

УДК 621.313.333

Обзор современных систем учета и анализа потребления ресурсов и энергии

А.Ю. Харитонов

Донецкий национальный технический университет
ant.kharitonov@gmail.com

Харитонов А.Ю. Обзор систем учета и анализа потребления ресурсов и энергии. Целью данной статьи является обзор современных систем учета и анализа потребления ресурсов и энергии, для создания автоматизированной системы учета потребления энергоресурсов благодаря автоматизации процессов сбора, обработки и представления данных, алгоритмов анализа и прогнозирования потребления энергии и ресурсов для проведения эффективного и своевременного энергетического менеджмента.

Введение

Решением Донецкого городского совета от 20.05.2008 № 19/14 «О программе по реализации энергосберегающих мероприятий на объектах бюджетной сферы» во исполнение решения городского совета от 28.03.08 № 18/1 «О внесении изменений и дополнений в решение городского совета от 24.01.08 № 17/2 «О городском бюджете на 2008 год», рассмотрев предложения главного экономического управления городского совета по реализации энергосберегающих мероприятий, руководствуясь Законом Украины «О местном самоуправлении в Украине», городской совет решил утвердить Программу по реализации энергосберегающих мероприятий. Одним из пунктов значится осуществление постоянного контроля за работой учреждений бюджетной сферы в соответствии с действующим в Украине законодательством.

Исходя из того же Указа Президента № 679/2008 от 30 мая 2008 года создание системы мониторинга показателей энергоэффективности на государственном уровне и разработка методик проведения их расчетов по данным наблюдений являются важными направлениями повышения эффективности системы энергоменеджмента.

Информационной основой такой системы является база данных, периодически наполняемая как субъектами мониторинга, так и непрерывными данными, поступающими с автоматических постов. Такая автоматизированная система должна позволять решать следующие задачи:

- ввод, изменение и обработка информации, поступающей от всех энергопотребляющих объектов бюджетной сферы города;
- автоматический сбор, хранение и анализ

данных о состоянии ресурсо- и энергопотребления приоритетных объектов города;

- непрерывный мониторинг ресурсо- и энергопотребления объектами города;
- формирование и представление обобщенных данных о расходах энергоресурсов;
- краткосрочный и долгосрочный прогноз ресурсо- и энергопотребления города;
- контроль за наполнением муниципального фонда энергоэффективности и составление плана эффективного потребления ресурсов;
- обоснование разработки мероприятий по энергосбережению;
- создание оптимального механизма распределения лимитов на потребление энергоресурсов объектами бюджетной сферы;
- обоснование процесса подготовки договоров на приобретение энергии для всех объектов коммунальной энергетики;
- обоснование ежегодного энергетического плана для города и формирование отчета о его выполнении.

Для выполнения данных работ необходимо, в первую очередь, проанализировать существующие системы мониторинга в мире. Данному обзору и посвящена статья.

Обзор систем учета в других странах

1. Программный продукт “Utility Manager”

Программа Utility Manager (Pro) была создана компанией Save More Resources, Inc. (SMR) с целью предоставления помощи организациям любых масштабов контролировать

их так называемые фиксированные расходы на коммунальные услуги.

Программа позволяет:

- производить ввод информации о потребителе;
- осуществлять ввод показаний счетчиков ресурсов и энергии с учетом времени, единиц измерения и цен (рисунок А.1.);
- отслеживать все расходы организации на коммунальные услуги;
- обеспечить возможность импорта, экспорта и отчетности с хранением базы данных на локальном ПК и/или сети;
- создавать детальные отчеты по энергозатратам, цветные графики (рисунок А.2.);
- использовать погодные данные или другие эксплуатационные параметры.

Платформой базы данных является СУБД Microsoft Access [6][11].

Особенностью программы является поддержка дерегулированного энергетического рынка. Программа осуществляет поддержку принятия решения о приобретении энергии у тех или иных энергопоставляющих организаций.



