**УДК 620.9:658.26**

М.Б. Худаяров, к.т.н. (ИЭиА АНРУз)
г. Ташкент, Узбекистан

# СИСТЕМНЫЙ УРОВЕНЬ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГО-ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Методика управления энергопотреблением зданий [1] предполагает использование двухуровневой системы, включающая:

- нижний уровень (уровень здания) - для мониторинга и анализа энергопотребления отдельного объекта (здания);
- верхний уровень (системный уровень) - для управления энергопотреблением по совокупности объектов (зданий) в целом.

Основой для управления на нижнем уровне являются энергомониторинг [2] за различные короткие интервалы времени (сутки, неделя), а на верхнем уровне применяется ранговый анализ [3].

При этом для реализации методики управления на системном уровне, основными задачами являются:

- интервальное оценивание и дополнительный углубленный анализ - для ранжирования и определения зданий с аномальным потреблением энергоресурсов и выявления, первоочередных из них для выполнения энергоаудита;
- прогнозирование энергопотребления - с целью формирования организационных и технических мероприятий по энергосбережению и планирования денежных расходов по зданиям и совокупности в целом;
- нормирование энергопотребления зданиями - для лимитирования и стимулирования.

Данным задачам предшествует ряд процедур, связанных со считыванием, верификацией, сортировкой данных, их статистической обработкой и аппроксимацией рангового распределения (Рис.1).

Верификация данных является не обязательной процедурой но она всегда должна применяться в случае возникновения сомнений в корректности исходных данных. Сортировка подразумевает ранжирование данных в сторону понижения величины энергопотребления за имеющийся временной диапозон (по годам).

Результатом статистической обработки является определение возможности дальнейшей обработки методами рангового анализа [4].

Задача апроксимации - определение аналитической зависимости наилучшим образом описывающая совокупность данных по энергопотреблению.

В работе [3] для этой цели используется двухпараметрическая гиперболическая модель. Выбор такой формы обусловлен традиционным

подходом при выполнении рангового анализа. При этом для определения необходимых параметров представлен метод наименьших квадрат.

С целью выполнения сопоставительного анализа и определения аналитической зависимости наилучшим образом описывающая совокупность данных при выполнении процедуры апроксимации также рассматриваются экспоненциальные, степенные, а также другие типы гиперболических моделей. Для оценки качества приближения используется критерий суммы квадратов ошибок (SSE).

**Рис.1. Блок-схема методики управления энергопотребления на системном уровне**

После выбора апроксимационной модели выполняется расчет доверительного интервала по энергопотреблению, соответствующий некоторому заданному уровню вероятности, для каждого объекта. При этом для изменения ширины доверительного интервала необходимо изменение уровня вероятности. На основе данных доверительных интервалов получаем доверительную полосу которая используется для интервального оценивания, целью которой является определение зданий с аномальным потреблением энергоресурсов и их ранжирование (Рис.2).

