

Н. Л. ЩЕРБАКОВА, канд. техн. наук, доц. ВолгГТУ, г. Волгоград, Россия;

М. В. ЩЕРБАКОВ, канд. техн. наук, доц. ВолгГТУ, г. Волгоград, Россия;

В. А. КАМАЕВ, д-р техн. наук, проф. ВолгГТУ, г. Волгоград, Россия;

С. В. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ОТМЕНЕ ПЕРЕХОДА НА ЛЕТНЕЕ/ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ¹

Розглянуто методику визначення енергоспоживання при скасування переходу на літній / зимовий час. Для реалізації методики використовувалася система інтелектуального прогнозування споживання електроенергії EFAS, за допомогою якої були проведені випробування на комерційних будівлях торгового типу, розташованих у середній широті.

Рассмотрена методика определения энергопотребления при отмене перехода на летнее/зимнее время. Для реализации методики использовалась система интеллектуального прогнозирования потребления электроэнергии EFAS, с помощью которой были проведены испытания на коммерческих зданиях торгового типа, расположенных в средней широте.

The method of determining power consumption for the abolition of daylight saving time. To implement the method used a system of predictive forecasting of electricity consumption EFAS. It tests were conducted on commercial buildings, commercial type, located in the middle latitude.

Введение. До 2011 года на территории Российской Федерации осуществлялся переход на зимнее и летнее время. В последнее воскресенье марта стрелки часов переводили на 1 час вперед, а в последнее воскресенье октября – на 1 час назад. Подобный переход в 2011 году осуществляется еще в 82 из 252 государств мира. Данная практика применяется для максимального использования освещения солнечным светом и минимизации потребления электроэнергии и используется странами, расположенными в средних широтах (странами, расположенными вблизи экватора, в основном не используется).

В начале 2011 года президент России Дмитрий. Медведев дал поручение правительству об отмене перевода стрелок часов. В связи с этим, последний раз перевод часов был произведен 27 марта 2011 года, и, начиная с этого момента, страна будет жить только по летнему времени [1].

Альтернативой перехода на летнее время также является сдвиг режима работы на предприятиях в зависимости от времени года. Этой практикой пользуются некоторые отказавшиеся от перевода страны (Япония, Китай, Индия, Сингапур, Узбекистан, Киргизия и т.д.). В Японии, например, при сдаче экзаменов, работа начинается только через 2 часа после восхода солнца.

В связи с отменой перехода возникает проблема оценки ожидаемой прибыли или затрат на энергопотребление в различных регионах России [2, 3]. Кроме этого, эта оценка зависит от специфики объекта – потребителя электроэнергии.

В статье предлагается методика, основанная на интеллектуальном анализе данных, позволяющая оценить изменение затрат на потребление электроэнергии от отмены перевода часов и, следовательно, реализовать меры по снижению рисков.

Методика определения энергопотребления. Данная методика включает в себя последовательность из 6-и шагов, включая реализацию методов прогнозирования.

Шаг 1. Задается дата перевода часов на 1 час вперед – D_{T_1} (последнее воскресенье марта) и T_1 – время перевода часов; на 1 час назад D_{T_2} (последнее воскресенье октября) и T_2 – время перевода часов.

Примечание: При весеннем переводе часов в данных, полученных от датчиков, обнаруживался пробел в 1 час от времени T_1 . Для построения прогнозной модели этот пропуск заполнялся повтором данных, снятых за 1 час ранее времени T_1 . Осенью, с момента перевода часов и T_2 , в течение 1 часа получали двойной набор данных. В этом случае оставляли набор данных с момента времени и $T_2 + 1$. Погрешность в данных при таких действиях была ничтожна мала, так как перевод осуществляется в ночные часы, при стабильно малом энергопотреблении.

