

УДК 66.073.5 (043)

ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫХОДНОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОГО ПУНКТА В ГАЗОВОЙ СЕТИ

Белоновский П.В.

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: t251589@mail.ru

Ввиду сложности газовых сетей, большой протяженности газопроводов и изменения потребления возникают скачки давления газа, что негативно сказывается на работе газопровода. Требуется частая замена частей газопровода, изменение конфигурации, что экономически сложно и невыгодно. Телеметрия позволяет оперативно измерять и передавать большой набор данных об объекте газовой сети. Для создания целостной картины текущего состояния газовой сети было внедрено специализированное программное обеспечение (ПО), установленное на диспетчерских пунктах, способное отображать оперативную информацию по большому количеству объектов. Для оценки случайной составляющей исследованы выборочная характеристика асимметрии, эксцесса, средняя квадратическая ошибка выбора асимметрии и эксцесса. Установлено, что данные не являются нормальными даже приближенно ввиду воздействия большого количества случайных факторов. В этой связи случайные факторы не учитывались в прогнозе. Процесс автоматизации прогноза включает следующие этапы: анализ существующих систем, разработка модуля первичной обработки данных, реализация математической модели прогнозирования и разработка системы прогнозирования и прототипа системы управления давлением газа по прогнозу. Точность прогноза составляет 8-9%, что находится в пределах допустимой погрешности.

Ключевые слова: газовые сети, выходное давление, газорегуляторный пункт, телеметрия.

PROBLEMS OF AUTOMATION OF FORECASTING OF DAY OFF PRESSURE OF GAS CONTROL POINT IN THE GAS NETWORK

Belonovski P.V.

The Orenburg state university, Orenburg, e-mail: t251589@mail.ru

In a type of complexity of gas networks, the big extent of gas pipelines and change of consumption there are gas pressure jumps that negatively affects operation of the gas pipeline. Frequent replacement of parts of the gas pipeline, change of a configuration that is economically difficult and unprofitable is required. The telemetry allows to measure and transfer quickly a big data set about object of a gas network. For the creation of a complete picture flowing conditions of a gas network the specialized program providing (PP) established on control offices capable to display operational information on a large number of objects was introduced. For an assessment of a casual component the selective characteristic of asymmetry, an excess, an average quadratic error of a choice of asymmetry and an excess are investigated. It is established that data aren't normal even approximately in a type of influence of a large number of random factors. In this regard random factors weren't considered in the forecast. Process of automation of the forecast includes the following stages: the analysis of the existing systems, development of the module of preprocessing of data, realization of mathematical model of forecasting and development of the system of forecasting and a prototype of a control system of gas pressure according to the forecast. Accuracy of the forecast makes 8-9% that is in limits of an admissible error.

Keywords: gas networks, output pressure, gas control point, telemetry.

Действующая в Оренбургской области система газораспределения находится в постоянном развитии, что обуславливает вопрос о её модернизации. Срок службы газопровода составляет 40 лет, тогда как в Оренбурге средний «возраст» газопроводов составляет 25-30 лет [6], но ввиду постоянного растущего потребления газа возникает необходимость замены газопроводов прежде, чем приходит физический износ. В данной статье представлены методы автоматизации прогнозирования выходного давления газорегуляторного пункта в газовой сети.

Актуальность. Большинство газопроводов являются статическими, т.е. рассчитаны на определенные статичные показатели, как правило, расчет ведется исходя из максимально возможного потребления газа. Однако на практике показатели меняются в широких диапазонах. Главным показателем является давление газа в сети. Для создания необходимого давления непосредственно потребителю газа существуют газорегуляторные пункты (ГРП), которые понижают давление газа с магистральных сетей 0,5 Мпа до 2 Кпа [2] для городских сетей. Значения давления могут варьироваться в зависимости от конфигурации газопровода, а также от потребления.

Для поддержания необходимого значения давления газа, в газорегуляторных пунктах установлено специальное устройство, регулирующее давление [2]. Оборудование ГРП позволяет понижать высокое магистральное давление до среднего и низкого для доставки непосредственно потребителю.

Однако ввиду сложности газовых сетей, большой протяженности газопроводов и изменения потребления возникают скачки давления газа, что негативно сказывается на работе газопровода. Требуется частая замена частей газопровода, изменение конфигурации и т.д., что экономически сложно и невыгодно [7].

Материалы. Для решения проблемы существует ряд мер, одной из которых является создание системы автоматического прогнозирования давления газа, что позволяет оперативно управлять давлением.

Нами был проведен анализ существующих систем, выявлены основные достоинства и недостатки (таблица 1).