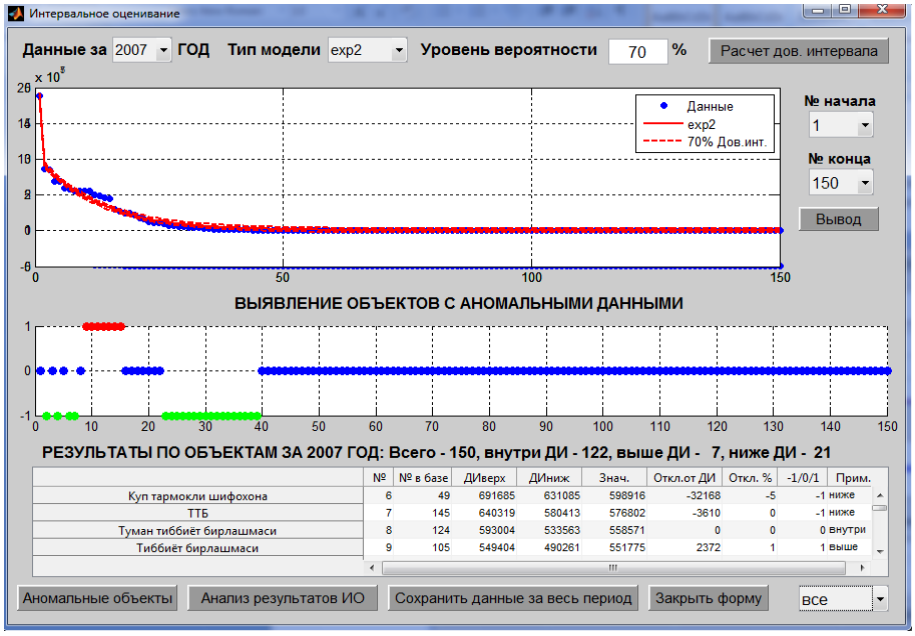


**Рис.2. Интервальное оценивание данных**

Для определения первоочередных зданий, с целью выполнения на них энергетических обследований, используется углубленный анализ энергопотребления объектов с аномальным энергопотреблением (Рис.3).

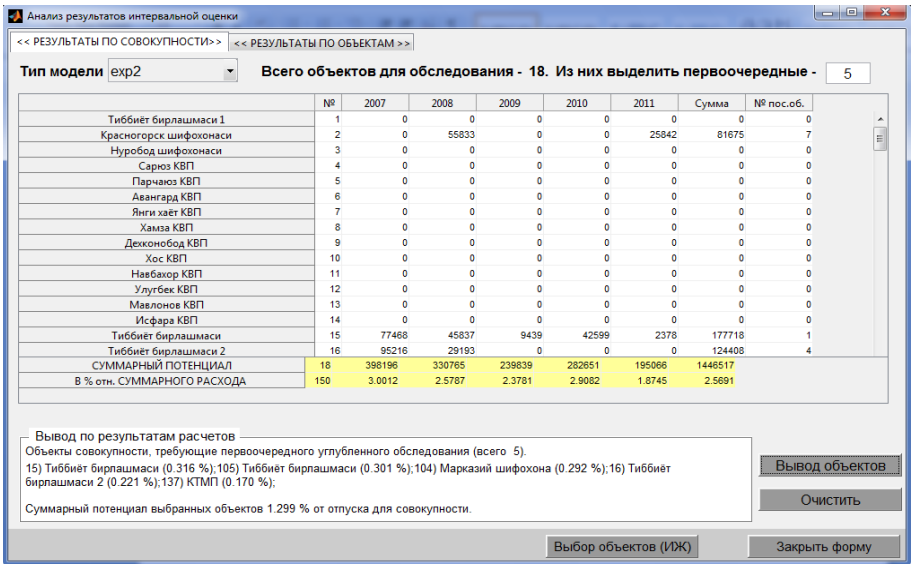


**Рис.3. Анализ результатов интервального оценивания**

Процесс прогнозирования (Рис. 4) реализуется в два взаимосвязанных этапа. На первом этапе для каждого объекта определяется наиболее эффективный метод из семи возможных. Затем на втором этапе выполняется окончательный прогноз на следующий временной шаг тем методом, который был определен как наиболее эффективный.

Для прогнозирования используются следующие 7 типов моделей:

- на основе декомпозиции временных рядов (ДВР);
- с помощью анализа главных компонент рекуррентного (АГКР) прогнозирования;
- с помощью анализа главных компонент векторного (АГКВ) прогнозирования;
- с делением на кастовые зоны (СДКЗ);
- без деления на кастовые зоны (БДКЗ);
- с использованием нейронных сетей каскадного типа (ИНСК);
- с использованием нейронных сетей по методу распространения обратной ошибки (ИНСП).

