузкой, инициативная сигнализация, датчик магнитного поля.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 256 суток.

CE 303
ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 0,5S/1; 1/1.

Базовый, номинальный (максимальный) ток, А: 5(10); 5(60); 5(100).

Номинальное напряжение, В: 57,7; 230.

Оптопорт, RS485, PLC, измерение параметров сети, сигнализация превышения лимитов.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 129 суток.

УСПД164-01Б-2
УСТРОЙСТВО СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Возможность сбора и хранения данных с 2048 приборов учета по PLC-каналу и RF433 МГц.

Наличие системы единого времени всех приборов учета.

Сбор и хранение данных всех видов измерений подключенных приборов учета.

Ведение собственных журналов событий и событий подключенных приборов.

Передача данных в ЦОИ по Ethernet/GPRS.

CE 826
СУММАТОР ИМПУЛЬСОВ

Возможность сбора и хранения данных с 4 приборов.

Учет электроэнергии, газа и воды по цифровому интерфейсу RS485.

Работа от встроенного элемента питания не менее 8 лет.

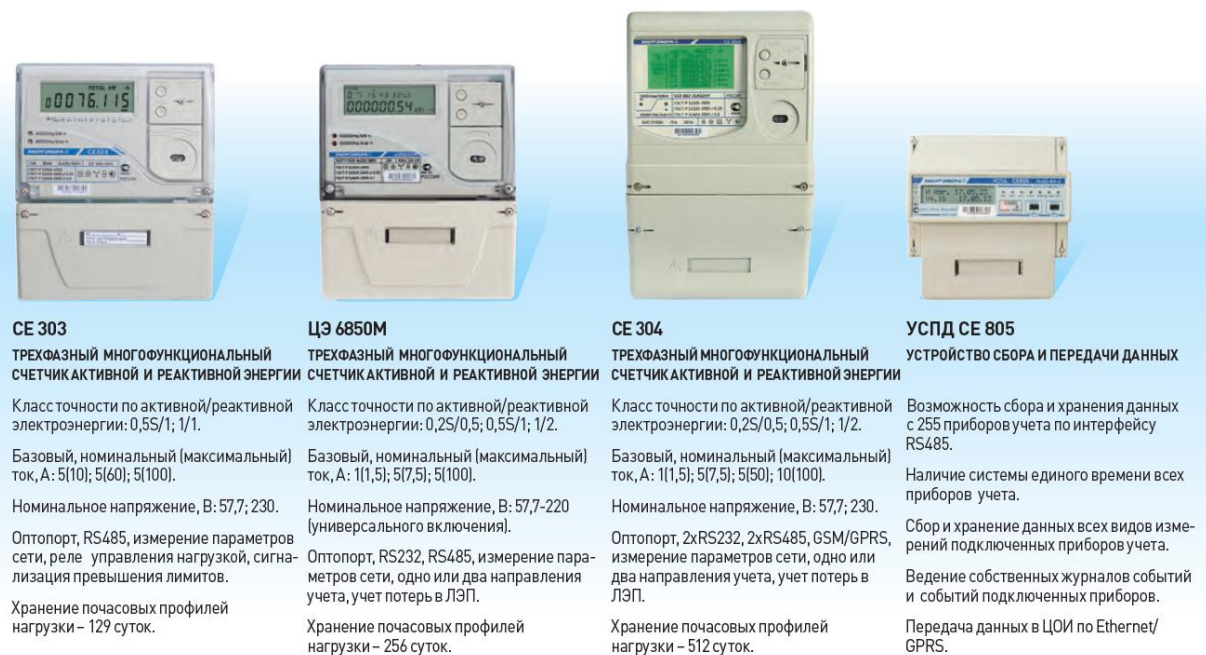
Встроенные часы реального времени.

Встроенный радиомодуль RF433 МГц.

Рисунок 3.5 – Оборудование АИИСКУЭ коммунальных потребителей с интеллектуальным учетом энергоресурсов

АИИСКУЭ промышленных предприятий

В составе АИИСКУЭ промышленных предприятий используется следующее оборудование: счетчики CE 303, CE 304, ЦЭ 6850М, УСПД CE 805 (рисунок 3.6) [14].



CE 303
ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 0,5S/1; 1/1.

Базовый, номинальный (максимальный) ток, А: 5(10); 5(60); 5(100).

Номинальное напряжение, В: 57,7; 230.

Оптопорт, RS485, измерение параметров сети, реле управления нагрузкой, сигнализация превышения лимитов.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 129 суток.

ЦЭ 6850М
ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 0,2S/0,5; 0,5S/1; 1/2.

Базовый, номинальный (максимальный) ток, А: 1(1,5); 5(7,5); 5(100).

Номинальное напряжение, В: 57,7-220 (универсального включения).

Оптопорт, RS232, RS485, измерение параметров сети, одно или два направления учета, учет потерь в ЛЭП.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 256 суток.

CE 304
ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Класс точности по активной/реактивной электроэнергии: 0,2S/0,5; 0,5S/1; 1/2.

