# Анализ моделей решения задач оперативного прогнозирования газопотребления.

Сегодня задача прогнозирования режимов газопотребления является актуальной для газовой отрасли, так как обоснованные прогнозы являются эффективным инструментом для оптимизации режимов транспорта газа.

Анализ процесса газопотребления с целью оперативного прогнозирования объемов подачи газа возни­кает при решении задач диспетчерского управления. Данной проблеме посвящено большое число работ, но универсальное решение отсутствует.

В представленной работе проводится системный анализ газопотребления для выбора модели краткосрочного прогноза расхода газа с учетом факторов, влияющих на данный расход, для уровня диспетчерской службы газотранспортного общества. В качестве объекта исследования в работе представлены данные о потреблении газа с ГРС «Чаплыгин», предоставленные ООО «Газпром трансгаз Москва». Отбор значений расхода газа проводился с периодичностью 10 минут в течение 24 часов в разрезе времени 6 месяцев (январь-июнь 2013 г.). Данные сгруппированы по основным факторам: дата и время, температура в , давления воздуха в мм.рт.ст., расход газа в тыс.м.3.

Анализ процесса газопотребления производится следующим образом: временной интервал разбивается на несколько однородных подинтервалов, и рассматривается динамика изменения величины газопотребления за выделенные подинтервалы. В условиях поставленной задачи такими интервалами стали месячная и сезонная динамика ряда. Так же стоит отметить, что при выборе модели прогноза следует учитывать основные факторы и неравномерности, влияющие не величину расхода газа.

Несмотря на то, что процесс газопотребления зависит от большого числа случайных факторов, при дальнейшем анализе будем учитывать факторы, влияние которых наиболее значительно и характерно.

На сегодняшний день, разделяют три группы факторов: *хронологические, метеорологические и организационные.*

**Хронологические** факторы представляет зависимость потребления от времени суток (день/ночь), от типа дня (рабочий, выходной), от времени года.

**Метеорологические** факторы связаны с изменением температуры окружающей среды. Наиболее велико их значение в зимний период времени, однако и в летние месяцы вследствие использования газа для нужд вентиляции и охлаждения влияние температурного фактора имеет место.

Третья группа факторов – **организационные** отражают изменения в структуре газопотребления (введение в работу новых ГРС/их отключение и т.п.). Сюда же необходимо отнести принудительное ограничение потребителей, потребляющих газ выше лимитных (плановых) объемов, переходы на резервные виды топлива, проведение ремонтных работ на трассах газопроводов и др[3]..

Таким образом, следует, что основное внимание при анализе и разработке моделей необходимо уделять формализа­ции влияния на газопотребление температуры окружающего воздуха и хронологических факторов, к которым относят день недели и сезон. Дни недели обычно разделяют на группы, при этом выделяя выходные и празд­ничные (а в ряде случаев также субботние и др.); для каждой такой группы строят свою модель. Сезонная неравномерность газопотребле­ния, по существу, учитывается путем введения в модель зависимости его от температуры воздуха. Исходя из этих соображений, малоэффективным является использование адаптивных моделей и простейших методов построенных на статистическом анализе данных. Такие подходы хорошо работают на краткосрочных прогнозах, но не учитывают специфику процесса газопотребления.

Для решения поставленной задачи автор предлагает к рассмотрению многофакторную регрессионную модель вида:

при i=1 … n ,

где

n- число факторов ряда;

- значения коэффициентов регрессии;

- значения различных факторов ряда;

Данная модель позволяет отразить следующие требования:

1. закономерности изменения динамики ряда: тренд и сезон;
2. реагировать на изменение температуры окружающей среды.
3. отражать специфику неравномерности потребления в рабочие и выходные дни.

Влияние рабочих и выходных дней обычно учитывают при помощи разделения значений ряда на группы: потребление в рабочие дни, потребление в выходные и праздничные дни (рис.1-2.).

Рис.1. Потребление газа по рабочим дням (январь-март 2013г.).

Рис.2. Потребление газа по выходным и праздничным дням (январь-март 2013г.).

Чтобы учесть влияние метеорологических факторов, в уравнение регрессии был добавлен вектор температур. При этом данный вектор должен включать в себя средние значения температур в прогнозируемом разрезе времени. Температура также позволяет отразить сезонные особенности потребления. Т.к. зимой потребление газа обусловлено отоплением, а летом вентиляцией помещений.

Тенденцию роста/падения динамики ряда, учитывалась при помощи введения «памяти функции» в виде последних 3-5 значений среднесуточного потребления газа. Такая «память» обусловлена тем, что наиболее точно тенденция локального роста или падения наблюдается в течение короткой предыстории наблюдений, предшествующих прогнозируемому дню. Подобным образом производятся прогнозы продаж различной продукции по методу скользящей средней.

Оптимальное число последних наблюдений потребления газа, позволяющих точно провести оперативное прогнозирование, было получено с помощью уравнения регрессии на основе метода наименьших квадратов. Для этого данные температуры и расхода газа (зимний сезон 2013 г.) были отсортированы по типам дней: выходные и рабочие. После проводился расчет уравнения регрессии для различного количества параметров расхода в «памяти» функции: Q(t-i), где i=1,2,…,5.