Рисунок 1 – Внешний вид работы программы Utility Manager в режиме ввода информации о пользователе

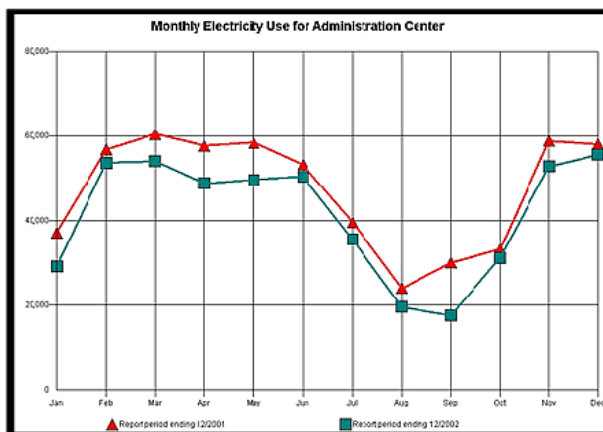


Рисунок 2. Внешний вид работы программы Utility Manager в режиме вывода графиков

Кроме этого, дополнительные опции (подпрограммы) фирмы SMR позволяют получать счета по электронной почте от поставщиков коммунальных услуг, взаимодействовать со счетами, которые подлежат оплате, или с системой общего бухгалтерского учета (американские стандарты бухгалтерии), экспортировать ющую базу данных в формат данных программы Utility Manager Pro из программ FASER, Metrix, Microsoft Excel и Microsoft СУБД Access и других [7]. Подготовка статьи осуществляется в текстовом редакторе MS Word for Windows.

2. Программный продукт “METRIX”

С помощью программы Metrix, относящейся к семейству программ для энергоаудита фирмы Abraxas Energy Consulting осуществляется мониторинг сооружений коммерческой, промышленной, учебной, жилой, и т.п. отраслей. Присутствует возможность подключения любого ресурса коммунальных услуг, включая энергию (электрику, природной газ, нефть, сжиженный газ, и т.п.), воду, твердые отходы и водоотводы. Программный продукт Metrix автоматически импортирует счета, что позволяет проводить мониторинг сразу большого количества счетчиков и объектов. Достоинством программы, по сравнению с предыдущим программным продуктом, является модуль анализа данных. Программный продукт Metrix использует историю данных потребления для установления «базовой линии» потребления. Базовая линия сравнивается с данными счетчиков, вспомогательных счетчиков и/или систем мониторинга после внедрения энергосберегающих мер для количественного определения эффекта от внедрения проекта [8][11].

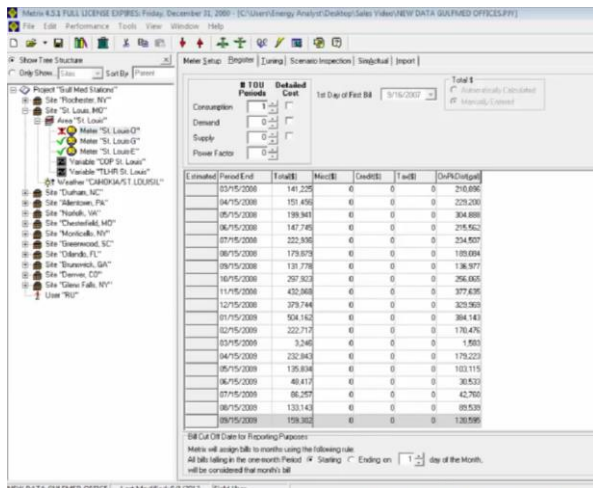


Рисунок 3. Внешний вид работы программы Metrix в режиме ввода информации

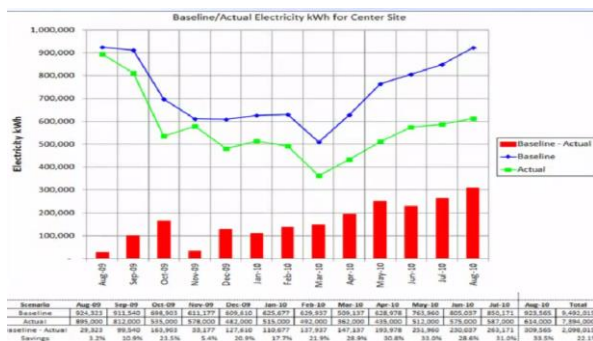
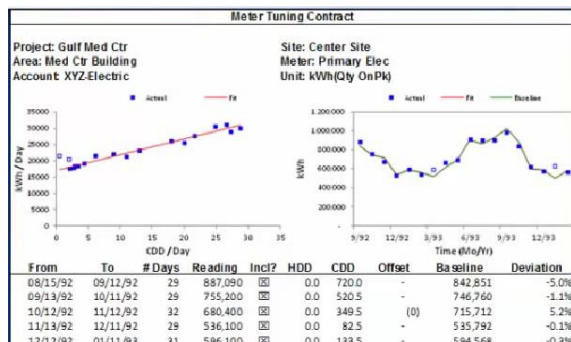


Рисунок 4. Внешний вид работы программы Metrix в режиме отображения разницы между текущим потреблением и базовой линией потребления



Building Report for Project: Gulf Med Stations

This report displays bills for the last 2 Months.