Базовый, номинальный (максимальный) ток, А: 1(1,5); 5(7,5); 5(50); 10(100).

Номинальное напряжение, В: 57,7; 230.

Оптопорт, 2xRS232, 2xRS485, GSM/GPRS, измерение параметров сети, одно или два направления учета, учет потерь в ЛЭП.

Хранение почасовых профилей нагрузки – 512 суток.

УСПД CE 805
УСТРОЙСТВО СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Возможность сбора и хранения данных с 255 приборов учета по интерфейсу RS485.

Наличие системы единого времени всех приборов учета.

Сбор и хранение данных всех видов измерений подключенных приборов учета.

Ведение собственных журналов событий и событий подключенных приборов.

Передача данных в ЦОИ по Ethernet/GPRS.

Рисунок 3.6 – Оборудование АИИСКУЭ промышленных предприятий

При монтаже оборудования АИИСКУЭ руководствуются следующими нормативными документами: ПУЭ, ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00.

Информационно-измерительные средства АИИСКУЭ сEnergo 4.7 АО «Концерн Энергомера» внесены в Госреестр средств измерений под № 52208-12. Имеется декларация соответствия требованиям ГОСТ Р: № РОСС RU.AB67.Д00772.

Таким образом, проанализировано и систематизировано используемое оборудование АИИСКУЭ сEnergo 4.7 АО «Концерн Энергомера» для каждой из сфер применения. Показан внешний вид оборудования, приводится описание и технические характеристики. Также приведены нормативные документы по монтажу оборудования и для соответствия данной АИИСКУЭ требованиям ГОСТ.

4 Программное управление счетчиками СЕ 303

Рассмотрим особенности программного управления счетчиками АИИСКУЭ АО «Концерн Энергомера» на примере модели СЕ 303R33, которая является базовой для учета потребляемой электроэнергии в трехфазных сетях 380 В.

Внешний вид счетчика СЕ303 R33 показан на рисунке 4.1.

