

3. Штуца, И. М. Подход к оптимизации (генетические алгоритмы) // Информатика и системы управления в XXI веке : тр. молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2003. – № 1. – М., 2003. – С. 369–375.
4. Holland, J. H. Adaptation in natural and artificial systems. – Ann Arbor : University of Michigan Press, 1975. – 211 p.
5. Goldberg, D. E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. – Reading(MA) : Addison-Wesley, 1989. – 372 p.
6. <http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2004/kita/shorobura/diss/index.htm>
7. [http://whiteline.front.ru/art\\_pareto.htm](http://whiteline.front.ru/art_pareto.htm)

УДК 621.311:658.26

С. В. Вологдин, кандидат технических наук, доцент;

Е. Ю. Ленкевич, аспирант

Ижевский государственный технический университет

### СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ТЭР В ОРГАНИЗАЦИЯХ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ УР

*Рассматриваются вопросы по созданию и эксплуатации трехуровневой информационно-аналитической системы «Учет и анализ расхода ТЭР в организациях бюджетной сферы УР» (далее ИАС). Разработанная ИАС позволяет осуществлять ввод, хранение, обработку, анализ и транспортировку информации о потреблении воды, электроэнергии, тепловой энергии и топлива (газ, уголь, дрова, мазут, дизельное топливо, нефть, торф) за различные периоды времени.*

Анализ работ по сбору и обработке информации по потреблению ТЭР бюджетными организациями Удмуртской Республики (а их в республике более тысячи) показывает, что ручной труд по обработке информации неэффективен из-за большого объема информации. В настоящее время созрела острая необходимость внедрения специализированной информационной системы для решения широкого круга задач по учету ТЭР.

Цели выполнения работ:

- создание трехуровневой иерархической ИАС (уровень организации, уровень министерства (районной администрации), республиканский уровень) для осуществления сбора, хранения информации о расходе и лимитировании ТЭР, составления энергетических паспортов зданий и организаций;
- создание автоматизированной подсистемы мониторинга, анализа эффективности использования ТЭР и воды в организациях, финансируемых республиканским и местными бюджетами;
- создание автоматизированной подсистемы определения лимитов потребления ТЭР.

Разработчиком информационно-аналитической системы учета ТЭР в организациях бюджетной сферы являются сотрудники ИжГТУ (С. В. Вологдин, Е. Ю. Ленкевич, А. В. Амиров). Заказчиком и вдохновителем единой информационно-аналитической системы учета ТЭР в организациях бюджетной сферы является автономная некоммерческая организация «Агентство по энергосбережению

Удмуртской Республики» (директор В. Ю. Толстухин, зам. директора В. В. Тестодов).

### Требования и структура ИАС

1. ИАС имеет трехуровневую иерархическую систему:

I уровень – уровень организаций;

II уровень – уровень отраслевых министерств и районных администраций;

III уровень – республиканский уровень.

2. Ввод исходной информации производится на уровне организаций, а на втором уровне – с помощью электронных форм ввода данных, обеспечивающих корректность и целостность вводимой информации. Передача исходной информации от организаций на сервера министерств и муниципальных образований осуществляется по электронной почте. Далее информация по электронной почте передается на центральный сервер (рис. 1).

3. ИАС обеспечивает обработку, первичный анализ исходной информации и расчеты использования ТЭР в соответствии с нормами [1–5].