Building	Fuel Type	Consumption	Units	Cost	Percent
7 Rochester, NY	Electric	200,509	kWh	\$ 19,136	93.5%
	Natural Gas	1,937	Therm	\$ 1,241	6.1%
				\$ 20,377	100.0%
11 St. Louis, MO	Electric	12,483,606	kWh	\$ 617,723	36.2%
	Natural Gas	1,081,289	Therm	\$ 795,512	46.6%
	Fuel Oil	210,134	gal	\$ 292,445	17.1%
				\$ 1,705,680	100.0%
16 Durham, NC	Electric	1,709,241	kWh	\$ 119,854	61.0%
	Natural Gas	75,309	Therm	\$ 76,576	39.0%
	Fuel Oil	34	gal	\$ 121	0.1%
				\$ 196,550	100.0%

Рисунок 5. Внешний вид работы программы Metrix в режиме построения линии тренда, а так же при создании отчетности

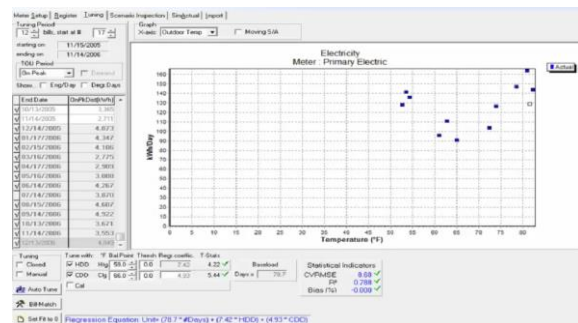


Рисунок 6. Внешний вид работы программы Metrix в режиме построения диаграммы «энергия-температура»

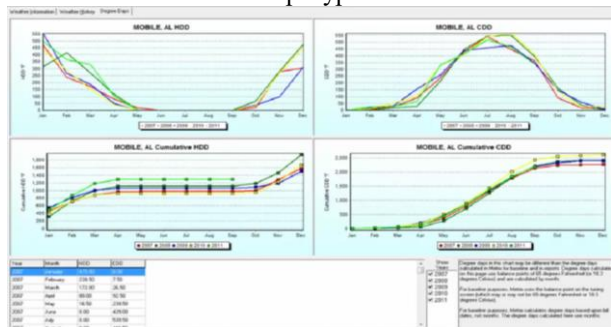


Рисунок 7. Внешний вид работы программы Metrix в режиме финансовых инструментов, применяемых в управлении погодными рисками

К возможностям и характеристикам программы Metrix относятся:

1. Мониторинг неограниченного количества объектов, систем и счетов.
2. Составление отчетов и графиков, экспорт и импорт данных.
3. Оценка потребления методом множественной линейной регрессии, с включением в анализ до 5 величин: отопления, охлаждения и трех пользовательских величин.
4. Финансовые показатели управления погодными рисками CDD и HDD [9].

5. Импорт и экспорт данных в форматы представления данных других продуктов (Market Manager, FASER, импорт погодных данных из сети Интернет)

3. Программный продукт “EnergyCAP”

Система учета энергии и составления отчетности FASER появилась на рынке еще в 1980г. С 2010г. программный продукт носит имя EnergyCAP и применяется для регистрации счетов, которые подлежат оплате. Программный продукт содержит планы тарифов и имеет возможность импорта. База данных использует SQL сервер. Так же особенностями программы являются:

- определение ошибок в выставленных счетах за коммунальные услуги, устранение переплат, используя систему проверки счетов;
- библиотека со свыше 1000 разных тарифных планов на коммунальные услуги (только американское законодательство) для сравнения расходов, используя фактическую историю учета, а так же создание собственного тарифного плана;
- создание виртуальных вспомогательных счетчиков на базе формулы для выставления счетов субпотребителям (аренда и субподрядчики).
- анализ корреляции ежедневной температуры в зависимости от использования энергии, примененный к периоду базовой линии для уменьшения расходов [11].