Таблица 1

Сравнение существующих систем

Система	Достоинства	Недостатки
Телеметрия станций катодной защиты Indusoft. Россия, США	<ul style="list-style-type: none"> • Внедрена в промышленную эксплуатацию ОАО «Оренбургоблгаз» • Удобный интерфейс 	Отсутствует прогнозирование
«График потребления», Литовская ССР 1984г	<ul style="list-style-type: none"> • Прогноз потребления на неделю. • Высокая точность. • Составление расписания потребления 	Отсутствие удаленного управления
Комплекс «Актел», Россия	<ul style="list-style-type: none"> • Управление любым клапанным оборудованием. • Наличие сертификата соответствия. • Удобный интерфейс 	Отсутствие прогноза

ПО KXEN Ssoft:Signal, США	+	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая точность прогноза. • Высокая гибкость системы. • Адаптация системы при изменении ситуации 	Сложность внедрения. Высокая стоимость
---------------------------------	---	---	---

Поскольку работа осуществлялась по заказу Общества, основное внимание уделялось системе Indusoft, основанной на существующей системе телеметрии с установкой дополнительного оборудования с добавлением функционала прогнозирования.

В системе Indusoft данные телеметрии представляют большой объем информации по различным параметрам ГРП.

Телеметрия позволяет оперативно измерять и передавать большой набор данных об объекте газовой сети, таких как: выходное и входное давление газа, температура внутри помещения ГРП, регистрация проникновения внутрь помещения, регистрация превышения метана в воздухе, наличие электропитания, регистрация срабатывания предохранительного клапана и т.д. Все данные поступают на центральный сервер для обработки и хранения. Для создания целостной картины текущего состояния газовой сети было внедрено специализированное программное обеспечение (ПО), установленное на диспетчерских пунктах, способное отображать оперативную информацию по большому количеству объектов. Программное обеспечение имеет в своем составе геоинформационные системы (ГИС), таким образом, уменьшается время реагирования на внештатную ситуацию, что обеспечивает бесперебойное и безаварийное газоснабжение потребителя.

Результаты и их обсуждение. Сбор данных для прогнозирования выполняется модулем истории параметров ГРП. Данные по выходному давлению за месяц сохраняются в формате Excel через интерфейс системы ГИС. Для дальнейшей обработки была написана программа «Подготовка данных» на языке программирования С# с компонентом zedGraphControl (рис. 1).

Для составления прогноза необходимо выявить тенденции из имеющихся данных [4]. Колебания расходов газа имеют определенную закономерность, которая определяется следующими известными факторами: жизненным укладом населения, режимом работы предприятий и климатическими условиями. Теория временных рядов позволяет выделить основную тенденцию временного ряда: тренд и случайную составляющую.

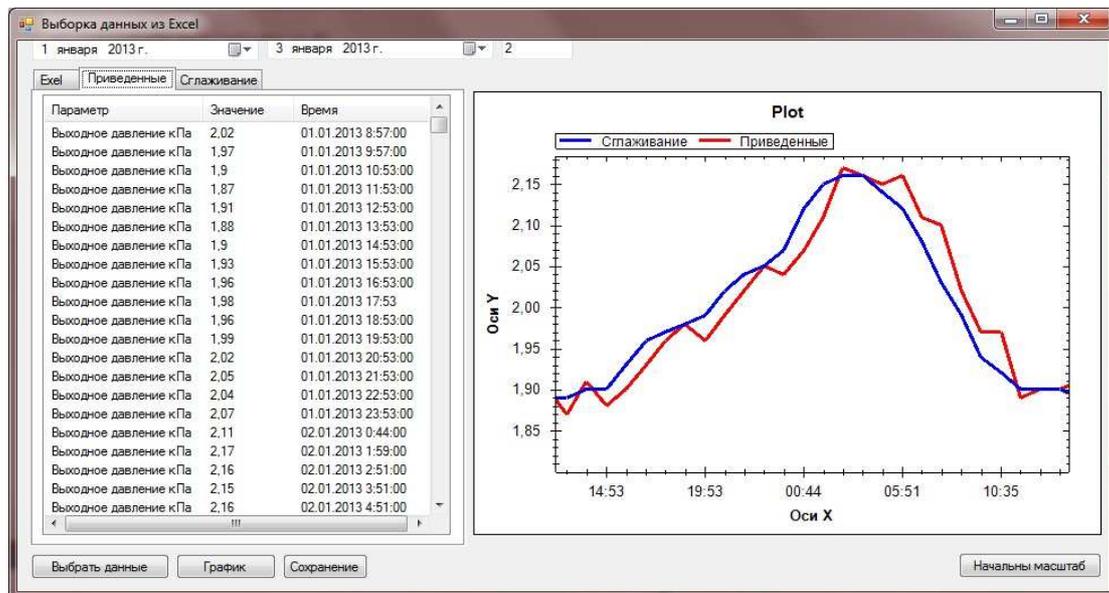


Рис. 1. Пример сглаживания данных

Не существует «автоматического» способа обнаружения тренда во временном ряде. Однако если тренд является монотонным, то анализировать такой ряд обычно нетрудно [5]. Если временные ряды содержат значительную ошибку, то первым шагом выделения тренда является сглаживание. Был проведен анализ различных методов (таблица 2), в результате был выбран метод среднего трехчленного скользящего.