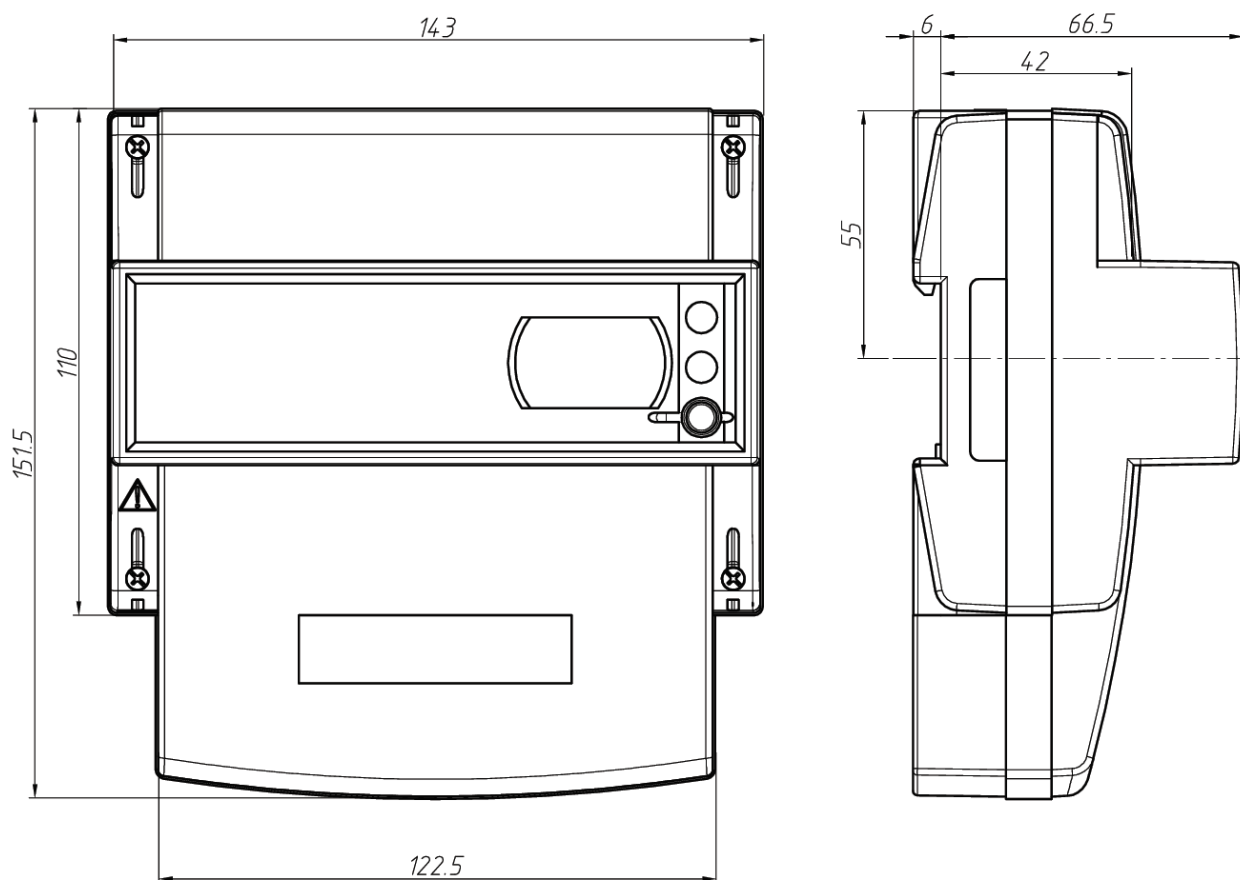


Рисунок 4.1 – Внешний вид счетчика СЕ303 R33

Счетчики СЕ 303 предназначены для измерения и многотарифного учета активной и реактивной электроэнергии. Программное управление позволяет вести точный учет потерь, профилей мощности нагрузки, а также учитывать специфику электропотребления каждого конкретного потребителя. Также обеспечивается мониторинг основных показателей электропотребления и качества электроэнергии [16].

Внешний вид жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) показан на рисунке 4.2.

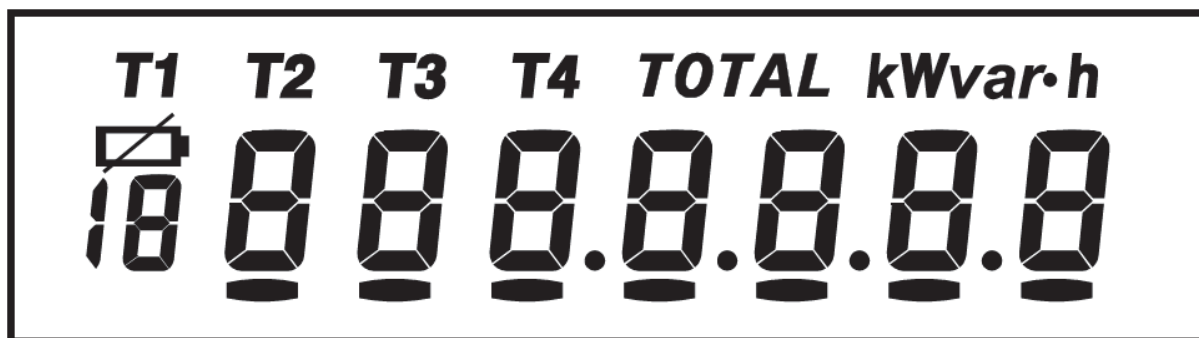


Рисунок 4.2 – Внешний вид ЖКИ счетчика CE303 R33

Для подключения счетчиков используются переходные (испытательные) коробки, что обеспечивает удобство при эксплуатации, ремонте и поверке счетчиков. Переходные коробки позволяют производить замыкание токоведущих цепей трансформаторов тока и разрыв цепей напряжения, и выполнять работы со счетчиком без прямого доступа к трансформаторам тока.

Со счетчиков информация передается в ЦОИ по каналам связи RF433 и RS485. Для поддержания единого системного времени, синхронизация времени осуществляется от уровня ИВК, который располагается в ЦСОИ. Синхронизация осуществляется при наличии расхождения более 0 сек., но не чаще 1 раза в сутки [17].

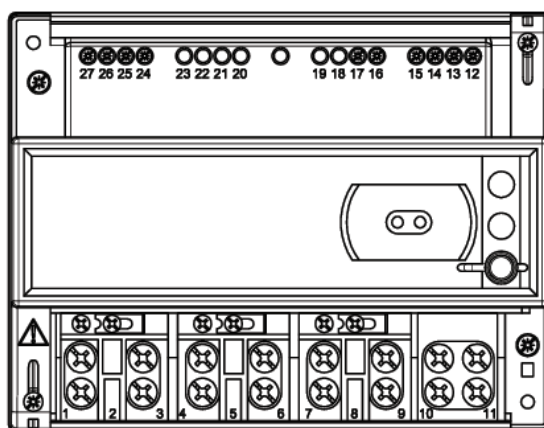
Специальные испытательные переходные коробки монтируются перед счетчиками и обеспечивают удобство их проверки и обслуживания. Для предотвращения несанкционированного доступа испытательные переходные коробки пломбируются.

Между счетчиками и шкафом связи проложены кабели, предназначенные для организации линий связи на основе интерфейса RS-485, который обеспечивает высокую надежность передачи данных и помехозащищенность. Рядом со счетчиками установлен набор клемм для

разветвления интерфейса RS-485. Для удобства обслуживания в шкафу связи устанавливается разветвитель интерфейсных линий связи [19].

Монтаж кабелей осуществляется в соответствии с требованиями ПУЭ, СНиП и рабочего проекта по монтажу. Защита от помех должна выполняться согласно СТО 56947007-29.240.044-2010.

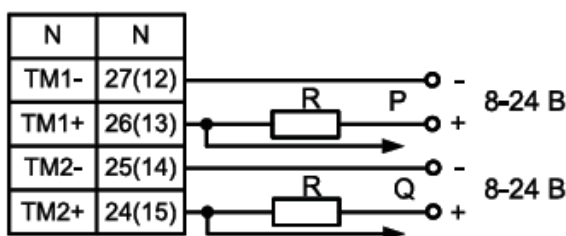
Для программирования счетчиков используются дополнительные контакты. Обозначения дополнительных контактов счетчика CE303 R33 показаны на рисунке 4.3.