Рисунок 8. EnergyCAP: Режим отчетности и графиков

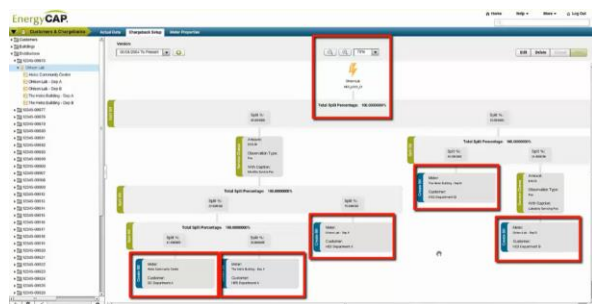


Рисунок 9. EnergyCAP: Диаграмма

последовательности потребления и оплаты



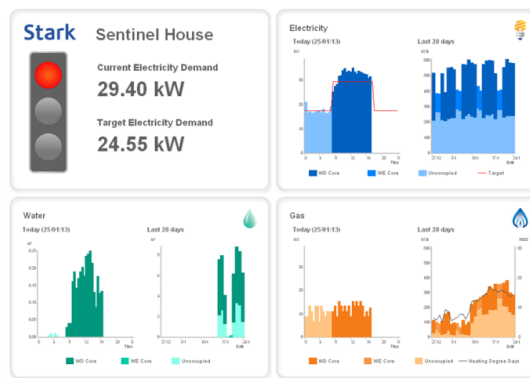
Рисунок 10. EnergyCAP: Визуализация экономии потребления

4. Программный продукт “Stark Display”

Продукция компании Stark включает в себя набор аппаратного и программного обеспечения по сбору, подсчету и анализу информации о потреблении энергии. Кроме счетчиков и датчиков, компания предлагает программу Stark Display. это система мониторинга и контроля потребления начального уровня для организаций. Эта программа предназначена для использования, главным образом, в Великобритании, потому что она имеет базу данных погодных данных, поставщиков коммунальных услуг, официальных тарифов, и т.д.

Программный продукт Stark Display обладает следующими возможностями:

- установка контрольной цифры уменьшения потребления энергоресурсов;
- определение наиболее и наименее энергоэффективных зданий;
- распределение расходов по счетам для улучшения общей отчетности [12].



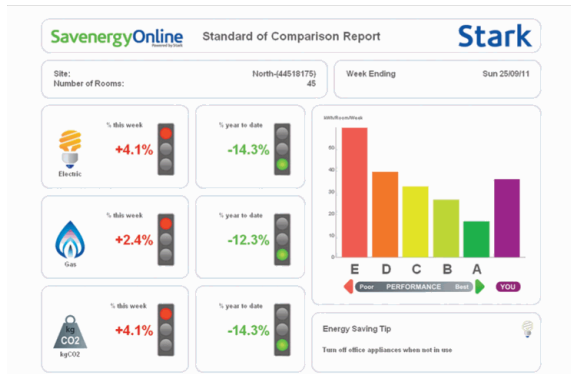


Рисунок А.11. Stark Display: экранные формы в различных режимах анализа

5. Программный продукт “EZ Sim”

Программный продукт EZ Sim - это инструмент, построенный на базе электронных таблиц, обладает следующими возможностями:

- определяет энергетические схемы объекту и уровень потребления энергии;
- проверяет данные энергосбережения для согласования с данными фактического потребления;
- оценивает конечное потребление энергии в зданиях.

Программный продукт EZ Sim позволяет пользователю использовать счета за коммунальные услуги для моделирования потребления ресурсов. Если полученная модель согласовывается со счетами за коммунальные услуги, то такую модель можно использовать для оценки потенциальной экономии энергии. С помощью EZ Sim можно выяснить, каким образом используется энергия в пределах здания для определения причин избыточного потребления энергии или недостаточного функционирования систем здания. EZ Sim может использоваться для прогнозирования будущих счетов, а также может помочь установить количественные показатели, при проведении энергоэффективных мероприятий [13].

