

---

# SMART IMS 5.0

---

Общее описание



## Содержание

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Назначение системы.....	4
1.2. Область применения системы.....	4
1.3. Потенциальные пользователи системы.....	4
1.4. Масштабы применения системы.....	4
<b>2. ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ.....</b>	<b>6</b>
2.1. Режимы работы системы: prepayment, credit.....	6
2.2. Другие особенности системы.....	6
<b>3. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>7</b>
3.1. Состав системы .....	7
3.2. Архитектура системы.....	7
<b>4. ОБОРУДОВАНИЕ SMART IMS.....</b>	<b>9</b>
4.1. Счетчики.....	9
4.2. Маршрутизатор .....	10
<b>5. ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....</b>	<b>11</b>
<b>6. СЕРВИС-ЦЕНТР .....</b>	<b>14</b>
6.1. Размещение и организация Сервис-Центра.....	14
6.2. Службы Сервис-Центра.....	14
6.2.1. Администратор .....	14
6.2.2. Диспетчер.....	14
<b>7. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН В СИСТЕМЕ .....</b>	<b>15</b>
7.1. Схема информационного обмена .....	15
7.2. Протоколы обмена .....	15
<b>8. ПОЛИТИКА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....</b>	<b>16</b>
<b>9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>17</b>
9.1. Работа в режиме prepayment.....	17
9.2. Работа в режиме credit.....	17
9.3. Многотарифный учет .....	18
9.4. Управление энергопотреблением .....	18
9.5. Контроль баланса электроэнергии на участке сети.....	18

9.6.	Аварийный надзор .....	19
9.7.	Борьба с хищениями.....	19
9.8.	Получение более подробной информации .....	19
9.9.	Дистанционная настройка счетчика .....	19
<b>10.</b>	<b>Ввод СИСТЕМЫ в ЭКСПЛУАТАЦИЮ .....</b>	<b>20</b>

## 1. Общие сведения о системе

### 1.1. Назначение системы

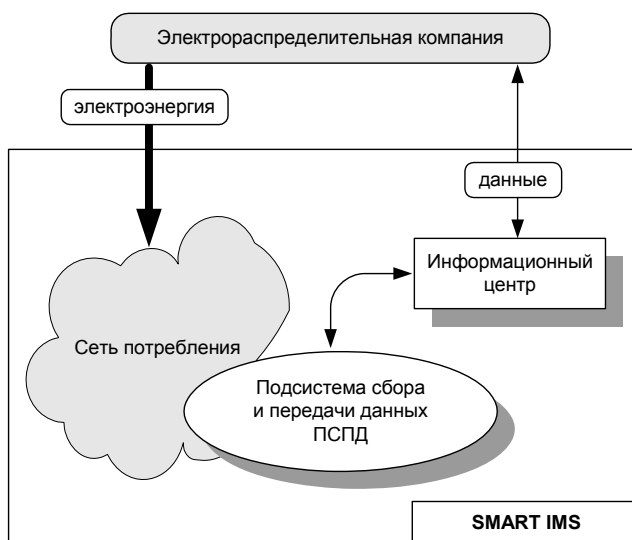
Smart IMS 5.0 – это автоматизированная система учета электроэнергии и управления потреблением, ориентированная на индивидуальную работу с конечными одно- и трехфазными потребителями.

### 1.2. Область применения системы

Система ориентирована на работу в электrorаспределительной сети 0.4 kV. Система может использоваться для учета электроэнергии и/или управления потреблением электроэнергии в отдельных коттеджах, многоквартирных домах, офисах, на объектах общественного назначения, на производственных предприятиях.

### 1.3. Потенциальные пользователи системы

Пользователь системы – это электrorаспределительная компания, осуществляющая поставку электроэнергии конечным потребителям (рис.1).



**Рисунок 1. Состав и структура взаимодействия системы SMART IMS с электrorаспределительной компанией и потребителями электроэнергии**

### 1.4. Масштабы применения системы

Система способна контролировать поставку электроэнергии конечным потребителям в пределах административного района, города, сельской местности, крупных районов.

Наращивание системы производится за счёт добавления новых сегментов в ПСПД. Сегментом обычно является сеть потребления трансформаторной подстанции. Крупное объединение сегментов обслуживается информационным центром SMART IMS. Количество точек учёта, данные по

которым Центр способен аккумулировать и обработать, достигает одного миллиона.