б) контакты 27, 26 – подключение импульсных выходов ТМ1 (Р);
 контакты 25, 24 – подключение импульсных выходов ТМ2 (Q);
 контакты 15, 14 – подключение «-», «+» внешнего блока питания 9 В, 100 мА интерфейса EIA485;
 контакты 13, 12 – «В» и «А» сигналы подключения интерфейса EIA485;
 контакты 17, 16 – подключение РУ и РС (реле 1).

Рисунок 4.3 – Обозначения дополнительных контактов счетчика CE303 R33

Также на дополнительные контакты 24-27 необходимо подать питание в соответствие с рисунком 4.4.



Примечание – номера контактов
 в зависимости от исполнения кожуха.
 а) – CE303 R33

Рисунок 4.4 – Схема подачи питания на дополнительные контакты счетчика CE303 R33

Для начала программирования счетчик необходимо подключить к ПК. Схема подключения представлена на рисунке 4.5.

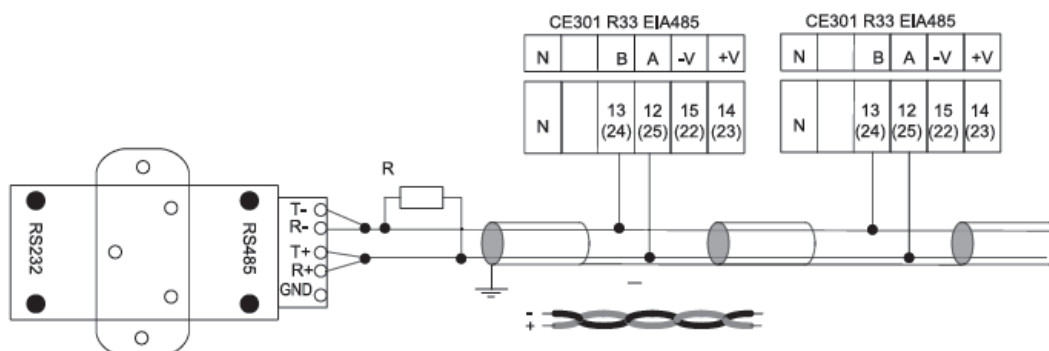


Рисунок 4.5 – Схема подключения счетчика CE303 R33 к ПК

Программирование выполняется согласно инструкции от АО «Концерн Энергомера» ИНЕС.411152.081 ИС1, при этом все параметры программирования фиксируются в журнале событий [14].

Предусматривается возможность программирования счетчика на различные режимы работы, отображения параметров учета на ЖКИ, вывода и сохранения параметров учета через интерфейсы.

Также устанавливается поправка на коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения (если они установлены в первичной цепи), при этом выводится на ЖКИ и передается по интерфейсам информация с учетом поправки по коэффициентам трансформации. Задается время и интервал усреднения профилей нагрузки, режимы работы радиомодулей и реле (функции REL_N, RELMO и DAPON).

Параметры программирования отображаются на ЖКИ, пример показан на рисунке 4.6.

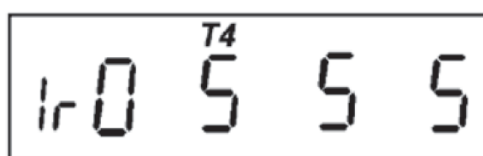


Рисунок 4.6 – Отображение параметров программирования на ЖКИ

В данном случае на рисунке 4.6 отображается:

- скорость передачи данных через оптопорт – «0»;
- начальная скорость передачи данных через интерфейс – «5»;
- рабочая скорость передачи данных через интерфейс – «5»;
- время ответа через интерфейс – 5 мс;
- действующий тариф – №4.

Также в режиме программирования возможна проверка и настройка электронной пломбы.

Настройка многотарифного учета производится:

- отдельно, с числом тарифов до 4;
- по дополнительному тарифу (при невозможности определения текущего тарифа);
- суммарно, с учетом всех текущих тарифов;
- по тарифному суточному и/или сезонному расписанию.

В данном разделе приведено описание базового счетчика СЕ303 R33, дано его описание, показан внешний вид, вид ЖКИ и расположение дополнительных контактов для подключения к ПК и программирования. Рассмотрены особенности монтажа и прокладки кабелей связи. Приведены схемы подачи питания на дополнительные контакты и подключения счетчика СЕ303 R33 к ПК для программирования. Рассмотрены возможности программного управления и настроек учета.