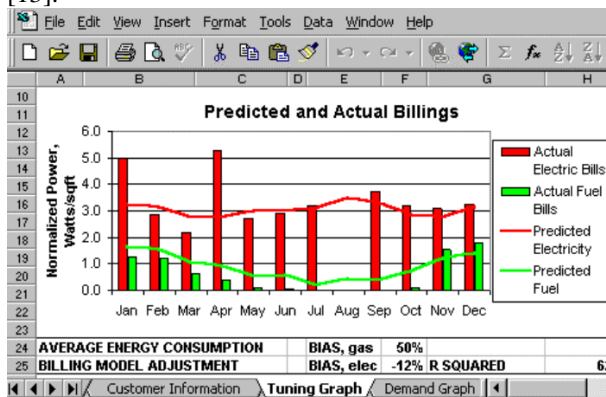


Рисунок 12. EZ Sim: разница потребленного и ожидаемого потребления ресурса

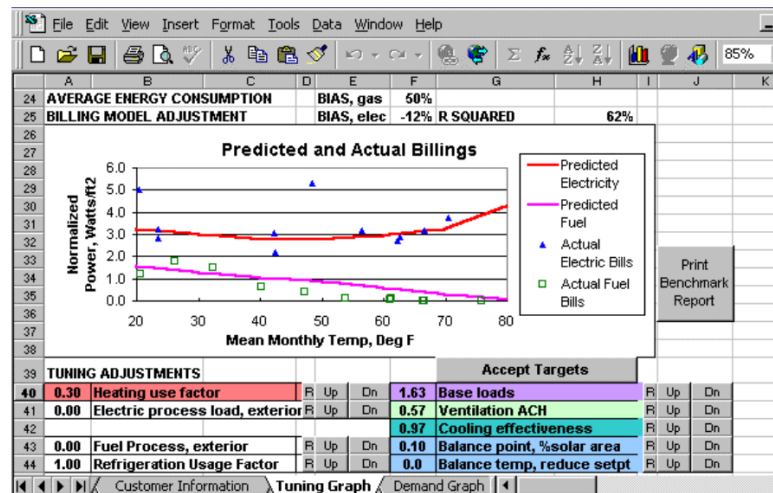


Рисунок 13. EZ Sim: анализ «энергия-температура»

6. On-line ресурс “Energy Watchdog (Pro)”

Energy Watchdog (Pro) компании UtiliVision Inc. является интерактивной услугой в сети Интернет для проверки счетов, мониторинга, анализа и отчетности со встроенным энергетическим руководством.

Energy Watchdog (Pro) позволяет:

- осуществлять мониторинг всех видов коммунальных услуг: потребление электроэнергии, природного и сжиженного газа, твердого и жидкого горючего, водоснабжения и стоков, а так же телефонные услуги и вывоз мусора;

- составлять отчеты и графики анализа расходов энергоресурсов и использовании коммунальных услуг с помощью возможностей WEB-страниц;

- использовать внедренное в программу энергетическое руководство, которое помогает определить возможности экономии энергии.

- работать с базовым уровнем (периоды выставления счета, общий уровень потребления, потребность в энергии, стоимость) и уровнем высшего приоритета (к информации базового уровня добавляются такие детали как пиковые данные, налоги, плата за обслуживание, оплаты за производство, транспортирование и доставку энергоносителей, показатели мощности, и т.п.) [14].

Особенностью услуги Energy Watchdog (Pro) является система оплаты, которая зависит от числа счетов, которые пользователь отслеживает в системе.

