

УДК 004.9

И.А. Оробец<sup>1</sup>, В.И. Корниенко<sup>2</sup>, А.Ю. Гусев<sup>2</sup><sup>1</sup> ГП «Днепрстандарт.метрология», Днепрпетровск<sup>2</sup> ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепрпетровск

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ВОДЫ

*Обоснованы принципы построения и предложена структура информационной системы мониторинга средств измерительной техники учета тепловой энергии и воды. Предложенная система обеспечивает автоматизацию поверки, мониторинг климатических и технологических параметров в помещениях метрологических лабораторий, учет, обработку и анализ информации, а также унифицированный оперативный доступ к данным, как в локальных сетях подразделений, так и через интернет.*

**Ключевые слова:** информационная система, модульная архитектура, учет тепловой энергии и воды, метрологическое обслуживание, средства измерительной техники.

### Введение

В условиях энергетического кризиса и постоянного роста стоимости энергоносителей (из которых в Украине 53% импортируется [1]) один из путей решения проблемы – экономия всех видов энергоресурсов.

При низкой стоимости энергоносителей, как правило, используются расчетные методы, когда потребляемое количество тепловой энергии и воды определяется по величине отапливаемой площади или количеству проживающих на ней человек. Но с увеличением стоимости энергоносителей эти методы не стимулируют экономию потребления. Поэтому в настоящее время применяются методы приборного учета с помощью средств измерительной техники (СИТ).

**Постановка задачи.** Для обеспечения эффективного использования энергоресурсов и разработки энергосберегающих технологий необходимо иметь точную и достоверную информацию об их потреблении, но внедрение только приборного учета не решает проблему в полной мере.

Оптимизация хозяйственной деятельности и выявление путей экономии возможны при оперативном автоматизированном сборе данных об энергопотреблении, который позволяет эффективно и с высокой точностью выявлять непроизводительные потери энергоносителей, определять затраты энергии на отдельные виды производства, а также осуществлять удаленный, оперативный контроль параметров энергообъектов.

В настоящее время для решения этой задачи внедряются автоматизированные системы коммерческого учета энергии (АСКУЭ), в которые включаются приборы учета тепловой энергии и воды, оборудованные интерфейсом передачи данных, превращая систему в автоматизированную систему учета энергоресурсов.

Метрологическую аттестацию (МА) и поверку АСКУЭ осуществляют региональные центры метрологии и стандартизации (ЦСМ).

Точность информации о количестве потребленной тепловой энергии в большей степени зависит от точности СИТ учета тепловой энергии и воды, поэтому эффективность эксплуатации АСКУЭ всецело зависит от качества метрологического обслуживания (МО) этих СИТ.

Действующая система контроля СИТ в сфере государственного метрологического надзора предусматривает контроль их метрологических характеристик при выпуске из производства и периодической поверке.

Совершенствование измерительных методик и алгоритмов обработки измерительной информации предъявляет повышенные требования к поверочным (калибровочным) лабораториям, которые отражены в международном стандарте ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [2].

Современный теплосчетчик – это, как правило, микропроцессорный прибор со встроенным программным обеспечением, который может работать в системах теплоснабжения различных конфигураций и в комплекте с различными измерительными преобразователями, поверка которых может производиться в лабораториях, дислоцированных в разных частях региона.

Прозрачность процесса и качественное МО СИТ учета тепловой энергии и воды можно обеспечить путем внедрения информационных систем (ИС), обеспечивающих автоматизацию операций поверки и мониторинг состояния парка этих СИТ.

Однако, в настоящее время в Украине не существует таких систем, поэтому существенную роль в процессе учета играет субъективный фактор, допускающий фальсификацию измерений и приводящий к существенным финансовым потерям [3].

**Цель статьи.** Обоснование принципов построения и разработка информационной системы мониторинга СИТ учета тепловой энергии и воды.