5 Экономическая эффективность установки АИИСКУЭ

Наименование, количество, и стоимость оборудования АИИСКУЭ представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Определение сметной стоимости оборудования АИИСКУЭ

Наименование оборудования	Кол-во (шт/км)	Стоимость, тыс. руб.	Σ С, тыс. руб.
ПО сEnergo 4.7	1	4521,36	4521,360
Оборудование ЦОИ	1	1244,25	1244,250
счетчики ЦЭ 6850М	36	10,935	393,660
счетчики СЕ 304	68	16,165	1099,220
счетчики СЕ 201	937	4,884	4576,308
счетчики СЕ 208	144	16,474	2372,256
счетчики СЕ 303	86	3,946	339,356
УСПД СЕ 805	16	77,201	1235,216
УСПД164-01Б-2	8	155,623	1244,984
сумматор СЕ 826	106	0,721	76,426
радиомодем СЕ 831С1.03	67	19,434	1302,078
PLC-модем СЕ832С5	44	12,29	540,760
ЛБСД СЕ 8.236	142	2,536	360,112
Кабель КТМ.011-1795838-00	12,8 км	0,00823	105,344
Кабель КП.012-1795838-00	2,23 км	0,0127	28,321
Итого стоимость оборудования			19439,651
расходы на монтажные комплекты и доп. материалы 10 %			1943,965
транспортные расходы 5%			971,983
стоимость монтажных работ 20%			3887,930
накладные расходы 8% от монтажных работ			311,034
плановые накопления 87% от монтажных работ			3382,499
Итого стоимость			29937,063

Для определения амортизационных отчислений оборудование разделим на группы согласно нормам отчислений [11].

Расчёт суммы амортизационных отчислений представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2– Расчёт суммы амортизационных отчислений

Оборудование	Основные фонды, тыс. р.	Норма отчислений, %	Отчисления на амортизацию, тыс. р.
Оборудование АИИСКУЭ	29731,218	4,4	1308,174
Кабели связи	162,230	2,4	3,894
Силовые кабели	43,614	5	2,181
Итого:	29937,063		1314,248

В таблице 5.3 представлен баланс рабочего времени согласно календарному фонду рабочего времени.

Таблица 5.3 Баланс рабочего времени

Показатели	Формула	Дни	Часы
Календарный фонд рабочего времени	Φ_k	365	8760
Нерабочие дни:			
- праздники		9	
- выходные		107	
- всего	N_d	116	
Номинальный фонд рабочего времени	$\Phi_{ном} = \Phi_k - N_d$	249	1992
Неиспользуемое время:	N_v		
- основные и дополнительные отпуска		31	248
- отпуска учащихся	$0,005 * \Phi_{ном}$	1,245	9,96
- невыходы по болезни	$0,03 * \Phi_{ном}$	7,47	59,76
- невыходы в связи с выполнением общ.-гос. обязанностей	$0,005 * \Phi_{ном}$	1,245	9,96
Итого неиспользуемое время			327,68
Явочное время одного работника	$\Phi_{яв} = \Phi_{ном} - N_v$	208,04	1664,32
Внутрисменные потери	$\Phi_{п} = 0,015 * \Phi_{ном}$	3,126	29,88
Полезный фонд рабочего времени	$\Phi_{пол} = \Phi_{яв} - \Phi_{п}$	205,3	1642,2
Средняя продолжительность рабочего дня	$\Phi_{пол}[ч] / \Phi_{яв}[д]$		6,56
Коэффициент использования рабочего времени	$K_i = \Phi_{пол} / \Phi_{ном}$		0,82

Явочный состав эксплуатационных рабочих:

$$R_{я}^э = \frac{n \cdot \sum n_{y.E}}{P_э}, \quad (5.1)$$

где $\sum n_{y.E}$ - сумма у. е. обслуживания оборудования;

n – количество смен, $n=2$;

$P_э$ – норматив у. е. обслуживания для одного рабочего [11].

Расчёт суммы у. е. обслуживания сведем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4– Расчёт суммы условных единиц обслуживания

Наименование оборудования	Кол-во	Объём обслуживания ед., у.е.	Суммарный объём, у.е.
ПО сEnergo 4.7	1	10,2	10,2
Оборудование ЦОИ	1	5,1	5,1
счетчики ЦЭ 6850М	36	2,3	82,8
счетчики СЕ 304	68	2,3	156,4
счетчики СЕ 201	937	2,3	2155,1
счетчики СЕ 208	144	2,3	331,2
счетчики СЕ 303	86	2,3	197,8
УСПД СЕ 805	16	1,5	24
УСПД164-01Б-2	8	1,5	12
сумматор СЕ 826	106	0,5	53
радиомодем СЕ 831С1.03	67	3,4	227,8
PLC-модем СЕ832С5	44	3,4	149,6
ЛБСД СЕ 8.236	142	0,5	71
Кабель КТМ.011-1795838-00	12,8 км	7,2	92,160
Кабель КП.012-1795838-00	2,23 км	8,4	18,732
Сумма			3586,892

Проведем расчет по формуле

$$R_{я}^э = \frac{2 \cdot 3586,892}{900} = 7,97 \text{ чел} \quad (5.1)$$

Списочный состав эксплуатационных рабочих:

$$R_c^э = \frac{R_я^э}{K_{и}}, \quad (5.2)$$

где $K_{и}$ – коэффициент использования рабочего времени.

$$K_{и} = \frac{\Phi_{пол}}{\Phi_{ном}} \quad (5.3)$$

$$K_{и} = \frac{205,3}{249} = 0,82$$

Проведем расчет по формуле (5.2):

$$R_c^э = \frac{7,97}{0,82} = 9,72 \approx 10 \text{ чел}$$

Определение численности ремонтного персонала.