Данные по всем потребителям центр хранит в виде пригодном для передачи на более высокий оперативный уровень, таким образом, несколько центров могут быть объединены в центр управления более высокого ранга.

## 2. Характерные особенности системы

### 2.1. Режимы работы системы: **prepayment, credit**

Smart IMS 5.0 способна функционировать в двух режимах:

- Автоматически управлять поставкой электроэнергии каждому конечному потребителю на основе произведенной им предоплаты (режим **prepayment**);
- Вести автоматический учет (AMR) электроэнергии, потребляемой каждым конечным потребителем, с последующим подведением индивидуальных итогов за отчетный период (режим **credit**).

При необходимости система способна поддерживать оба режима работы одновременно.

В отличие от других известных систем в Smart IMS 5.0 не используются пластиковые карточки для передачи в счетчик данных о произведенной предоплате. Эти данные, наряду с другой информацией, регулярно поступают в счетчик по каналам связи системы.

### 2.2. Другие особенности системы

- 

#### Управление потреблением электроэнергии

Система обеспечивает автоматическое управление потреблением электроэнергии (отключение/подключение потребителя) в соответствии с заданной программой и сложившейся ситуацией.

#### Дифференциальный ток

Система контролирует разность токов в "нулевом" и "фазном" проводах с целью выявления возможных нарушений в потреблении электроэнергии, например случайном или умышленном замыкании фазного провода на землю.

#### Возможности баланса

Система позволяет контролировать баланс активной электроэнергии на заданных участках электросети с целью контроля распределения и выявления возможных нарушений в потреблении электроэнергии.

#### Самоконтроль и настройка

Система располагает встроенными функциями самоконтроля.

В системе поддерживается автоматическая дистанционная настройка и синхронизация оборудования, обеспечивается также централизованный сбор, обработку и хранение учетной и аварийно-технической информации.

#### Взаимодействие с внешними системами

Система поддерживает взаимодействие с внешней Billing System в режиме "мягкого" реального времени.

## 3. Организация системы

### 3.1. Состав системы

В состав системы входят следующие функциональные элементы:

	<p><b>Однофазные счетчики</b> серии <b>NP5</b>, которые устанавливаются у однофазных потребителей и обеспечивают учет и управление потреблением электроэнергии.</p>
	<p><b>Трехфазные счетчики</b> серии <b>NP5</b>, которые устанавливаются у 3-фазных потребителей и/или в точках контроля баланса и обеспечивают учет и управление потреблением электроэнергии</p>
	<p><b>Маршрутизаторы</b>, которые устанавливаются на каждой подстанции 0.4 kV либо в другом оборудованном месте и выполняют коммуникационные функции транзита данных между центром и счётчиками</p>
	<p><b>Центр</b>, который располагается в офисе компании-поставщика электроэнергии и обеспечивает решение задач обработки данных и управления, а также связь с внешней Billing System</p>