### Основная часть

Для решения поставленной задачи предлагается идеология построения ИС, обеспечивающей автоматизацию поверки, мониторинг климатических и технологических параметров в помещениях поверочных/калибровочных лабораторий, учет, обработку и анализ информации, а также оперативный унифицированный доступ к данным как в локальных сетях подразделений, так и через интернет.

Для построения ИС был выбран модульный принцип, который позволяет сложные задачи решать поэтапно.

Информационные системы, построенная по принципу модульности архитектуры, обеспечивает единое информационное пространство, в которое можно интегрировать в качестве подсистем имеющиеся и вновь разрабатываемые программные, ап-

паратно-программные и измерительно-вычислительные комплексы (ИВК).

Функциональные особенности ИС позволяют обеспечить объективную оценку и оперативный контроль технических и метрологических характеристик СИТ учета тепловой энергии и воды в регионе, а также надзор за их состоянием в процессе эксплуатации.

По результатам анализа предметной области была построена модель бизнес-прецедентов, составляющих МО СИТ учета тепловой энергии и воды (рис. 1), в которой ИС выполняет следующие функции:

1. Регистрацию приема/выдачи СИТ, поступающих в поверку.
2. Автоматизированную поверку СИТ.
3. Ввод данных о результатах неавтоматизированной или полуавтоматизированной поверки.
4. Мониторинг климатических и технологических параметров в поверочных/калибровочных лабораториях.

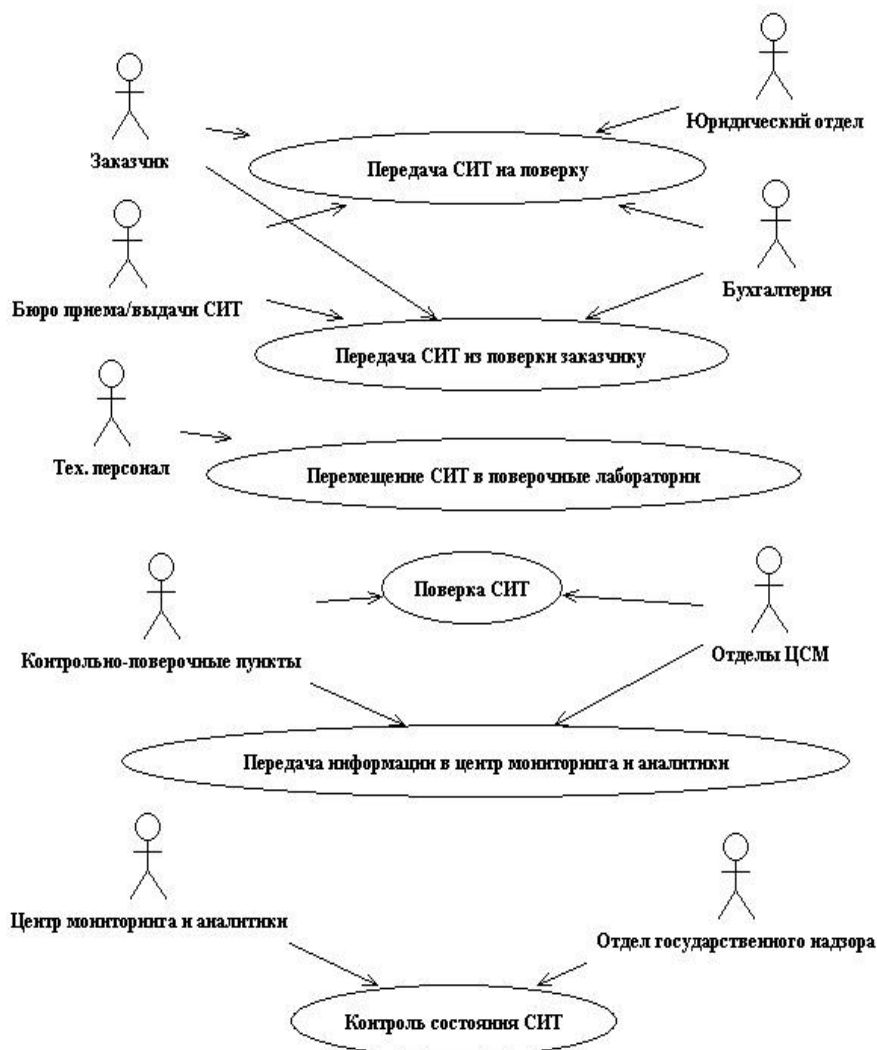


Рис. 1. Модель бизнес-прецедентов

5. Автоматизацию и контроль документооборота.