Шаг 2. Выделяется набор данных (с учетом перевода часов) на временном интервале и $[T_1 - \Delta T_1; T_1 + \Delta T_{12}]$, где ΔT_1 – временной интервал, отсчитанный назад с момента T_1 (предполагается взять один день), ΔT_{12} – временной интервал, отсчитанный вперед с момента T_1 (предполагается взять один месяц). Выделяется набор данных (с учетом перевода часов) на временном интервале $[T_2 - \Delta T_2; T_2 + \Delta T_{21}]$, где ΔT_2 – временной интервал, отсчитанный назад с момента T_2 (предполагается взять один день), ΔT_{21} – временной интервал, отсчитанный вперед с момента T_2 (предполагается взять один месяц).

Шаг 3. Выделяется модифицированный набор данных (при отмене перевода часов) на временном интервале $[T_1 - \Delta T_1; T_1] \cup [T_1'; T_1' + \Delta T_{12}]$, где ΔT_1 – временной интервал, отсчитанный назад с момента T_1 (предполагается взять один день), ΔT_{12} – временной интервал, отсчитанный вперед с момента $T_1' = T_1 - 1$ (предполагается взять один месяц). Выделяется модифицированный набор данных (при отмене перевода часов) на временном интервале

¹ Работа поддержана грантом РФФИ № 10-07-97008-р_поволжье_a

$[T_2 - \Delta T_2; T_2] \cup [T'_2; T'_2 + \Delta T_{21}]$, где ΔT_2 – временной интервал, отсчитанный назад с момента (предполагается взять один день), ΔT_{21} – временной интервал, отсчитанный вперед с момента $T'_2 = T_2 + 1$ (предполагается взять один месяц).

Шаг 4. Проведение предварительного анализа модифицированных данных: исключение аномалий, восстановление пропусков в данных (подстановки среднего значения), кодирование категориальных переменных и нормализация. Здесь следует ввести понятие выброса (аномалии), под которым будем понимать отклонение потребления электроэнергии в текущий момент времени от среднего на N кВт·ч в течении T дискретных временных отсчетов. Значения N и T устанавливаются управляющим в процессе наблюдения за потреблением электроэнергии.

Шаг 5. Построение прогнозной модели, основанной на модифицированных данных, потребления электроэнергии на следующий месяц от D_{T_1} или D_{T_2} [4, 5].

Шаг 6. Определение потребления электроэнергии за этот период от D_{T_1} или D_{T_2} и сравнение с данными по энергопотреблению, полученными с учетом перевода часов.

Испытание методики. Для реализации методики использовалась система интеллектуального прогнозирования потребления электроэнергии EFAS [6]. Система имеет основные компоненты (см. рис. 1):

1. Семантический слой для выбора (описания) проблемы.
2. Диспетчер загрузки и определения качества данных.
3. Диспетчер запросов.
4. Хранилище данных со структурой OLAP с диспетчером загрузки информации с внешних источников данных и с прослойкой, обеспечивающей доступ к хранилищу (например, объектная схема данных, Inq).
5. Компоненты библиотек моделей и методов.
6. Компоненты библиотек процессов (процесс – последовательность вызовов методов для решения проблемы).
7. Метаданные или база знаний.
8. Компонента интеллектуального формирования и управления процессами и потоками потока метаданных.

В системе реализовано 9 моделей прогнозирования, которые разделены на группы: наивные модели, линейные регрессионные модели и нелинейные нейросетевые модели. Все программные классы моделей унаследованы от одного класса абстрактной модели. Ключевым понятием в рассматриваемой системе является процесс (workflow). Под процессом здесь понимается класс,

включающий список последовательно вызываемых моделей и класс настроек модели.

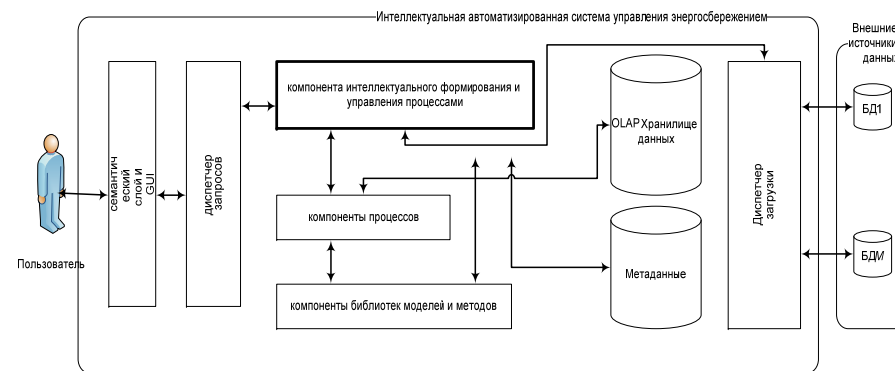


Рис. 1 – Архитектура интеллектуальной системы

В качестве объекта – потребителя электроэнергии выбрано типовое коммерческое здание типа торгового центра, расположенное на широте 52° .