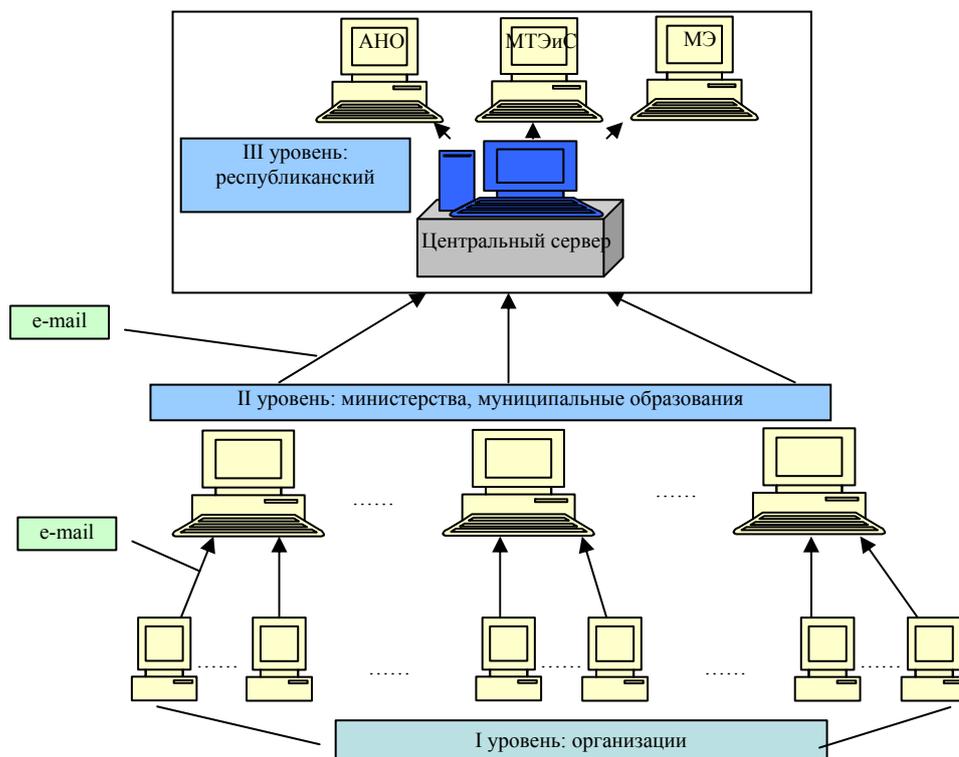


Рис. 1. Структура ИАС

На первом уровне системы осуществляется сбор, хранение следующей информации:

- общие сведения об организации (наименование, год регистрации, площадь и объем отдельных зданий и организации в целом, предмет хозяйственной деятель-

ности, вышестоящее министерство (районная администрация), адрес, телефон, Ф. И. О. руководителей, численность сотрудников и посетителей, перечень арендаторов, доля затрат на ТЭР от величины расходной части бюджета) (рис. 2);

- информация по фактическому, расчетно-нормативному и лимитированному потреблению ТЭР (вода, тепловая энергия, электроэнергия, топливо) в динамике за отчетные периоды времени (по месяцам, годам) отдельными зданиями и организацией в целом (рис. 3);

- сведения о наличии приборного учета потребления ТЭР;

- информация по потреблению ТЭР в денежном выражении и тарифам ТЭР в динамике за отчетные периоды времени (по месяцам, годам);

- удельные показатели топливопотребления, теплотребления, электропотребления, холодного и горячего водопотребления (расчет данных показателей производится программными методами);

- потенциал энергосбережения.

**Изменение организации**

Наименование

Аббревиатура

Вид деятельности

Год регистрации

Доля затрат на ТЭР

**Адрес организации**

Индекс

Город

Улица

Дом

Телефон

Эл. почта

**Отопительный период**

Продолжительность

Количество рабочих дней в неделю

**Температура в отопительный период**

**Наружный воздух**

Расчетная температура

Средняя температура

**Нормативные показатели**

ГВС

ХВС

Рис. 2. Окно для ввода новой организации

Республиканский клинично-диагностический центр

Файл Справка

Расчетно-нормативные показатели | Удельные показатели | Потенциал сбережения ТЭР

Общая информация | Ввод потребления ТЭР | Просмотр потребления ТЭР | Отчеты | Здания | Счетчики | Тарифы

Год: 2005 | Месяц: весь год | Внести | Потребление в денежном выражении вводится с учетом НДС