Явочный состав ремонтных рабочих:

$$Ч_я^р = \frac{\sum T}{\Phi_{ном}}, \quad (5.4)$$

где T – трудоемкость ремонта оборудования, чел*ч/год;

$\Phi_{ном}$ – номинальный фонд рабочего времени, $\Phi_{ном}=1992$ час;

Суммарная трудоёмкость ремонта определяется как:

$$\sum T = N \cdot n_k \cdot 12 / T_k + N \cdot n_m \cdot 12 / T_m, \quad (5.5)$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

n – норма трудоёмкости, ч/ед;

T – продолжительность капитального(к) и текущего(т) ремонта, ч.

В таблице 5.5 представлен расчёт трудоёмкости ремонта оборудования.

Таблица 5.5– Расчёт трудоёмкости ремонта оборудования

Наименование оборудования	Кол-во	Трудоёмкость текущ. ремонта			Трудоёмкость капит. ремонта			Итого
		Единицы	Всего	Среднегод	Единицы	Всего	Среднегод	
Оборудование ЦОИ	1	144	144	12,00	263	263	21,92	33,92
счетчики ЦЭ 6850М	36	12,2	439,2	36,60	18,7	673,2	56,10	92,70
счетчики СЕ 304	68	12,2	829,6	69,13	18,7	1271,6	105,97	175,10
счетчики СЕ 201	937	9,4	8807,8	733,98	15,5	14524	1210,29	1944,28
счетчики СЕ 208	144	9,4	1353,6	112,80	15,5	2232	186,00	298,80
счетчики СЕ 303	86	9,4	808,4	67,37	15,5	1333	111,08	178,45
УСПД СЕ 805	16	24	384	32,00	56	896	74,67	106,67
УСПД164-01Б-2	8	24	192	16,00	56	448	37,33	53,33
сумматор СЕ 826	106	2,5	265	22,08	4,3	455,8	37,98	60,07
радиомодем СЕ 831С1.03	67	7	469	39,08	25	1675	139,58	178,67
PLC-модем СЕ832С5	44	7	308	25,67	25	1100	91,67	117,33
ЛБСД СЕ 8.236	142	2,5	355	29,58	4,3	610,6	50,88	80,47
Кабель КТМ.011-1795838-00	12,8 км	45	576	48,00	160	2048	170,67	218,67
Кабель КП.012-1795838-00	2,23 км	65	144,95	12,08	215	479,45	39,95	52,03
Итого				1256,38			2334,10	3590

$$\mathcal{U}_y^p = \frac{3590}{1992} = 1,8 \text{ чел}$$

Списочный состав ремонтных рабочих:

$$\mathcal{U}_c^p = \frac{\mathcal{U}_y^p}{K_i} \tag{5.6}$$

$$\mathcal{U}_c^p = \frac{1,8}{0,82} = 2,198 \approx 3 \text{ чел}$$

Общая численность персонала:

$$R_{\text{общ}} = 10 + 3 = 13 \text{ чел}$$

Тарифный фонд заработной платы:

- для эксплуатационных рабочих

$$Z_T^{\text{Э}} = N \cdot Ч_C^{\text{Э}} \cdot T_{\text{см}}^{\text{Э}} \cdot \Phi_{\text{пол}} \cdot K_{\text{и}}, \quad (5.7)$$

где $T_{\text{см}}^{\text{Э}}$ - часовая тарифная ставка эксплуатационных рабочих, принимаем 305,71 руб/час [11].

$\Phi_{\text{пол}}$ - номинальный полезный фонд рабочего времени, ч.

$$Z_T^{\text{Э}} = 10 \cdot 305,71 \cdot 1642,2 \cdot 0,82 = 4116,703 \text{ т.р.}$$

Тарифный фонд заработной платы ремонтного персонала:

$$Z_T^{\text{Р}} = \sum T \cdot T_{\text{см}}^{\text{Р}}, \quad (5.8)$$

где $T_{\text{см}}^{\text{Р}}$ - часовая тарифная ставка ремонтных рабочих, принимаем 340,55 руб/час [11].

$$Z_T^{\text{Р}} = \sum T \cdot T_{\text{см}}^{\text{Р}} = 3590 \cdot 340,55 = 1222,74 \text{ т.руб.}$$

Расчет зарплаты производу в таблице 5.6.

Таблица 5.6– Расчёт зарплаты персонала

Элементы фонда заработной платы	Заработная плата, тыс.р.	
	Эксплуатационных рабочих	Ремонтных рабочих
Фонд оплаты по тарифу, за год.	4116,703	1222,74
Доплаты до часового фонда заработной платы.		
а) премия (30%)	1235,011	366,821
б) оплата праздничных дней (1,5%)		18,34
в) оплата за работу в ночное время (4,75%)	195,543	
Итого часовой фонд зарплаты	5547,257	1589,557

Продолжение таблицы 5.6.