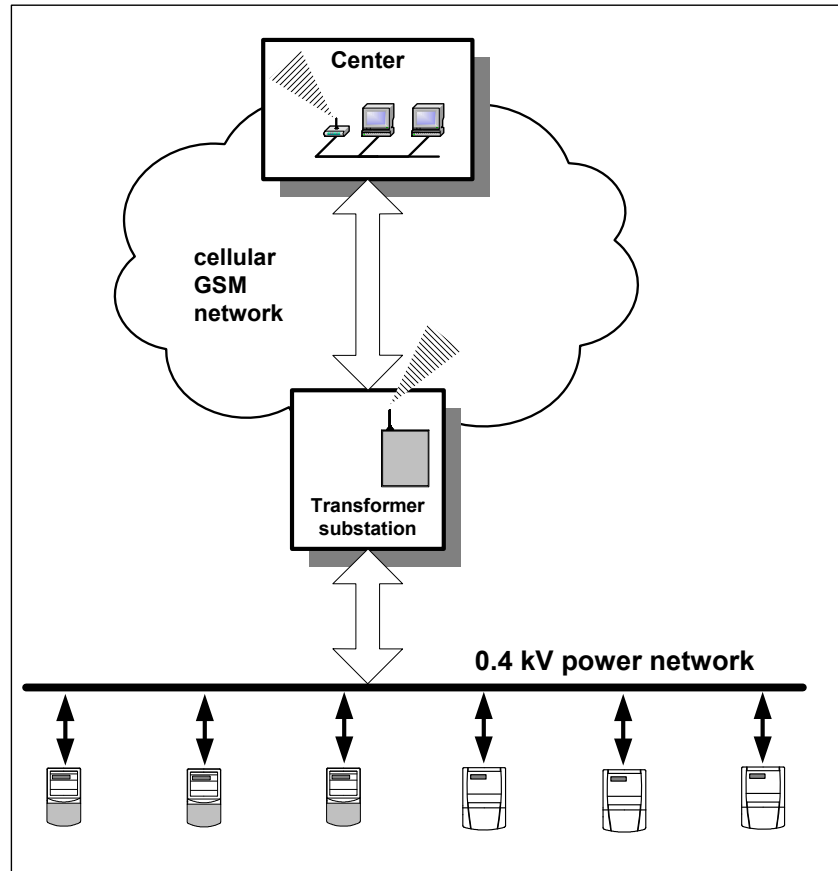
### 3.2. Архитектура системы

Схема построения Smart IMS 5.0 в общем виде показана на рис. 2. На "нижнем" уровне располагаются счетчики. В зависимости от типа потребителя для учета электроэнергии и управления потреблением используются одно- или трехфазные счетчики. Трехфазные счетчики используются также для контроля баланса на заданных участках электросети.

Обмен данными со счетчиками осуществляется по обычной электропроводке 0.4 kV. Все счетчики доступны маршрутизатору, который устанавливается на трансформаторной подстанции, выполняет функции сбора и временного хранения данных, а также коммуникационные функции.

Маршрутизатор поддерживает двухстороннюю связь с Центром, как правило, с помощью сотовой сети связи (GSM). Маршрутизатор поддерживает также связь по телефонным линиям, по линиям электропередачи 6-22 kV, по сети Ethernet.

В Центре осуществляется сбор и долговременное хранение данных. На основе полученной информации решается весь комплекс задач прикладного характера.



**Рисунок 2. Схема передачи данных в SMART IMS**

## 4. Оборудование Smart IMS

Выполнение основных, а также ряда вспомогательных функций системы, осуществляется с помощью счётчиков электроэнергии, сетевых приборов – маршрутизаторов, и оборудования Центра.

В качестве части оборудования, Smart IMS использует саму сеть распределения электроэнергии (Power Line), в которую включены счётчики и маршрутизаторы. Линии электропередачи 3×240/400 используются в качестве физической среды для организации информационной PL-сети, обеспечивающей обмен данных между счётчиками и маршрутизаторами.

Маршрутизатор является промежуточным устройством в информационном обмене между PL-сетью и Центром. Связь маршрутизатора с Центром осуществляется по GSM-каналам (преимущественно), по телефонным линиям, по линиям электропередачи 6-22 kV, по сети Ethernet.

Центр комплектуется компьютерами и GSM-модемом, либо другими устройствами, осуществляющими преобразование поступающей информации в компьютерный стандарт.

### 4.1. Счетчики

Счётчики SMART IMS 5.0 представляют собой электронные приборы, обеспечивающие аналого-цифровое преобразование напряжения и тока, вычисление мощности, потребляемой активной и реактивной энергии и сохранение данных в энергонезависимой памяти.

Счетчики производят расчёт сальдо потребителя на основе данных полученных из Центра, и принимают решение отключить потребителя от сети в соответствие с установленной политикой управления подачей электроэнергии потребителю. С этой целью счётчики оборудованы отключающим реле.

Данные о потреблённой электроэнергии, а также сальдо потребителя выводятся на встроенный жидкокристаллический дисплей. Возможен также вывод информации на внешние дисплеи.

Счётчики снабжены PL-модемом и поддерживают связь с концентратором по PL-магистральной линии. Модемы выполняют также функцию сетевых ретрансляторов, что позволяет обеспечивать надёжную связь в длинных и разветвлённых PL-магистральных линиях.

Счётчики содержат схему измерения дифференциального тока – разности токов в нулевом и фазных проводах.