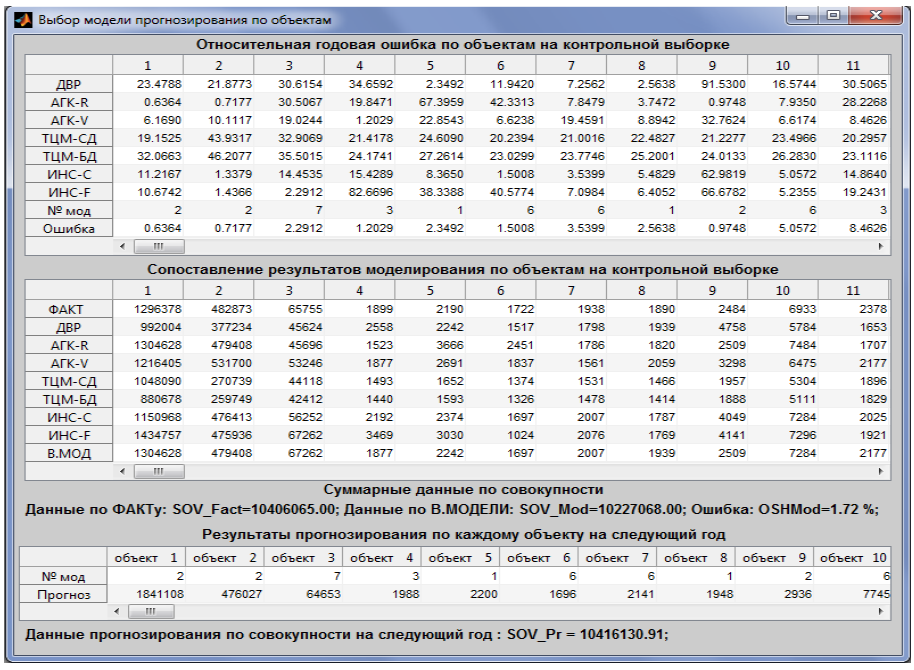


**Рис.4. Прогнозирование энергопотребления зданий**

В основе нормирования потребления энергоресурсов зданиями лежит кластерный анализ, при использовании которого определяются группы зданий, энергопотребление которых на определенном временном интервале (год) почти одинаково. После выделения групп выполняется определение норм энергопотребления внутри каждой группы. Норма энергопотребления представляет собой среднее и эмпирический стандарт, которые уточняются одновременно с пополнением данных по энергопотреблению в базу. Далее на основе экстраполяции данных по

нормам за предыдущие периоды времени, определяется итоговая (прогнозируемая) норма на следующий временной шаг (Рис.5).

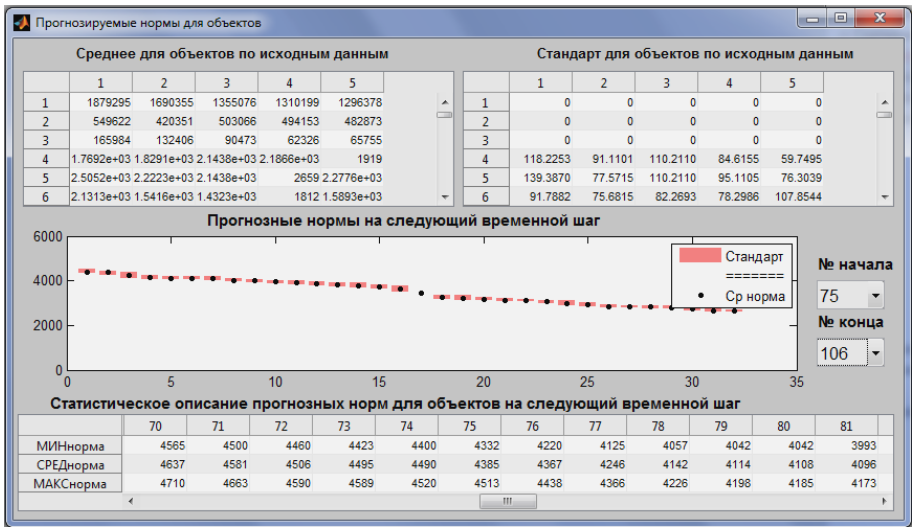


**Рис.5. Нормирование энергопотребления зданий**

**Заключение**

Непрерывное выполнение (ежегодно в течение нескольких лет) процедур интервального оценивания, прогнозирования и нормирования служит инструментом для информационной поддержки с целью принятия решений при управлении и оценке эффективности энергопотребления совокупности зданий.

Список литературы:


1. Салихов Т.П., Худаяров М.Б. Методика управления энергопотреблением зданий объектов социального назначения. Журнал “Энергобезопастность и энергосбережение”, г. Москва, №3, 2015 г. С. 16-21
2. Худаяров М.Б. Информационная система для мониторинга и анализа энергопотребления здания. Материалы международной научно-технической конференции «энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов», г. Благовещенск, 27-29 мая, 2015 г. С.131-135.
3. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов: Монография / В.И. Гнатюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград: Изд-во КИЦ «Техноценоз», 2014. – 475 с. – http://gnatukvi.ru

4. Гнатюк В.И. и др. Проверка данных на соответствие критериям Н-распределения, Цикл статей в журнале «Электрика», 2004, № 7. – http://gnatukvi.ru