6. Формирование и вывод на печать обязательных документов (свидетельств, справок, протоколов и т. д.), согласно требований стандартов.

7. Учет и хранение оформленных документов в электронном виде.

8. Обеспечение единой формы документов для всех подразделений.

9. Обеспечение целостности, конфиденциальности и доступности данных, автоматическое резервирование базы данных (БД).

10. Анализ функционирования подразделений.

11. Обеспечение оперативного метрологического контроля и надзора при проверке предприятий-заказчиков с мобильных устройств (КПК, ПК), что позволяет оперативно контролировать своевременность поверки приборов учета и выявлять факты фальсификации данных.

ИС состоит из централизованных локальных систем, объединённых в общую децентрализованную техническую и программную систему, но информационно и идеологически централизованную, что позволяет использовать преимущества обоих подходов.

Для поэтапного внедрения системы были выделены и разработаны функциональные модули, которые могут работать как автономно, так и в составе системы, их перечень и функциональное назначение представлены в табл. 1.

Таблица 1

Перечень подсистем и их функциональное назначение

Наименование подсистемы	Функциональное назначение подсистемы
Logger	Регистрация приема/выдачи СИТ
MetroNorm	Контроль климатических и технологических параметров лабораторий
RTDLab	Автоматизированная поверка ТС
VerFlow	Автоматизированная поверка расходомеров и счетчиков воды
VerHeatCalc	Автоматизированная поверка тепловычислителей
VerOffice	Рабочее место поверителя
TransServ	Модуль сквозного обмена данных
Analytics	Центр мониторинга, аналитики и координации
LocalDB	Сервер БД среднего уровня
MainDB	Сервер БД верхнего уровня
WebService	Сервис для удаленного доступа к информации к серверу верхнего уровня для мобильных устройств

Модули имеют унифицированный интерфейс, что позволяет посредством простой их комбинации создавать необходимый функционал распределенной структуры ИС.

Модульная архитектура позволяет оперативно подключать дополнительные модули и модернизировать имеющиеся без влияния на работу системы в целом.

В качестве подсистем может использоваться модуль или группа модулей и submodule, в качестве которых могут быть ИИС, программные, аппаратно-программные комплексы и ИВК, а также обычные СИТ с цифровым интерфейсом, подключаемые в общую систему через локальную сеть или интернет через модуль сквозного обмена TransServ.

Особенностью предлагаемой ИС является выполнение измерительных процедур внутри модуля, а результирующая измерительная информация сохраняется в его локальной БД или в энергонезависимой памяти и передается на верхние уровни и в другие подсистемы по цифровому интерфейсу.

Такой подход обеспечивает нормированную точность и достоверность, путем защиты информации с помощью HEX-функций n-битового блочного шифра с учетом требований ДСТУ ISO/IEC 10118 [4, 5].

Все измерения в ИС сосредоточены на нижнем уровне. На верхнем уровне реализованы процессы отображения информации и вычисления обобщенных количественных характеристик по результатам измерений на нижнем уровне.

На рис. 2 представлена структура системы, имеющая в своем составе три отдельно дислоцируемых подразделения, выполняющие поверку СИТ учета тепловой энергии и воды, а также аналитический центр, который обеспечивает координацию и контроль деятельности этих подразделений. Аналитический центр также обеспечивает локальный и удаленный доступ к накопленной информации о МО СИТ учета тепловой энергии и воды региона для всех уполномоченных контролирующих организаций. Назначение и функции модулей см. в табл. 1.