Для оценки качества моделей было сделано сравнение регрессионной статистики и стандартной ошибки :

;

где

n – величина выборки,

- среднеквадратичное отклонение,

- условная по факторам x дисперсия переменной,

- условная по факторам y дисперсия переменной,

Стандартная ошибка регрессии является мерой разброса данных наблюдений от смоделированных значений. Коэффициент , характеризует  меру зависимости одной случайной величины от других. Результаты вычислений приведены в таблицах 1 и 2:

Таблица 1.

Оценка регрессионной статистики, рабочие дни.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Регрессионная статистика | Кол-во факторов в уравнении | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 0,81 | 0,85 | 0,873 | 0,874 | 0,875 |
|  | 0,188 | 0,186 | 0,18 | 0,184 | 0,187 |

Таблица 2.

Оценка регрессионной статистики, выходные дни.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Регрессионная статистика | Кол-во факторов в уравнении | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 0,9 | 0,926 | 0,929 | 0,931 | 0,932 |
|  | 0,161 | 0,157 | 0,153 | 0,155 | 0,159 |

Анализ регрессионной статистики для различного числа параметров в уравнении показал, что при увеличении количества элементов в «памяти» функции, улучшается аппроксимация фактических уровней ряда, расчетными данными. Об этом свидетельствует рост R-статистики уравнения. Но следует отметить, что разница между значениями статистики для параметров 3-5 не существенна и составляет тысячные доли. При этом величина разброса моделируемых значений в столбце номер 3 таблиц является наименьшим. Отсюда автор делает вывод об оптимальности трех параметров памяти в уравнении регрессии для заданного ряда потребления газа.

Основываясь на вышеуказанных утверждениях, для расчета газопотребления Q(t) в момент времени t, в модель внесены параметры:

* + Q(t), Q(t-1), Q(t-2)- значения расхода газа за предшествующие три дня;
  + T(t)- значение температуры окружающей среды на момент прогноза.

Для каждого типа дня строится своя регрессионная модель с «памятью» вида:

,

где a,b,c,d – коэффициенты регрессии, – свободный член.

При этом полученные при моделировании коэффициенты модели должны пересчитываться ежесуточно.

Оценка параметров средней относительной ошибки аппроксимации и среднеквадратичного отклонения моделей размещены в таблицах 3 и 4.:

Таблица 3.

Параметры ошибки, рабочий день.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Дата | | | | | | |
| t | t+1 | t+2 | t+3 | t+4 | t+5 | t+6 |
| Средняя относительная ошибка, % | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,0 |
| Среднеквадратическое отклонение, тыс. м3. | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,46 |

Таблица 4.

Параметры ошибки, выходной день.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Дата | | | | | | |
| t | t+1 | t+2 | t+3 | t+4 | t+5 | t+6 |
| Средняя относительная ошибка, % | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Среднеквадратическое отклонение, тыс. м3. | 0,56 | 0,59 | 0,60 | 0,59 | 0,58 | 0,57 | 0,56 |

Ошибка аппроксимации многофакторной регрессионной модели с «памятью» не превышает 3% для рабочего и выходного дня, что является высоким показателем точности. Величина среднеквадратического отклонения варьируется в интервале ±0,45-0,6.

Графики полученных регрессионных моделей для рабочего и выходного дня изображены на рисунках 4-5.:

Рис. 3. Многофакторная модель с памятью, рабочий день.

Рис. 4. Многофакторная модель с памятью, выходной день.

Из динамик поведения рядов видно, что обе модели с большой точностью аппроксимируют фактические значения ряда потребления газа на всём периоде моделирования.

Расчеты, проведенные по предложенным моделям выходного и рабочего дня, показали перспективность разработанного подхода. Предложенный способ расчета прогнозных значений потребления газа может быть использован для решения различных задач диспетчерского управления, таких как:

- оперативное планирование потоков газа по участкам ГТС;

- расчет прогнозной технически-возможной пропускной способности участков ГТС;

- расчет прогнозных свободных мощностей и «узких» мест ГТС ЕСГ;

- корректировка изменения запаса газа в ПХГ и планирование объемов добычи газа на месторождениях.

# Список использованной литературы

1. Statistical Model of Relationship Between Natural Gas Consumption and Temperature in Daily Resolution Marek Brabec, Marek Maly, Emil Pelikan and Ondrej Konar Source: Natural Gas, edited by: Dr. Primoz Potocnik, ISBN: 978-953-307-112-1, Sciyo, 2010.
2. Дубинский А.В. и др., Автоматизация расчетов прогнозов газопотребления, М.: ВНИИЭгазпром, 1991
3. Научный отчет: Разработка программного комплекса прогнозирования газопотребления регионами Российской Федерации. М.: ООО «Газпром трансгаз Москва», 2003.
4. Попадько В.Е., Некоторые вопросы оперативного прогнозирования газопотребления методами теории случайных процессов, дисс.... канд. техн. наук, МИНХиГП им. И.М. Губкина, 1972.