**Электроснабжение**

	тыс. кВт-ч	тыс. руб.	из бюджета, тыс. руб.
лимит, всего	2295,00	2734,00	
факт всего, в т.ч.:	2528,00	3818,00	0,00
отопление			
<input checked="" type="checkbox"/> общий всего	2528,00	3818,00	0,00
тариф			
освещение			
<input checked="" type="checkbox"/> общий всего	0,00	0,00	0,00
тариф			

**Теплоснабжение**

	Гкал	тыс. руб.	из бюджета, тыс. руб.
лимит, всего	10940,00	4168,00	
факт всего, в т.ч.:	10002,00	4863,00	0,00
отопление и вентиляция от ЦИТС			
	10002,00	4863,00	0,00
ГВС от ЦИТС			
	0,00	0,00	0,00
отопление и вентиляция с учетом выработки котельных			
	12176,08	3661,00	0,00

**Водоснабжение**

	м³	тыс. руб.	из бюджета, тыс. руб.
лимит, всего	139800,00	1483,00	
факт, всего в т.ч.:	99000,00	669,00	0,00
ГВС			
	0,00	0,00	0,00
ХВС			
	99000,00	669,00	0,00

**Водоотведение**

	м³	тыс. руб.	из бюджета, тыс. руб.
лимит, всего	0,00	0,00	0,00
факт, всего в т.ч.:	0,00	0,00	0,00

**Топливоснабжение**

	тыс. м³	тыс. руб.
лимит		
прир. газ	0,00	0,00
Т		
уголь	0,00	0,00
диз. топливо	0,00	0,00
торф	0,00	0,00
нефть	0,00	0,00
мазут	0,00	0,00
м³		
дрова	0,00	0,00
из бюджета, тыс. руб.		
факт		
прир. газ	0,00	0,00
Т		
уголь	0,00	0,00
диз. топливо	0,00	0,00
торф	0,00	0,00
нефть	0,00	0,00
мазут	0,00	0,00
м³		
дрова	0,00	0,00

Рис. 3. Форма «Ввод потребления ТЭР»

На втором уровне системы (уровень министерств и районных администраций) содержатся данные по ТЭР как отдельно по каждой организации, так и суммарно по организациям данного министерства или района:

- общие сведения о головной организации (наименование, адрес, телефон, Ф. И. О. руководителей);
- перечень организаций, входящих в головную организацию (наименование, год регистрации, площадь и объем отдельных зданий (по требованию) и организации в целом, предмет хозяйственной деятельности, адрес, телефон, Ф. И. О. руководителей, доля затрат на ТЭР от величины расходной части бюджета) (рис. 4);
- фактическое, расчетно-нормативное и лимитированное потребление топлива, тепловой энергии, электроэнергии в динамике по годам и месяцам отдельными зданиями (по требованию) и организацией в целом;
  - тарифы, оплата за потребление ТЭР в динамике по годам и месяцам;
  - удельные показатели потребления ТЭР;
  - сводный перечень планируемых и реализованных энергосберегающих мероприятий по министерству (районной администрации).

На третьем уровне системы (республиканский уровень) содержатся данные по ТЭР как отдельно по каждому министерству или районной администрации, так и сводные данные:

- общие сведения об исполнительном органе (наименование, адрес, телефон, Ф. И. О. руководителей);
- перечень министерств (районных администраций);
- фактическое, расчетно-нормативное и лимитированное потребление топлива, тепловой энергии, электроэнергии в динамике по годам и месяцам;
- тарифы на различные виды ТЭР и воду, оплата за потребление в динамике по годам и месяцам;
- удельные показатели потребления ТЭР;
- сводный перечень планируемых и реализованных энергосберегающих мероприятий, ожидаемый и фактический экономический эффект от внедрения мероприятий.

Рис. 4. Общий вид приложения для пользователя уровня организации

ИАС имеет следующие возможности:

- сбор и хранение информации;
- формирование выборок и ранжирование данных по различным параметрам;
- расчет удельных характеристик потребления ТЭР;
- формирование отчетов, необходимых пользователю (рис. 5);
- отображение динамики потребления ТЭР за отчетные периоды времени как в натуральном, так и в денежном выражении (таблицы и диаграммы) (рис. 6, 7);
- сравнение показателей потребления ТЭР, в том числе удельных показателей текущего периода, с предшествующими периодами.