Подразделения 1 и 4 используют в процессе своей деятельности базу данных верхнего уровня. Подразделения 1 и 4 выполняют полный цикл поверки, а подразделение 2 выполняет поверку расходомеров и счетчиков воды и является субподразделением подразделения 1 (контрольно-поверочный пункт, проливная установка) и не имеет в своем составе базы данных верхнего уровня.

Информация БД среднего уровня подразделения 2 синхронизируется с БД среднего уровня подразделения 1 по сети интернет через модуль TransServ.

Данные из БД среднего уровня реплицируются в базу данных верхнего уровня.

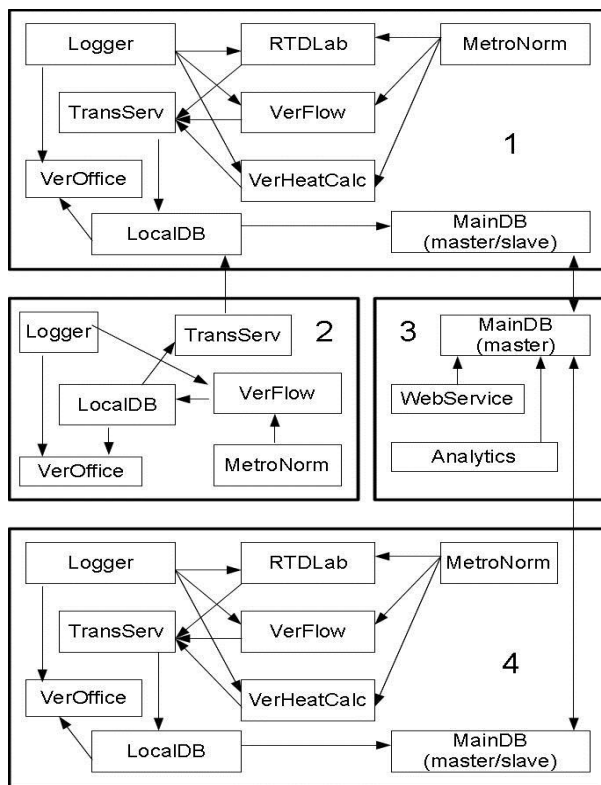


Рис. 2. Структурная схема ИС, состоящей из трех подразделений (1, 2, 4) и центра аналитики и мониторинга (3)

Для обеспечения единого информационного пространства и хранения данных разработана трехуровневая система хранения данных (рис. 3).

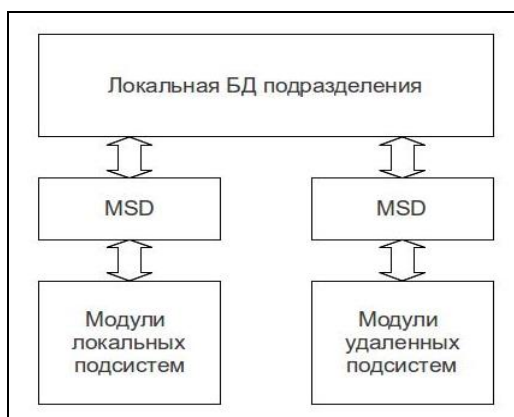


Рис. 3. Структурная схема обмена информацией между БД нижнего и среднего уровней

Нижний уровень — это имеющиеся БД приложений, ИВК, ИИС и автоматизированных СИТ, функционирующих в поверочных лабораториях центров стандартизации и метрологии (ЦСМ), контрольно-поверочных пунктах расположенных на территориях предприятий и испытательно-калибровочных лабораториях предприятий.

Средний уровень — локальные БД, которые обеспечивают хранение и синхронизацию информации, получаемой из БД группы модулей функцио-

нирующих на нижнем уровне. Верхний уровень — главная БД, которая обеспечивает хранение и синхронизацию данных всей ИС. На рис. 4 представлена структурная схема единого информационного пространства и синхронизации данных ИС.