Доплаты до дневного фонда заработной платы		
а) доплаты за работу в праздники		18,341
Итого дневной фонд зарплаты.	5547,257	1607,898
Доплаты до годового фонда заработной платы		
а) оплаты отпусков (12,8%)	710,049	205,811
б) оплата дней выполнения гос. обязанностей(0,48%)	26,627	7,718
Всего фонд годовой зарплаты	6283,933	1821,427
Среднегодовая заработная плата, тыс. руб/год	628,393	607,142
Среднемесячная заработная плата, тыс. руб/мес	52,366	50,595

Далее, исходя из полученных данных, составим смету годовых эксплуатационных расходов (таблица 5.7).

Таблица 5.7– Смета годовых эксплуатационных расходов

№	Наименование статей затрат	Затраты, т.р	Процент к итогу
1	Зарплата экспл. рабочих	6283,933	39,57
2	Начисление на зарплату (30.2% от фонда з/п экспл.раб)	1897,748	11,95
3	Экспл. материалы (15% от фонда з/п экспл. раб.)	942,590	5,94
4	Зарплата рем. рабочих	1821,427	11,47
5	Начисление на зарплату (30.2% от фонда з/п рем.раб)	550,071	3,46
6	Материалы на ремонт (35% от фонда оплаты по тарифу рем. раб.)	637,499	4,01
7	Амортизационные отчисления	1314,248	8,28
8	Прочие затраты (30% от фонда з/п экспл.и рем. раб)	2431,608	15,31
Итого		15879,124	100

Согласно статистическим данным, внедрение системы АИИСКУЭ, в среднем, позволяет снизить потери электроэнергии на 25% и увеличить уровень оплаты на 20% [8]. В 2019 г. оплата за электроэнергию составила 160125,63 тыс.руб.

Рассчитаем ожидаемый экономический эффект от установки АИИСКУЭ:

$$\mathcal{E} = 0,2 \cdot 160125,63 = 32025,126 \text{ т.руб./год}$$

Ожидаемая чистая прибыль, с учетом годовых эксплуатационных расходов:

$$\mathcal{Ч} = 32025,126 - 15879,124 = 16146,002 \text{ т.руб./год.}$$

Тогда срок окупаемости АИИСКУЭ составит:

$$T_{ок} = K / \mathcal{Ч} \quad (5.9)$$

где K – суммарные капиталовложения в проект АИИСКУЭ, тыс.руб.

$$T_{ок} = 29937,063 / 16146,002 = 1,85 \text{ года.}$$

В итоге срок окупаемости проекта АИИСКУЭ составил 1,85 года при капиталовложениях 29937,063 тыс. руб. и годовых эксплуатационных расходах 15879,124 тыс. руб./год.

Заключение

В данной работе рассматривается АИИСКУЭ г. Кандалакша Мурманской области. Рассмотрены назначение, цели создания и структура АИИСКУЭ. Назначение современной АИИСКУЭ состоит в осуществлении автоматизированного коммерческого учета и контроля параметров электроэнергии и энергопотребления. Также ведется непрерывный мониторинг процесса энергопотребления, формируются необходимые отчетные документы. Вся информация передается в центры сбора и обработки информации. Для сбора, обработки и хранения информации используется оборудование АО «Концерн Энергомера» на котором установлено ПО сEnergo 4.7.

Цели создания системы:

- 1) Измерение количества потребленной электрической энергии за определенный учетный период;
- 2) Мониторинг и контроль режимов электропотребления;
- 3) Минимизация потерь и возможности хищений электроэнергии;
- 4) Обеспечение максимальной эффективности использования энергоресурсов.

По своей структуре АИИСКУЭ города включает три уровня:

- 1) Уровень приборов учета на границах раздела с поставщиками электроэнергии;
- 2) Балансовые приборы учета, установленные на РП и ТП;
- 3) Уровень приборов учета на границах раздела с потребителями электроэнергии.

Центр сбора и обработки информации (ЦСОИ или ЦОИ) является ключевым связующим звеном между данными уровнями АИИСКУЭ. В качестве ЦОИ используется сервер с установленным ПО сEnergo 4.7.

Рассмотрены структурные схемы и особенности функционирования АИИСКУЭ энергоснабжающих организаций, коммунальных потребителей,

мелкомоторного сектора, промышленных предприятий. Рассматривается обеспечение экономического эффекта применения АИИСКУЭ.

Рассмотрены программные средства ЦОИ АИИСКУЭ АО «Концерн Энергомера» и особенности их администрирования.