Документ3 - Microsoft Word

Министерство здравоохранения УР  
 Учетный период: 2004 год.  
 Выражение: натуральное

Наименование организации	Тепловая энергия, лимит, Гкал	Тепловая энергия, факт, Гкал	Отопление и вентиляция от ЦИТС, Гкал	Тепловая энергия, ГВС от ЦИТС, Гкал	Тепловая энергия с учетом котельных, Гкал
Республиканская клиническая больница №3	7740,00	6867,00	6867,00	0,00	8547,44
Республиканская больница восстановительного лечения	820,00	736,00	736,00	0,00	852,10
Республиканская станция переливания крови	800,00	640,00	640,00	0,00	640,00
Республиканский детский противотуберкулезный санаторий «Юськи»	2400,00	2123,00	2123,00	0,00	2266,36
Республиканская стоматологическая поликлиника	320,00	344,00	344,00	0,00	449,78
Республиканский детский санаторий «Сельчика»	1500,00	1160,00	1160,00	0,00	1639,02
Республиканский медицинский центр мобилизационных резервов «Резерв»	2846,00	2849,00	2849,00	0,00	2924,68
Республиканский врачебно-физкультурный диспансер	2600,00	386,00	386,00	0,00	509,84
Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы	750,00	587,80	587,80	0,00	641,98
Республиканское патологоанатомическое бюро	300,00	211,00	211,00	0,00	292,79
Республиканский медицинский информационно-аналитический центр	400,00	476,00	476,00	0,00	476,00
Централизованная бухгалтерия МЗ	110,00	77,00	77,00	0,00	96,44
Республиканский наркологический диспансер	4490,00	3183,00	3183,00	0,00	3560,54
Республиканская клиническая психиатрическая больница	3600,00	3569,00	3569,00	0,00	4153,46
Республиканский клинико-диагностический центр	2230,00	1409,00	1409,00	0,00	1654,10
Угловской республиканский туберкулезный санаторий	0,00	0,00	0,00	0,00	132,44
Сарапульское медицинское училище	810,00	452,00	452,00	0,00	695,81

Рис. 5. Отчет по потреблению тепловой энергии

Графики потребления ТЭР

по организации | по министерству

**Министерство**  
 Министерство здравоохранения УР

**Выражение**  
 в натуральном выражении  
 в денежном выражении  
 удельные показатели

**Организация**  
 Республиканская клиническая больница №3  
 Республиканская больница восстановительного лечения  
 Республиканская станция переливания крови  
 Республиканский детский противотуберкулезный санаторий  
 Республиканская стоматологическая поликлиника  
 Республиканский детский санаторий «Сельчика»  
 Республиканский медицинский центр мобилизационных ре  
 Республиканский врачебно-физкультурный диспансер  
 Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы  
 Республиканское патологоанатомическое бюро  
 Республиканский медицинский информационно-аналитиче  
 Централизованная бухгалтерия МЗ  
 Республиканский наркологический диспансер

**Ресурсы**  
 Электричество  
 Теплоснабжение  
 Водоснабжение  
 Прир. газ  
 Уголь  
 Диз. топливо  
 Дрова  
 Нефть  
 Мазут