БД среднего уровня устанавливается на каждом автономном объекте и объединяет всю информацию, находящуюся в БД нижнего уровня.

В БД верхнего уровня данные поступают посредством репликации из БД среднего уровня в узловые сегменты БД верхнего уровня, расположенных на крупных объектах (филиалах) (рис. 4).

БД верхнего уровня имеет распределенную архитектуру и состоит из нескольких узлов, каждый из которых может управлять системой синхронизации данных в сегментах.

Для синхронизации используется репликация по типу "Master-Slaves", один Master и несколько Slaves. При отказе Master'a, из Slave'ов выбирается новый Master.

Для обнаружения кластерных узлов используется IP multicast, а для узлов, которые его не поддерживают, конфигурация по TCP/IP.

Такой подход позволяет существующим и разрабатываемым приложениям при необходимости получать информацию непосредственно из БД, минуя промежуточные звенья.

Узлы СУБД верхнего уровня расположены на серверах подразделений ЦСМ, на каждом из которых обеспечивается полное хранение всей информации. Данный подход позволяет обеспечить сохранность данных при технических и программных сбоях, а также предотвратить умышленное физическое уничтожение данных.

### Выводы

Предложенная модульная архитектура ИС, состоящая из отдельных, функционально законченных модулей, позволяет контролировать процессы поверки и МА СИТ учета тепловой энергии и воды и обеспечивает точную достоверную информацию об их состоянии. Система обеспечивает автоматизацию работ по поверке и метрологической аттестации СИТ учета тепловой энергии и воды, оперативное получение, хранение и анализ информации с формированием и выдачей необходимых документов в соответствии с требованиями стандартов.

При этом обеспечена возможность поэтапной модификации и расширения системы без существенной замены оборудования, программного обеспечения и системной конфигурации.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на создание информационной технологии на базе предлагаемой структуры, обеспечивающей высокое качество учета тепловой энергии и воды и отвечающей действующим государственным и международным стандартам.