Таблица 2

Сравнение методов сглаживания

Метод	Достоинства	Недостатки
Среднее степенное	Сглаживание краткосрочных колебаний	Не подходит при длительном периоде
Скользящая средняя	Учитывает соседние значения, позволяет сгладить функцию выявив пики	Укорачивает ряд, учитываются только значения, попавшие в «Окно»
Взвешенные скользящие средние	Учитывает важность значения	Требует составления коэффициентов
Скользящая медиана	Устойчива к выбросам, более гладкая кривая	Большая погрешность при разбросе значений
Экспоненциальное	Учитываются все предшествующие значения	Сложность реализации
Наименьших квадратов	Подходит при большой ошибке измерений	Не подходит при малой ошибке измерения

Метод основан на том, что за сглаженное значение ряда в любой точке принимают среднее значение в некоторой окрестности с центром в этой точке. Трехчленное скользящее выбрано с учетом специфики, для того чтобы выявить пики потребления в разрезе в 3 часа [1]. Следующий этап – выделение постоянной составляющей – тренда. Эмпирические

данные [3] показывают, что наиболее адекватны такие модели, как линейная, гиперболическая и параболическая.

Анализ результатов оценки: адекватность и точность модели, показывает, что тренд параболического вида описывает данные и обеспечивает адекватность модели.

Для оценки случайной составляющей были исследованы следующие характеристики: выборочная характеристика асимметрии, эксцесса, средняя квадратическая ошибка выбора асимметрии и эксцесса. Установлено, что данные не являются нормальными даже приближенно ввиду воздействия большого количества случайных факторов. В этой связи случайные факторы не учитывались в прогнозе.

Интерфейс разработанной системы прогнозирования был интегрирован в существующую геоинформационную систему Общества. Прогноз может быть использован в системе управления давлением в пиковые моменты потребления.

Рассмотрим прототип системы управления. Вариант системы управления предполагает установку дополнительной обходной ветки с пропускной способностью 30% от всего объема газа. На ветке устанавливается газорегулятор, управляемый удаленно. Система позволит изменять положение клапана газорегулятора по команде с центрального сервера. Команда формируется по составленному прогнозу на сутки. При этом оборудование способно работать с существующей системой телеметрии и не требует изменения в её архитектуре.

В результате по данным прогноза становится возможным выделить пики потребления и создать коридор требуемых значений (рис. 2).

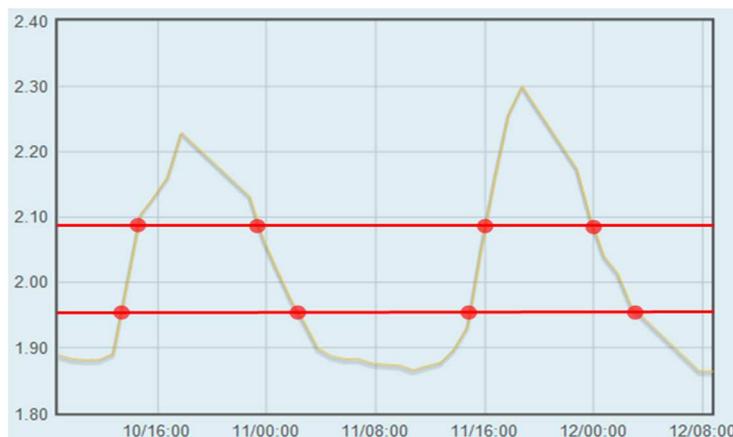


Рис. 2. Прогноз выхода давления за установленный коридор значений

При выходе давления за установленные рамки система генерирует команду и отправляет на ГРП для установки требуемого значения положения клапана газорегулятора.

Выводы. Представленные методы автоматизации достаточно валидны. Установлено, что точность прогноза на данный момент составляет 8-9%, что находится в пределах допустимой погрешности. Таким образом, процесс автоматизации прогноза включает следующие этапы: анализ существующих систем, разработка модуля первичной обработки

данных, реализация математической модели прогнозирования и разработка системы прогнозирования и прототипа системы управления давлением газа по прогнозу.

Список литературы

- 1 Афанасьев В.Н Анализ временных рядов и прогнозирование / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзюашев. – М. : Финансы и статистика, 2010. - 320 с.
- 2 Журкин И.Г. Геоинформационные системы / И.Г. Журкин, С.В. Шайтура. - М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
- 3 Ляуконис Р.Ю. Оптимизация городских систем газоснабжения в вероятностно-неопределенных условиях : дис. ... докт. экон. наук. - Вильнюс, 1984. - 372 с.
- 4 Минько Э.В. Методы прогнозирования и исследования операций / Э.В. Минько, А.Э. Минько. – М. : Инфра-М, 2010. - 480 с.
- 5 Седов А.В. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления. Модели, методы, алгоритмы и средства / А.В. Седов, И.И. Надтока. – М. : РГУ 2013. – 314 с.
- 6 Смолянов Ю.П. Техническая эксплуатация газораспределительных систем. Основные положения. Газораспределительные сети и газовое оборудование зданий. Резервуарные и баллонные установки. – М. : ДЕАН, 2011. - 341 с.
- 7 Финкова М. Современная телеметрия в теории и на практике. - М. : Наука и техника, 2007. - 672 с.

Рецензенты:

Пищухин А.М., д.т.н., профессор, декан факультета информационных технологий ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург;

Сердюк А.И., д.т.н., профессор, директор Аэрокосмического института ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.