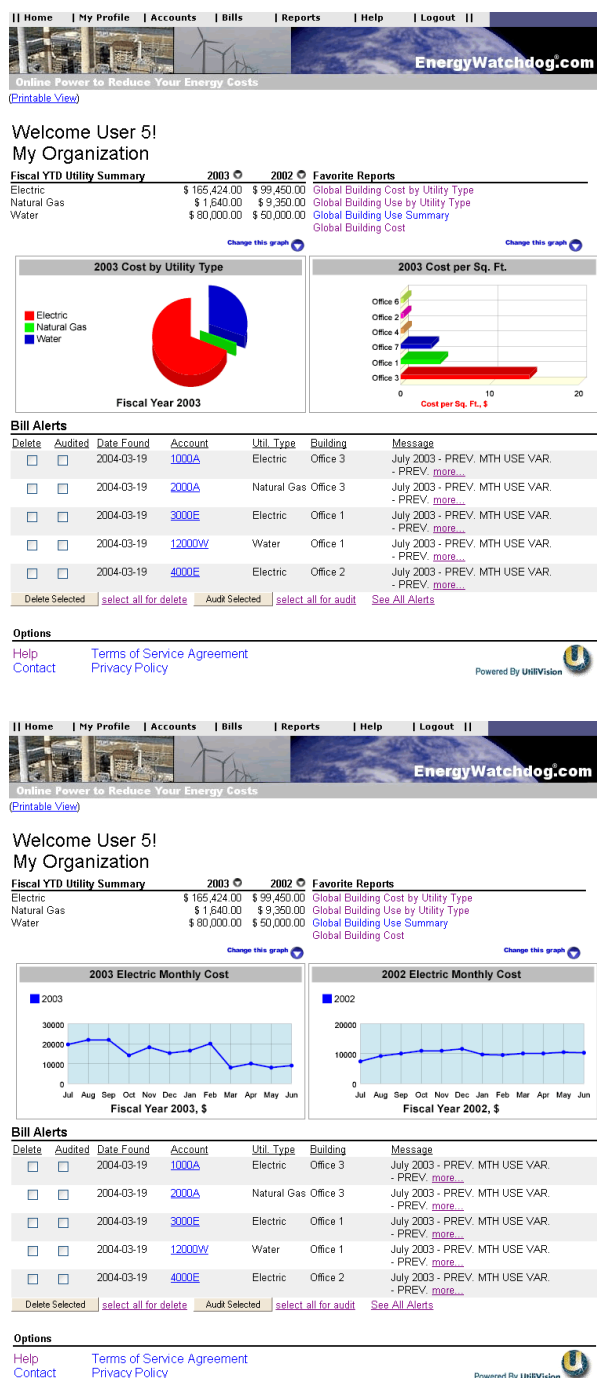


Рисунок 14. Energy Watchdog: экранные формы web-приложения
7. On-line ресурс "EnergyTrax"

Программный продукт EnergyTrax фирмы Alliant Energy Integrated Services так же является услугой сети Internet для составления отчетности, которая позволяет контролировать использование энергии и ресурсов. EnergyTrax сохраняет все архивные и текущие данные на web-сервере. Кроме этого, в функции EnergyTrax входит:

- сравнение данных использования энергии и данных оплаты за использованную энергию по

всей организации для определения наименее энергоэффективных зданий;

- сравнение доходов, рабочих часов, средних показателей в области промышленности и базовых годовых показателей потребления.

Услуга EnergyTrax позволяет работать с различными уровнями доступа, отличающихся функциями и использует для анализа данные состояния погоды [15]. К сожалению, вход в услугу и просмотр экранных форм возможны только после оплаты.

8. Система оперативного энергомониторинга фирмы ENSI

Система оперативного энергомониторинга фирмы ENSI (Норвегия) позволяет осуществлять мониторинг энергопотребления в зданиях.

Для этого используется информация о параметрах зданий, включая климатические данные, типы зданий и конкретные счетчики, а последующие показания счетчиков регистрируются для мониторинга и анализа потребления энергии в зданиях как до, так и после возведения нового здания, либо осуществления энергосберегающих мероприятий.

Система online энергомониторинга ENSI основана на модели клиентского сервера с использованием инфраструктуры сети Интернет для организации связи между пользователями и базой данных. База данных хранится и обслуживается в главной компьютерной системе ENSI в г. Осло [2].

Имеется возможность анализировать как каждое здание в отдельности, так и проводить анализ обобщенной информации.

Процедуры, используемые в системе оперативного энергомониторинга ENSI, делятся на процедуры создания и периодические процедуры. В процессе создания необходимо организовать базис проекта, определив пользователей, здания и все счетчики. Помимо этого, необходимо для каждого здания рассчитать энерго-тепловую кривую (ЭТ-кривую) и составить бюджеты. Обычно ЭТ-кривая не меняется, но, если в здании проводилась реконструкция либо модернизация энергетического оборудования, следует обновить ЭТ-кривую. Также следует раз в год изменять бюджеты. Периодическими называются те операции, которые относятся к текущей регистрации показаний счетчиков и созданию отчетов. Эти процедуры могут выполняться один раз в день, неделю или месяц, в зависимости от установленных требований. Так же система online энергомониторинга поддерживает создание отчетов и графиков.