При поверке счётчиков, а также при специальном сервисном обслуживании используется низковольтный цифровой коммуникационный выход, который может быть настроен как импульсный. Контакты коммуникационного выхода выведены на колодку зажимов счётчика.

Подробная информация о счётчиках содержится в документе "Счётчики электрической энергии серии NP5. Функциональное описание", в документах,

содержащих техническое описание и руководство по эксплуатации конкретных счётчиков, в паспортах счётчиков.

## 4.2. Маршрутизатор

Маршрутизатор представляет собой автономное устройство, предназначенное для организации цифровой PL-магистральной, физической средой которой являются провода передачи электроэнергии  $3 \times 240/400$  V. Передача данных в сети осуществляется частотно-модулированными цифровыми пакетами.

Маршрутизатор обеспечивает также информационный обмен с Центром, как правило, с помощью сотовой сети связи (GSM). Маршрутизатор поддерживает также связь по телефонным линиям, по линиям электропередачи 6-22 kV, по сети Ethernet.

Маршрутизатор осуществляет:

- Регистрацию счётчиков в соответствии с архитектурой PL-сети.
- Сбор, хранение и передачу данных, полученных от счётчиков в Центр.
- Прием и передачу на счётчики служебной информации из Центра.
- Перенаправление (routing) потребительской информации со счётчиков не оборудованных устройством отображения данных на внешние дисплеи.

Маршрутизатор устанавливается, как правило, на трансформаторной подстанции и подключается к одному, двум или трём трёхфазным фидерам.

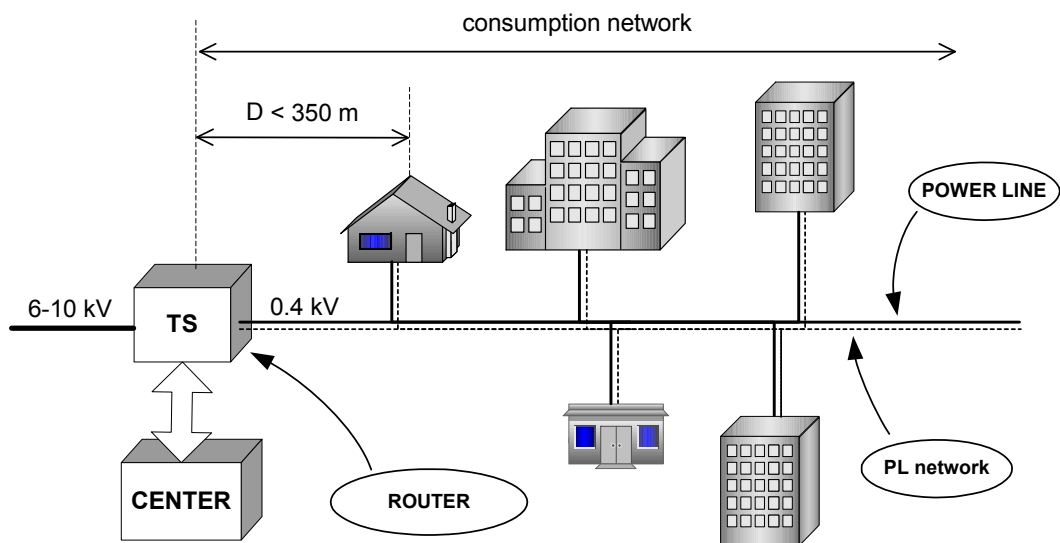
Подробные сведения о маршрутизаторе содержатся в документе "Маршрутизатор RTR52-6L4M4K8HE/G".

## 5. Организация сети передачи данных

Сеть передачи данных состоит из двух подсистем:

1. Подсистемы информационного обмена между счётчиками и маршрутизатором.
2. Подсистемы обмена данными между маршрутизатором и Центром.