Для весны использовался интервал прогнозирования [23.03.2009 00:00:00; 05.04.2009 23:45:00], где $D_{T_1} = 29.03.2009$ и $T_1 = 03:00:00$.

В табл. 1 приведены реальные и модельные значения энергопотребления за этот период и разница между ними.

Таблица 1- Реальные и модельные значения энергопотребления, весна

Реальное значение энергопотребления с учетом перевода часов (кВт·ч)	Модельное значение энергопотребления (кВт·ч)	
	Модель скользящего среднего	Наивная модель
194259,67	194865,62	195190,87
Отклонение	-605,95	-931,3

Выборка значений потребления электроэнергии, на момент перехода на летнее время, представлена на рис. 2.

Для осени использовался интервал прогнозирования [19.10.2009 00:00:00; 01.11.2009 23:45:00], где $D_{T_2} = 25.10.2009$ и $T_2 = 03:00:00$.

Выборка значений потребления электроэнергии, на момент перехода на зимнее время, представлена на рис. 3.

В табл. 2 приведены реальные и модельные значения энергопотребления за этот период для осеннего перехода и разница между ними.



Рис. 2 – График выборки значений потребления электроэнергии в коммерческом здании на весеннем этапе перевода часов



Рис. 3 – График выборки значений потребления электроэнергии в коммерческом здании на осеннем этапе перевода часов

Таблица 2 - Реальные и модельные значения энергопотребления, осень

Реальное значение энергопотребления с учетом перевода часов (кВт·ч)	Модельное значение энергопотребления (кВт·ч)	
	Модель скользящего среднего	Наивная модель
199314	197242,5	198373,2
Отклонение	2071,5	940,8

Заключение. В статье предложена методика определения потребления энергопотребления с учетом отмены перевода стрелок часов на летнее/зимнее время.

Испытание методики на зданиях, расположенных в средних широтах подтвердило, что перевод стрелок в городах малоэффективен, так как большинство офисов, магазинов и учебных заведений используют освещение весь рабочий день. Это обусловлено большой площадью помещений и сравнительно малой поверхностью окон, что приводит к необходимости постоянного освещения в помещении.

Предложенная методика позволит также оптимизировать режимы работы сотрудников и оборудования с позиций энергопотребления и сформировать своевременные меры по снижению рисков потерь.

Список литературы: 1. Законопроект РФ 509727-5 «Об исчислении времени». 2. *Макоклоев Б. И.* Анализ и планирование электропотребления / *Б. И. Макоклоев.* – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 296 с. 3. *Шевченко С. В.* Распределение объемов производства и поставок электроэнергии с учетом состояния субъектов энергосистемы // Открытое образование. – 2011. – № 2 (85). Ч. 2. – С. 234–235. 4. *Камаев В. А.* Применение коннективистских систем для прогнозирования потребления электроэнергии в торговых центрах / *В. А. Камаев, М. В. Щербаков, Д. П. Панченко [и др.].* // Управление большими системами. ИПУ РАН. – 2010. – № 31. – С. 92–109. 5. *Щербаков М. В.* Методика выбора значимых параметров для краткосрочного прогнозирования энергопотребления / *М. В. Щербаков, Н. Л. Щербакова, А. Бребельс* // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2010. – № 11. – С. 68–71. 6. *Камаев В. А.* Интеллектуальные системы автоматизации управления энергосбережением / *В. А. Камаев, М. В. Щербаков, А. Бребельс* // Открытое образование. – 2011. – № 2. – С. 227–231.

Надійшла до редколегії 08.06.2011