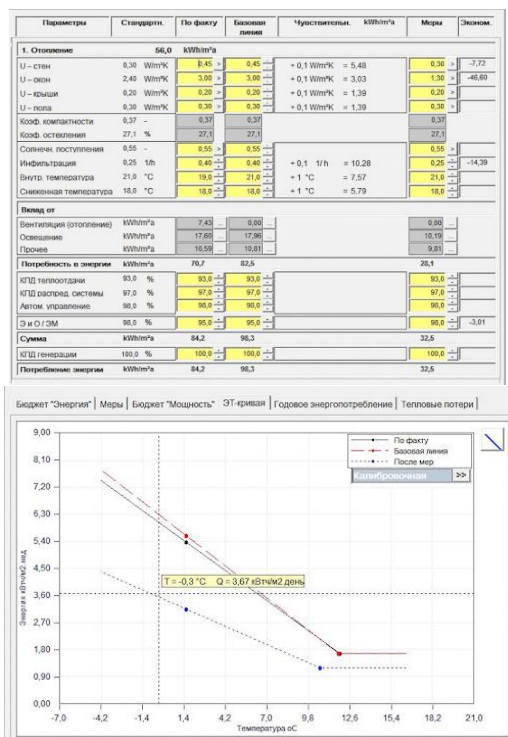


Рисунок 15. Energy Watchdog: экранные формы web-приложения

9. Программа «Энергоплан» фирмы «IT-менеджмент»

Программа «Энергоплан» фирмы «IT-менеджмент» разработана для энергоменеджмента, учета энергии, планирования использованием средств энергоресурсов, а также для комплексного учета и анализа использования энергии и естественных ресурсов в общественных зданиях. Программа осуществляет учет энергоресурсов в бюджетных учреждениях: в школах, детских садиках, больницах, библиотеках, административных зданий и т.д.

На сегодня программа используется в г. Львов для учета энергопотребления домов бюджетных учреждений.

С помощью программы Энергоплан формируется база данных всех бюджетных домов города. При этом выстраивается иерархическая структура базы данных от уровня города к

уровню конкретного оборудования в здании, установленного в одном из домов. Энергоплан осуществляет несколько типов учета энергоносителей исходя из данных счетов за коммунальные услуги, исходя из показов счетчиков и исходя из расчета мощностей установленных приборов [3].

Выводы

В настоящее время в мире функционирует большое количество программно-технических средств мониторинга над потреблением ресурсов и энергии. средства учета энергии можно распределить на две основных группы – программы для персональных компьютеров и Интернет-услуги. Каждая группа имеет свои преимущества и недостатки. Некоторые версии программ для персонального компьютера могут быть связаны с сервером (многопользовательские программы FASER, METRIX). Такие программы удобны для компаний, которые занимают большие территории, а также для правительственных и муниципальных организаций. Для использования Интернет услуг для учета энергии(Energy Watchdog, EnergyTrax, ENSI), нужна постоянная связь с Интернетом (таблица 1).

Выполненный анализ состояния вопроса и приведенный выше обзор позволили сформулировать следующие задачи разрабатываемой системы:

- разработать информационную модель и организационную структуру системы мониторинга энергоэффективности объектов бюджетной сферы;
- предложить математические модели анализа и прогнозирования данных при автоматизированной обработке информации;
- создать программный продукт, включающий в себя автоматизированные рабочие места субъектов мониторинга и серверный модуль;
- разработать, апробировать и внедрить региональную автоматизированную систему мониторинга энергоэффективности муниципальных объектов.

Таблица1 Обзор программных продуктов и систем

Наименование программы	Страна	Поддержка принятия решений	Платформа	Виды анализа	Цена
Utility Manager	США	нет	СУБД Microsoft Access	нет	\$ 2500
METRIX	США	Установка бюджета и лимитов потребления	Прикладное ПО	Многовариантная линейная регрессия	\$4,995.00.