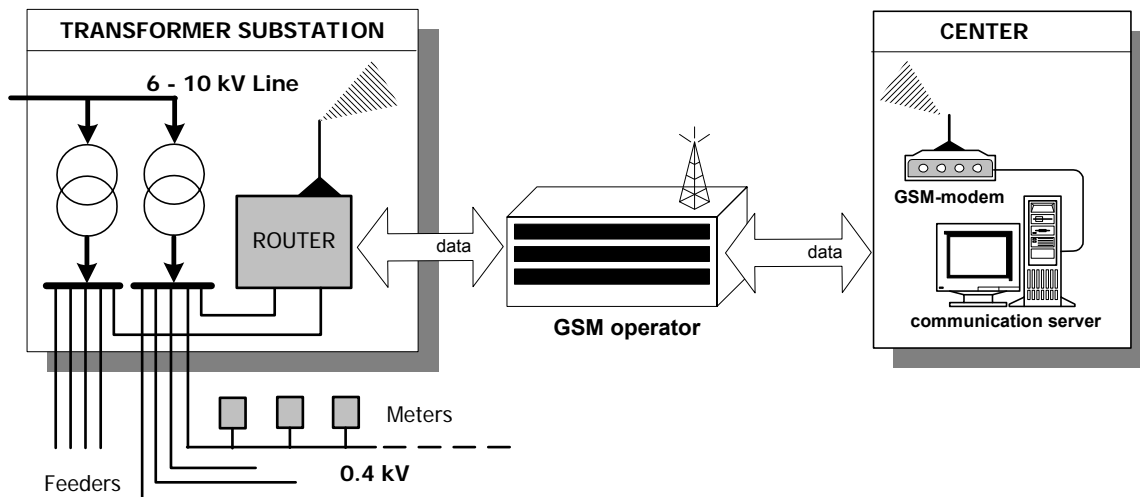
Первая подсистема – цифровая PL-магистраль, топографически совпадает с сетью линии электропередачи 0,4 kV, которая используется в качестве физической среды для её организации (рис. 3)



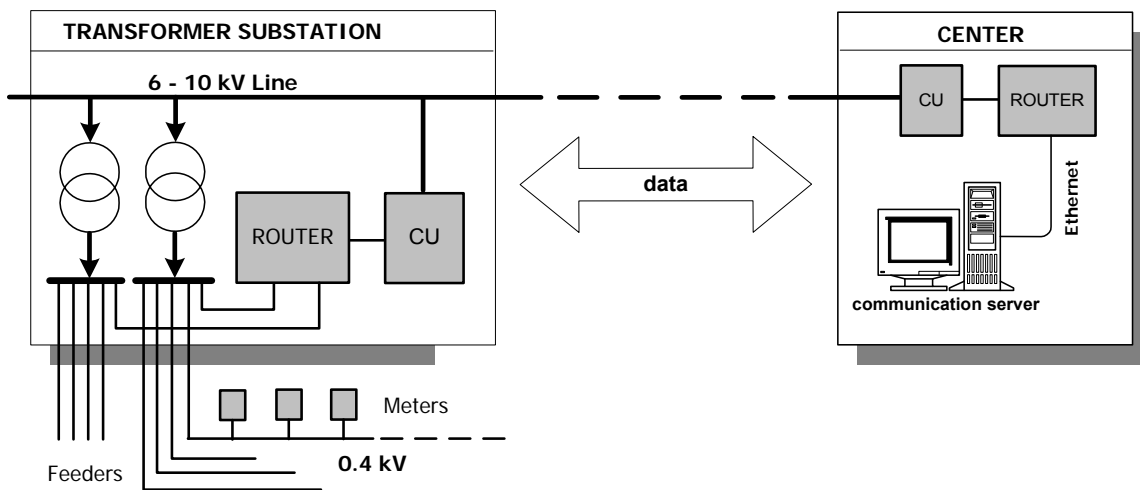
**Рисунок 3. Топография сети потребления и PL-сети**

Вторая подсистема представляет собой один из следующих каналов связи: GSM-связь, линии электропередачи 6-22 kV, телефонные линии, сеть Ethernet (см. рис. 4).

Маршрутизаторы, как правило, располагаются на трансформаторных подстанциях и подключаются к трёхфазным фидерам, как показано на рис. 4.