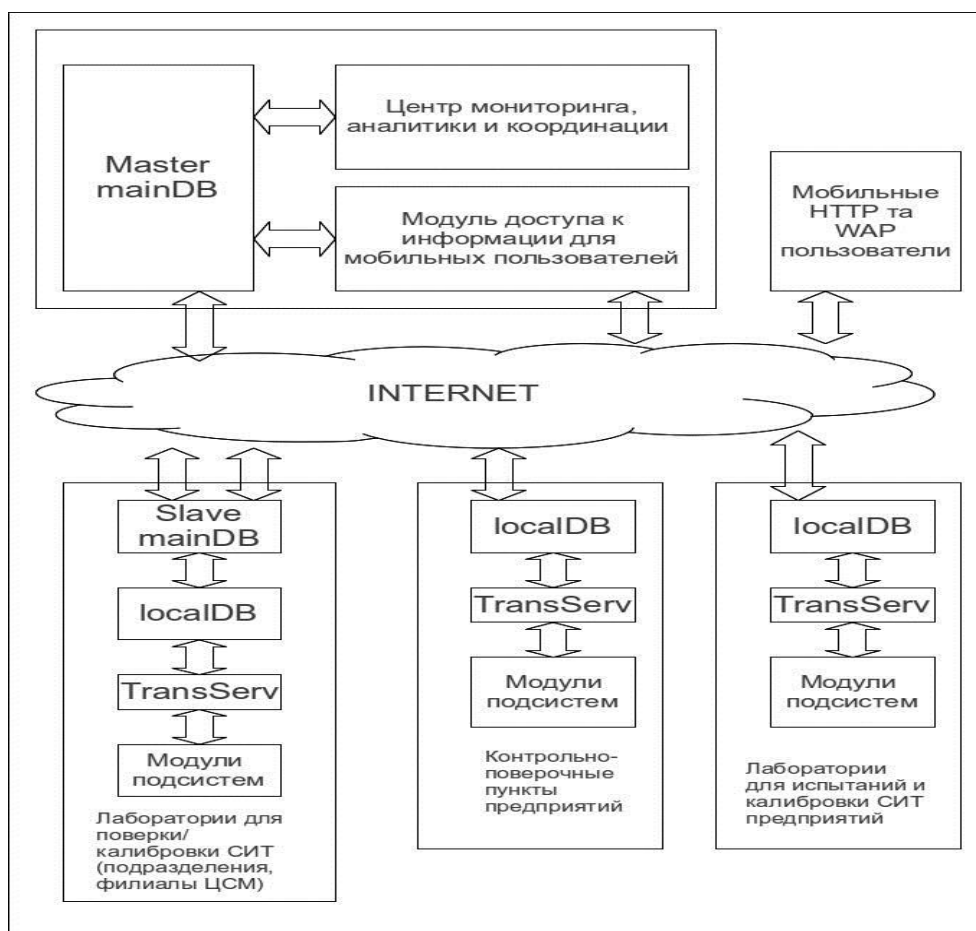


Рис. 4. Структурна схема єдиного інформаційного пространства і синхронізації даних ІС

### Список литературы

1. Шандура В.І. Впровадження Закону України «Про облік паливно-енергетичних ресурсів» – необхідна складова стабілізації економічних процесів в Україні / В.І. Шандура // Проблеми обліку теплоти та води в Україні: Матеріали III ювілейної міжнародної науково-практичної конференції 4-6 червня 2002 р.; уклад. В.І. Карташев, О.О. Зайцева. – К.: ТОВ «АВЕГА», 2002. – С. 10-15.
2. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2005, IDT).
3. Колпак Б.Д. Мікропроцесорні засоби обліку енергоносіїв. Забезпечення достовірності результатів вимі-

рювань / Б.Д. Колпак, О.Ю. Гусєв, І.О. Оробець // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2008. – №2. – С. 42-45.

4. ДСТУ ISO/IEC 10118-1:2003 Інформаційні технології. Методи захисту. Геш-функції. Частина 1. Загальні положення (ISO/IEC 10118-1:2000, IDT).

5. ДСТУ ISO/IEC 10118-2:2003 Інформаційні технології. Методи захисту. Геш-функції. Частина 2. Геш-функції з використанням n-бітового блокового шифру (ISO/IEC 10118-2:2000, IDT).

Поступила в редколегію 31.08.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.А. Алексєєв, ГВУЗ «Національний горний університет», Дніпропетровськ.

### ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МЕТРОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ І ВОДИ

І.О. Оробець, В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв

Обґрунтовані принципи побудови і запропонована структура інформаційної системи моніторингу засобів виміральної техніки обліку теплової енергії і води. Система забезпечує автоматизацію повірки, моніторинг кліматичних і технологічних параметрів в приміщеннях метрологічних лабораторій, облік, обробку і аналіз інформації, а також оперативний уніфікований доступ до даних, як в локальних мережах підрозділів, так і через інтернет.

**Ключові слова:** інформаційна система, модульна архітектура, моніторинг, облік теплової енергії і води, метрологічне обслуговування, засоби виміральної техніки.

### INFORMATION SYSTEM OF METROLOGICAL MONITORING OF ACCOUNT OF THERMAL ENERGY AND WATER

I.A. Orobets, V.I. Kornienko, A.Y. Gusev

Principles of construction are grounded and the structure of the informative system of monitoring of facilities of measuring technique of account of the thermal energy and water is offered. The offered system provides automation of check, monitoring of climatic and technological parameters in the apartments of metrological laboratories, account, treatments and analysis of information, and also operative compatible access to information, both in the local networks of subdivisions end over internet.

**Keywords:** informative system, module architecture, account of thermal energy and water, metrology service, facilities of measuring technique.