**Дата**  
 2005  
 весь\_год

2005 весь\_год

Лимит  Факт

Построить график по заданным параметрам

Отменить ввод всех параметров

Рис. 6. Ввод параметров для отображения потребления ТЭР

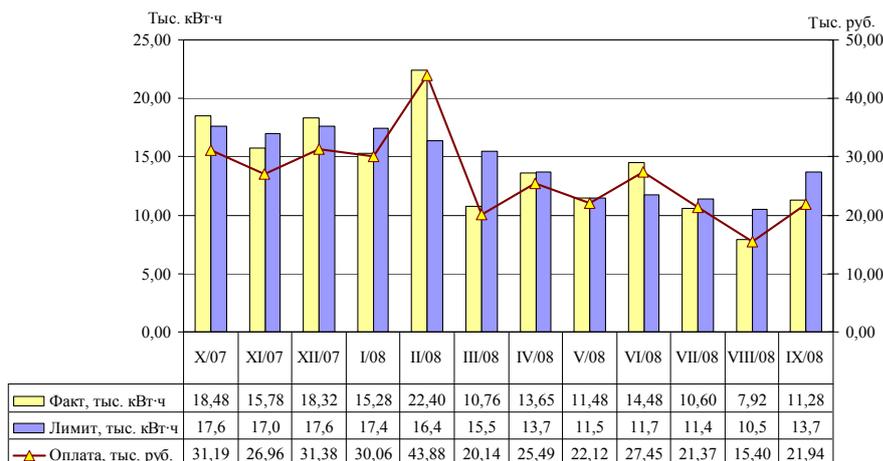


Рис. 7. Динамика потребления электроэнергии в 2007/08 гг.

Кроме того, предполагается дальнейшая модернизация программного комплекса. В идеале ИАС должна содержать данные, необходимые для составления энергетического паспорта как отдельных зданий, так и организации в целом, а именно:

- генплан территории организации;
- общая информация по зданиям организации (функциональное назначение, название корпуса, эскиз, год ввода в эксплуатацию, режим работы, объем и площадь, этажность, наличие пристроек, межэтажное расстояние, высота до верха окна);
- эксплуатационные показатели корпусов (название корпуса, режим работы, расчетное и фактическое число работников и потребителей, расчетная внутренняя температура здания);
- сведения о сторонних потребителях энергоресурсов (наименование организации, вид, занимаемая площадь, потребление ТЭР, тариф, оплата);
- данные о топливоснабжении учреждения (общие сведения, схема топливоснабжения, характеристика топливоснабжающего, топливотребляющего оборудования, топливоснабжающих трубопроводов, баланс потребления топлива, сведения о приборах учета топлива, сведения об устройствах регулирования топлива);
- данные о теплоснабжении учреждения (общие сведения, схема теплоснабжения, характеристика теплотребляющих систем, характеристика технологического теплотребляющего оборудования, расчетно-нормативные потери тепловой энергии в тепловых сетях, баланс потребления тепловой энергии, сведения о приборах учета тепла, сведения об устройствах регулирования тепла);
- данные об электроснабжении учреждения (общие сведения, схема электроснабжения, сведения о трансформаторных подстанциях, сведения о линиях электропередачи, сведения об установленном электропотребляющем оборудовании, баланс потребления электроэнергии по территориальному признаку и направлениям использования в динамике, сведения о приборах учета электроэнергии, устройствах регулирования электроэнергии);
- данные о водоснабжении учреждения (общие сведения, схема водоснабжения и водоотведения, характеристика водоснабжающего, водоотводящего и водопотребляющего оборудования, характеристика водоснабжающих, водоотводящих

трубопроводов, расчетно-нормативное потребление воды, баланс потребления воды по территориальному признаку в динамике, сведения о приборах учета воды, устройствах регулирования воды);

- потенциал энергосбережения (перечень и мониторинг реализованных энергосберегающих мероприятий).

### **Эксплуатация ИАС, обработка и анализ полученной информации**

Сбор информации относится к предварительному этапу работы с программой. В ходе сбора информации определяются основные характеристики обследуемой организации: общие сведения об организации; организационная структура; состав основных зданий; состав потребляемых энергоресурсов; основные потребители по видам энергоресурсов; наличие средств учета энергоресурсов и т. д.

На предварительном этапе следует четко определить доступную информацию по энергоиспользованию, оценить степень ее достоверности, выделить ту ее часть, которая будет использоваться в дальнейшем.

Организация должна проводить ежемесячный сбор информации по потреблению ТЭР.