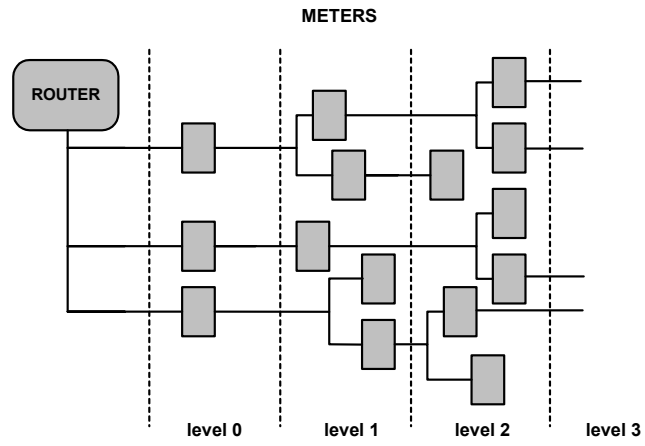
а) передача данных по каналам GSM-связи



б) передача данных по сети 6-10 kV (до 22 kV). CU – устройство присоединения.

#### Рисунок 4. Типы сети передачи данных

Связь концентратора с удалёнными счётчиками, вследствие длины и зашумленности PL-магистральной, может оказаться невозможной. Такие счётчики "невидимы" для концентратора. В связи с этим информационный обмен в PL-магистральной организован по принципу многоуровневой адресации (рис. 5). Связь концентратора с "невидимыми" счётчиками более глубоких уровней осуществляется благодаря ретрансляции кадров, которая производится PL-модемами счётчиков, находящихся на "видимых" уровнях.



**Рисунок 5. Иерархия связей в PL-магистральной**

## 6. Сервис-центр

### 6.1. Размещение и организация Сервис-Центра

Сервис-Центр обеспечивает решение задач контроля технического состояния сети.

Центр расположен в офисе электrorаспределительной компании, обеспечивающей поставку электроэнергии пользователям SIMS.

Сервис-центр предоставляет следующие возможности:

- Контроль технического состояния сети, в том числе аварийных ситуаций, показаний счетчиков и т.п.
- Представление информации в удобном виде в соответствии со сформированными пользователем шаблонами
- Хранение полученных данных в цифровом формате
- Обеспечение связи с внешними биллинговыми системами

Состав Центра:

- Сервер базы данных
- АРМ Администратора и Диспетчера, решающего специализированные задачи.

### 6.2. Службы Сервис-Центра

Службы «Администратор» и «Диспетчер» являются основными средствами контроля технического состояния сети.

#### 6.2.1. Администратор

- Формирует группы пользователей Smart IMS и предоставляет им соответствующие права доступа.
- Обеспечивает сохранность информации
- Администрирует базу данных SIMS
- Формирует группы счетчиков и назначает их конкретным диспетчерам
- Просматривает общую информацию по всем счетчикам системы.

#### 6.2.2. Диспетчер

- Формирует шаблон для просмотра параметров счетчика
- Просматривает информацию по текущему состоянию счетчиков в соответствии с выбранным им шаблоном
- Просматривает историю счетчиков
- Анализирует техническое состояние сети на основе полученной информации.

## 7. Информационный обмен в системе

### 7.1. Схема информационного обмена

Двухсторонний обмен данными происходит фактически между Центром и каждым отдельным счетчиком. Маршрутизатор играет роль промежуточного звена и в преобразованиях информации не участвует.

Сообщения передаются в виде сетевых пакетов. Сообщение может содержать внутри себя коды команд, данные, вспомогательную информацию.

На участке сотовой связи регулярные сообщения передаются в режиме передачи данных. Для передачи экстренных сообщений (авария, данные о пополнении сальдо) используются SMS.

### 7.2. Протоколы обмена

Протокол обмена данными базируется на общепринятой модели взаимодействия двух сущностей вида "клиент-сервер" ("запрос-ответ").

Одна из сторон (А) посылает другой стороне (В) запрос, содержащий код некоторой команды и сопроводительную информацию (если она необходима). В ответ В посылает сообщение с тем же кодом команды и ответной сопроводительной информацией.

Одна из сторон может посылать "ответы" без запроса другой стороны. Например, таким образом, счетчик может передать Центру учетную информацию, собранную за сутки.

## 8. Политика информационной безопасности

Smart IMS 5.0 – это информационная система коммерческого назначения. В связи с этим в ней предусмотрены специальные меры, направленные на обеспечение надлежащего уровня информационной безопасности.

В Smart IMS реализована политика информационной безопасности, предусматривающая комплексную защиту системы и отдельные ее компоненты от потенциальных угроз. Помимо организационных и технических мер в системе используются криптографические методы защиты информации в каналах связи – наиболее уязвимом и доступном для злоумышленника звене системы.