FASER	США	Формирование бюджета	Прикладное ПО	Анализ корреляции ежедневной температуры	\$3995
Stark Essentials Level 1	Велико-британия	Формирование бюджета и прогнозирование движения средств	Прикладное ПО	Нет данных	Нет данных
EZ Sim	США	Прогнозирование счетов за коммун. услуги, установление колич. показателей, при проведении энергосберегающих мероприятий	БД Microsoft Excel	Использование счетов за коммунальные услуги для моделирования потребления ресурсов	\$299
Energy Watchdog	США	нет	WEB-интерфейс	Сравнительный анализ потребления	Зависит от количества объектов
EnergyTrax	США	нет	WEB-интерфейс	сравнение данных	\$700 за 1 объект
ENSI	Норвегия	нет	WEB-интерфейс	ЭТ-диаграмма	Нет данных
Энергоплан	Украина	нет	Прикладное ПО	нет	250 тыс.грн

Литература

1. Программа для проведения энергоаудита зданий [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://www.ensi.no> – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://www.ensi.no/index.php?ledd2ID=140&sideID=277&sprakID=ru>
2. Копець А. Комп'ютеризовані системи управління споживанням енергії для бюджетних установ // Інформаційно-аналітичний бюлетень «Державні закупівлі України». – 2007. – №1(31). – С. 10-15.
3. Практическое руководство по повышению энергоэффективности муниципальных систем / Под ред. А.С. Копеца и Р.В. Кишканя. – Донецк, 2007. – 204 с.
4. Указ Президента Украины «О состоянии реализации политики по обеспечению использования ресурсов» № 679/2008 от 28 июля 2008 года [Электронный ресурс] / мат. сайта www.president.gov.ua/: Администрация президента Украины. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE 6.0. – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://www.president.gov.ua/ru/documents/8158.html>
5. Решение Донецкого городского совета от 20.05.2008 г. № 19/14 О Программе по реализации мероприятий на объектах бюджетной сферы [Электронный ресурс] / мат. сайта lukyanchenko.dn.ua: Официальный сайт городского головы и городского совета г. Донецка. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа: http://lukyanchenko.dn.ua/public_echo.php?id=459
6. Юрий Гаврилюк. Обзор компьютерных программ для учета и анализа энергопотребления муниципальными зданиями [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://www.unecec.lviv.ua/>. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://www.unecec.lviv.ua/index.php?page=../1/2/1/p92.ru>
7. Utility Accounting Software & Services [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://utilityaccounting.com/>. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа: http://utilityaccounting.com/sites/utilityaccounting.com/themes/utilityms/um_movie.html
<http://utilityaccounting.com/software-compare>
8. Metrix 4 Utility Accounting System [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://www.abraxasenergy.com/>. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://www.abraxasenergy.com/utility-bill-accounting-software/metrix>
9. Финансовые инструменты управления погодными рисками [Текст] : матеріали міжнар. наук. конф. [“Информационно-телекоммуникационные технологии и матмоделирование — 2012”], (23-27 квітня 2012 р.) /

Російський університет дружби народів [та ін.] / Долгова Е. А., Марков П. Н., Щетинин Е.Ю. – Москва: Російський університет дружби народів, 2012. – 372 с.

10. EnergyCAP [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://info.energycap.com>. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://info.energycap.com/faser-energy-accounting-software>

11. Review of Energy Accounting Tools [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://www.munee.org> – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа:

http://www.munee.org/files/acct_software_review.pdf

12. Reduce energy waste, cut costs and lower emissions with Stark [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://stark.co.uk> – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа:

http://stark.co.uk/information_display.aspx

13. EZ Sim [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://advancedbuildings.net/> – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа:

<http://advancedbuildings.net/ez-sim>

14. 12 Reasons You Should Use Energy Watchdog Pro [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://www.energywatchdog.com> – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – <http://www.energywatchdog.com/ewdpro-faq.php>

15. About EnergyTrax Program [Электронный ресурс] / мат. сайта <https://www.energy-trax.com> – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <https://www.energy-trax.com/energy-trax.com/About.aspx>

16. Программа для проведения энергоаудита зданий [Электронный ресурс] / мат. сайта <http://www.ensi.no> – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE – Название с тит. экрана. –: <http://www.ensi.no/index.php?ledd2ID=140&sideID>

Kharitonov. Review of modern accounting and analysis systems of energy consumption. The purpose of this article is to review current accounting and analysis systems of energy consumption. It's need to create an automated accounting system of energy consumption by automating the collection and data presentations, algorithms, analysis and energy's forecasting and resources for the effective and timely energy management.

Keywords: Automated system, energy management, accounting and auditing

Статья поступила в редакцию 15.09.2015
Рекомендована к публикации д-ром техн. наук В.Н. Павлышом