Вся информация, полученная из документов, является исходным материалом для анализа эффективности энергоиспользования. Объективно выполненный анализ статистических данных о расходе энергоносителей позволяет получить достоверную характеристику энергопотребления на предприятии и его объектах (например, оценку динамики изменения удельного энергопотребления, оценку эффективности энергопотребления и т. п.). Для дальнейшего использования полученной информации необходимо провести первоначальную обработку данных.

Алгоритм первоначальной обработки электронных данных включает в себя следующие этапы:

- 1) формализация данных, характеризующих ТЭР и воду, т. е. представление их в виде, удобном для обработки на ЭВМ;
- 2) сопоставление данных по реестру организаций;
- 3) выделение тех организаций, по которым нет полных данных;
- 4) дополнение базы новыми данными по организациям;
- 5) разделение всех данных на группы;
- 6) расчет вычисляемых величин.

Для проведения физического анализа определяется состав объектов, по которым он будет проводиться. Объектами могут быть как организации, так и министерства. Данные по энергопотреблению приводятся к единой системе измерения.

В программе производится расчет удельных, расчетно-нормативных показателей потребления ТЭР, а также потенциала энергосбережения в соответствии с принятой методикой. Удельные расходы ТЭР и воды вычисляются либо фактические, либо лимитированные, в зависимости от того, какие используются исходные данные. Значения полученных удельных расходов ТЭР энергопотребления сравниваются с нормативными значениями, после чего делается вывод об эффективности энергоиспользования как по отдельным организациям и министерствам, так и по республике в целом.

Вычисления проводятся на трех уровнях распределенной многоуровневой ИАС «Учет и анализ расхода ТЭР в организациях бюджетной сферы УР», а именно на уровне организации, уровне министерства (ведомства) и республиканском уровне.

### Заключение

По окончании разработки ИАС прошла успешную апробацию в Республиканском медицинском информационно-аналитическом центре и администрации Сарapulьского района.

В настоящее время разработанный программный комплекс используется в АНО «Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики» для учета и анализа потребления ТЭР в бюджетных организациях районов Удмуртской Республики.

Разработчики ИАС выражают благодарность В. В. Тестоедову за ценные замечания в процессе создания ИАС.

### Список литературы

1. МДК 4-05.2004. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения (утв. Госстроем России 12.08.2003.). – М., 2004. – 76 с.
2. СНиП 2.04.01–85\*. Внутренний водопровод и канализация (утв. Госстроем СССР 04.10.1985 г. взамен СНиП II-30–76 и СНиП II-34–76 : дата введ. 01.07.86 г.). – М. : ГУП ЦПП, 2006. – 59 с.
3. ГОСТ Р 51541–99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения. (введ. 01.07.2000 г.). – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 12 с.
4. РД.34.01–03. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений / под общ. ред. С. К. Сергеева ; НГТУ НИЦЭ. – Н. Новгород : НИЦЭ, 2003. – 228 с.
5. ГОСТ Р 51379–99. Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. (введ. 01.09.2000 г.). – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 22 с.

УДК 621.384.3

*М. С. Вологодина*, аспирант;

*Ю. О. Михайлов*, доктор технических наук, профессор;

*В. А. Тенев*, доктор физико-математических наук, профессор

Ижевский государственный технический университет

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР И ЛУЧИСТЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ИНФРАКРАСНОМ НАГРЕВАТЕЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕГО КОНСТРУКЦИИ

*Приводится краткий обзор существующих моделей инфракрасных нагревателей, а также исследование распределений температур на поверхности элементов конструкции инфракрасного нагревателя и тепловых потоков в рабочей зоне в зависимости от профиля отражателя трехтрубного инфракрасного нагревателя.*

Как показывает практика отдельных предприятий страны, использование инфракрасных нагревателей для обогрева производственных цехов является весьма эффективным и позволяет значительно снизить издержки производства и составляющую себестоимости продукции в части затрат на энергетическое обеспечение. Технология лучистого обогрева позволяет получить существенную экономию средств как при создании системы инфракрасного отопления, так и в процессе ее эксплуатации.