Используется схема шифрования сообщений с симметричными ключами. В качестве шифрующего преобразования реализован практически стойкий алгоритм IDEA, который широко известен, хорошо зарекомендовал себя на протяжении многих лет эксплуатации, а также эффективно вписывается в ограниченные аппаратно-программные ресурсы системы.

Подробное описание общей политики информационной безопасности, а также реализованных специальных мер по защите информации в каналах связи приведено в соответствующей документации на систему.

## 9. Использование системы

### 9.1. Работа в режиме prepayment

Режим предоплаты – это основной режим работы системы. В отличие от других систем с предоплатой, в Smart IMS для передачи в счетчик данных о произведенной предоплате не используются пластиковая карточка. Для поддержания оперативной двухсторонней связи между счетчиком и Центром используются каналы связи системы.

Работа в режиме prepayment организована следующим образом. Сначала потребитель закупает некоторое количество электроэнергии, выраженное в условных единицах – импульсах. Система сообщает об этом счетчику, обслуживающему данного потребителя. Счетчик поддерживает сальдо потребителя, и при поступлении сообщения об очередной покупке это сальдо увеличивается на соответствующее количество импульсов.

Отпуская электроэнергию потребителю, счетчик пропорционально уменьшает его сальдо. Допустимые технические пределы значений сальдо  $\pm 99999$  импульсов. Однако на практике в режиме prepayment допустимое отрицательное значение сальдо лимитируется. Предельное разрешенное отрицательное значение сальдо (лимит) гибко задается системой, но оно не должно превышать - 64 000 импульсов.

Подробная информация о потреблении - идентификатор потребителя, текущее значение потребленной энергии, сальдо, лимит - постоянно отображается на дисплее счетчика.

Счетчик автоматически отключает от электросети потребителя, лимит которого исчерпан. После получения сообщения об оплате, счетчик устанавливает новое значение сальдо и подключает потребителя.

Отключения/подключения выполняются в соответствии с определенной политикой, которая подробнее рассмотрена ниже.

Счетчик периодически (1 раз в сутки) направляет в Центр подробную информацию о потребленной электроэнергии, состоянии сальдо и др.

### 9.2. Работа в режиме credit

Режим работы в кредит является частным случаем режима prepayment, когда лимит потребителя вообще неограничен (unlimited). В этом случае система осуществляет только автоматический учет потребляемой электроэнергии и периодически (раз в сутки) сообщает результаты в Центр. По результатам учета раз в месяц система предоставляет потребителю счет к оплате. Кроме того, система ведет в Центре учет задолженности потребителя. Если это предусмотрено правилами поставки электроэнергии, система способна отключить потребителя-должника, отправив соответствующую команду на его счетчик.

### 9.3. Многотарифный учет

Система поддерживает многотарифный учет электроэнергии.

В течение суток может быть задано до 4-х тарифных зон, отличающихся друг от друга тарифными коэффициентами, т.е. количеством тарифных импульсов, приходящихся на единицу активной или реактивной электроэнергии.

Границы тарифных зон допускают гибкую настройку с дискретностью в 1 час. Границы тарифных зон и тарифные коэффициенты могут изменяться дистанционно командами из Центра прямо в процессе эксплуатации системы.

Система использует 12 тарифных планов, отличающихся значениями тарифных коэффициентов. Тарифные планы (4x3 вариантов) позволяют различать времена года (4 варианта), а также выходные и рабочие дни (3 варианта).

В процессе работы на дисплее счетчика отображается "раскладка" потребляемой электроэнергии по тарифным зонам, а также обозначение действующего в данный момент тарифа.

### 9.4. Управление энергопотреблением

Поставкой электроэнергии потребителю управляет счетчик. Эту функцию способны выполнять как однофазные, так и трехфазные счетчики, входящие в состав Smart IMS. В счетчик встроено реле, которое способно осуществлять управляемое подключение/отключение потребителя, коммутируя при этом ток до 85 А. Счетчик отключает потребителя в следующих случаях:

- Потребителем нарушены условия договора с поставщиком электроэнергии;
- Параметры сети не позволяют потреблять электрическую энергию ввиду аварийной ситуации;
- Из Центра поступила команда на отключение.