Программные средства ЦОИ АИИСКУЭ АО «Концерн Энергомера» содержат:

- системное ПО на основе ОС «Windows Pro», в которое входит базовый набор программ и драйверов для функционирования АИИСКУЭ;

- специализированное ПО сEnergo 4.7, которое обеспечивает создание, настройку и администрирование всех необходимых для эффективной работы АИИСКУЭ баз данных и файлов. Для обеспечения технологического процесса контроля и учета электропотребления также обеспечивается эффективная обработка информации, контроль и защиты целостности данных. Поддерживается передача информации оператору по запросу, а также поддержка распечатки на принтере и других печатающих устройствах [14]. ПО управления и обслуживания базы данных:

- согласует прием и обработку данных по электропотреблению от счетчиков электроэнергии;

- обеспечивает выдачу информации с помощью отчетов согласно установленной оператором форме;

- обеспечивает приведение полученной информации к единому времени.

Проанализировано и систематизировано используемое оборудование АИИСКУЭ сEnergo 4.7 АО «Концерн Энергомера» для каждой из сфер применения. Показан внешний вид оборудования, приводится описание и технические характеристики.

Приведены нормативные документы по монтажу оборудования и для соответствия данной АИИСКУЭ требованиям ГОСТ.

Приведено описание базового счетчика СЕ303 R33, дано его описание, показан внешний вид, вид ЖКИ и расположение дополнительных контактов

для подключения к ПК и программирования. Рассмотрены особенности монтажа и прокладки кабелей связи. Приведены схемы подачи питания на дополнительные контакты и подключения счетчика СЕ303 R33 к ПК для программирования. Рассмотрены возможности программного управления и настроек учета.

Наименование, количество и стоимость оборудования АИИСКУЭ представлены в таблице, определена сметная стоимость оборудования АИИСКУЭ. Рассчитаны амортизационные отчисления, численность эксплуатационных и ремонтных рабочих и их зарплата, составлена смета годовых эксплуатационных расходов. Рассчитаны ожидаемый экономический эффект от установки АИИСКУЭ, ожидаемая чистая прибыль, с учетом годовых эксплуатационных расходов, срок окупаемости АИИСКУЭ. В итоге срок окупаемости проекта АИИСКУЭ составил 1,85 года при капиталовложениях 29937,063 тыс.руб. и годовых эксплуатационных расходах 15879,124 тыс.руб./год.

В заключение следует отметить, что используемая АИИСКУЭ сEnergо 4.7 производства АО «Концерн Энергомера» отвечает всем современным требованиям по надежности, точности, безопасности и энергоэффективности.

Список используемых источников

1. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. Вологда: Инфра - Инженерия, 2016. 416 с.
2. Волчуков Н.П., Титов Н.Н. Построение информационной системы контроля и учета энергоресурсов промышленного предприятия. Техническая электродинамика. Киев: Энерго, 2017. 207 с.
3. Данилин А.В., Захаров В.А. Принципы построения работы АСКУЭ. М: ЭСКО, 2017. 189 с.
4. Гуревич Ю.Е. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя. М.: Торус Пресс, 2015. 408 с.
5. Гуртовцев А.Л. Комплексная автоматизация энергоучета на промышленных предприятиях и хозяйственных объектах. СТА, 2018 №3. С. 104–106.
6. Гуртовцев А.Л. О происхождении и значении термина АСКУЭ. Промышленная энергетика, 2018. №8. С. 80–87.
7. Гуртовцев А.Н. Современные принципы автоматизации энергоучета в энергосистемах / А.Н. Гуртовцев // Новости электротехники, 2013. №18. С. 60–66.
8. Забелло Е.П., Гуртовцев А.Л. Экономическая эффективность АСКУЭ - Промышленные АСУ и контроллеры, 2016. №7. С. 20–25.
9. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. М.: ИЦ Академия, 2016. 320 с.
10. Кудрин Б.И., Прокопчик В.В. Электроснабжение промышленных предприятий. Минск: Высшая школа, 2016. 352 с.
11. Можаяева С.В. Экономика энергетического производства. СПб.: Издательство «Лань», 2017. 208 с.
12. Носов Е.Ю. Модульный принцип построения АСКУЭ. Энергетик, 2017. №12. С. 40–42.
13. Правила устройства электроустановок, издание 7. М.: Энергия, 2019. 648 с.

14. Проектная документация. АИИСКУЭ г. Кандалакша Мурманской обл. Кандалакша, 2018. 68 с.
15. Свириденко Э. А. Основы электротехники и электроснабжения. М.: Техноперспектива, 2016. 436 с.
16. Смирнов А.Д., Антипов К.М. Справочная книжка энергетика. М.: Энергоатомиздат, 2018. 553 с.
17. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных объектов. М.: РадиоСофт, 2017. 328 с.
18. Стромиллова Н.А. Организация, планирование и управление энергетикой: Методические указания. Чита: ЗабГУ, 2015. 30 с.
19. Фролов Ю. М. Основы электроснабжения. М.: Лань, 2018. 480 с.
20. Школа электрика. Информационный портал [Электронный ресурс]. URL: <http://electricalschool.info/> (дата обращения: 25.12.2019).
21. АО «Концерн Энергомера». Информационный портал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energomera.ru/> (дата обращения: 24.12.2019).