С целью соблюдения прав потребителя и обеспечения правил электробезопасности предусмотрена возможность задания в каждом счетчике определенной политики отключений/подключений. Счетчик может быть настроен таким образом, чтобы не отключать потребителя в темное время суток, а также в выходные и праздничные дни. Могут быть также установлены строго определенные интервалы времени, в течение которых разрешено отключение/подключение.

### 9.5. Контроль баланса электроэнергии на участке сети

С помощью дополнительно установленных трехфазных счетчиков может осуществляться контроль баланса электроэнергии на заданных участках электросети. "Балансный" счетчик устанавливается таким образом, чтобы его показания совпадали с суммарными показаниями всех счетчиков, установленных в точках потребления на заданном участке сети. Разность показаний, превышающая некоторое заранее заданное допустимое значение,

указывает на наличие технических потерь или хищений электроэнергии на этом участке.

## **9.6. Аварийный надзор**

Система поддерживает функцию аварийного надзора. Каждый счетчик, при необходимости, способен формировать два типа аварийных сообщений:

- аппаратная неисправность;
- нарушение в потреблении.

Первое сообщение формируется в ответ на любую внутреннюю неисправность счетчика, нарушающую режим его нормального функционирования. Реакцией на такое сообщение должна быть замена неисправного счетчика на исправный.

Второе сообщение формируется по сигналу датчика разности токов в "нулевом" и "фазном" проводах. Такой сигнал возникает, если разность токов превышает допустимую. Эта ситуация может быть обусловлена попыткой хищения электроэнергии путем неправильного включения счетчика или какой-либо иной аварийной ситуацией, вызванной естественной причиной. Реакцией на такое сообщение должно быть выяснение причины на месте.

Аварийные сообщения передаются в Центр в экстренном порядке, предъявляются дежурному персоналу Центра и фиксируются в специальных журналах.

## **9.7. Борьба с хищениями**

Предоставляемые системой возможности оперативного аварийного надзора и контроля баланса в сочетании позволяют эффективно бороться с хищениями электроэнергии.

## **9.8. Получение более подробной информации**

При необходимости в счетчиках могут быть установлены режимы получения и отправки в Центр более подробной информации, например – суточных почасовых карт потребления. Такие карты позволяют проводить более тонкий анализ на основе почасового профиля потребления.

## **9.9. Дистанционная настройка счетчика**

Перечисленные выше функции допускают гибкую и многократную настройку в процессе эксплуатации счетчика. Настройка выполняется индивидуально и дистанционно с помощью соответствующих команд из Центра, адресованных конкретному счетчику.

## 10. Ввод системы в эксплуатацию

Smart IMS допускает проведение достаточно гибкой политики в отношении выбора режима функционирования (credit или prepayment), его поддержания, а также перехода с одного режима функционирования на другой.

Как отмечалось выше, система способна поддерживать оба режима одновременно. В рамках принятого подхода, режим credit трактуется как частный случай режима prepayment с неограниченным лимитом.

Это обстоятельство позволяет вводить в эксплуатацию режим поставки электроэнергии с предоплатой достаточно "плавно", поэтапно, по мере создания соответствующих условий и готовности инфраструктуры.

На первом этапе Smart IMS может выступать как традиционная AMR-system, контролирующая потребление электроэнергии в кредит. Система осуществляет индивидуальный учет электроэнергии и по результатам заданного периода (например, раз в месяц) формирует и рассылает пользователям счета для оплаты.

На следующем этапе система устанавливает связь с Billing System и начинает поддерживать механизм изменения сальдо. На этом этапе устанавливается начальное значение сальдо и контролируются все его изменения, но расчет с потребителями по-прежнему осуществляется на основе счетов. Потребители заранее оповещаются о необходимости погасить задолженности к установленному сроку – началу следующего этапа.

Наконец, на заключительном этапе эволюции системы вводится определенный лимит для отрицательного значения сальдо и система начинает функционировать как prepayment system. При этом потребители, лимиты которых к данному моменту оказались исчерпанными, автоматически отключаются.

Далее система функционирует в режиме prepayment как в основном, но при необходимости она позволяет вернуть кого-то из пользователей в режим credit. Для этого счетчику данного потребителя вновь предоставляется неограниченный лимит.