

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

**ГНЕЗДИЛОВА Ольга Александровна**, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

**КРАВЧУК Валерий Юрьевич**, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

*Участившиеся случаи взрывов бытового газа требуют более детальной проработки пользования газом в части обеспечения безопасного использования и содержания газового оборудования при предоставлении коммунальной услуги по газоснабжению. Проведено исследование теории учёта расхода газа в случаях установления однородных явлений, протекающих в системах газоснабжения.*

**Введение.** Особое внимание в настоящее время уделяется внутридомовому газовому оборудованию и его компонентному наполнению, которое выделено и является общим имуществом собственников помещений: газопроводы, которые проходят от источника газа, или точки при соединения к сети до запорной арматуры, которая располагается в местах отпуска к внутриквартирному оборудованию, предназначенные для снабжения одного многоквартирного дома, арматура устройств на газопроводах, а именно регулирования и предохранения от утечек, также элементы системы контроля загазованности помещений, общедомовые приборы учёта газа [1, 2, 5].

**Методика исследований.** С целью разработки методики теории учёта расхода газа в случаях установления однородных явлений, протекающих в системах газораспределения, была разработана методика корреляционно-регрессионного анализа.

**Результаты исследований.** Теоретически параметрическая связь задаётся переменными  $x$  и  $y$ , плотность связи которых не всегда имеет четкое определение, т.к. одному из значений переменной  $x$  может соответствовать совокупность значений переменной  $y$ .

С достаточной долей точности можно утверждать, что для параметрической характеристики эксплуатационных показателей систем газопотребления, применима корреляционная функция  $y = f(x)$  в которой, каждому значению  $x$  соответствует статистический ряд распределения  $y$ .

Принятым допущением является то, что связь между величинами  $x$  и  $y$  носит вероятностный (стохастический) характер.

Для параметров газопотребления уравнение регрессии примет следующий вид:

$$Q = f(p_{y,x}), \quad (1)$$

где  $Q$  – расход газа;  $P_{y,x}$  – вероятность утечки,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Проведение анализа предполагает установление зависимости между различными величинами

влияния, их значимость, достоверность и адекватность получаемых измерительных величин.

Экспериментальные исследования оценки утечки газа проводятся путем получения  $n$  независимых измерениях  $Q_i$ , величин постоянного размера, таких параметров, как давление, объем газа и скорость потока в трубопроводе. Для установления точности измерений устанавливается величина отклонений результата от среднего значения, величина отклонения представляется показателем случайного отклонения  $\delta_i$ .

$$Q_{ni} = \bar{Q}_n + \delta_{ni}. \quad (2)$$

Для установления среднеарифметического результата измерений, сходящегося по вероятности к среднему значению  $\bar{Q}_n$ , при любом законе распределения вероятности результата измерения является самостоятельной точечной оценкой среднего значения:

$$\begin{aligned} M\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i\right) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M(Q_i) = \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [M(\bar{Q}) + M(\delta_i)] = \bar{Q}. \end{aligned} \quad (3)$$

Полученное выражение математического ожидания показывает, что результат измерений зависит от показателя оценки осреднённого значения.

Стандартное отклонение показателя измерения показывает выражение:

$$S_Q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_n)^2}. \quad (4)$$

Самой удовлетворяющей данным условиям функция, где присутствует условие наименьших квадратов:

$$\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_n)^2 = \min. \quad (5)$$

Проведение анализа предполагает установление зависимости между различными величинами

75

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2  
2021

влияния, их значимость, достоверность и адекватность получаемых измерительных величин [8–11].

Применяя методику, показываем корреляционное поле факторного влияния, для различных составляющих, где связь может быть установлена с помощью  $n$ -мерного пространства в уравнениях второго порядка:

$$y = b_0 + \sum_1^n b_i x_i + \sum_1^n b_{ij} x_i x_j + \sum_1^n b_{ii} x^2_i, \quad (6)$$

где  $y$  – функция цели (отклика) многофакторных переменных;  $x_i$  – независимые факторы;  $b_i$  – коэффициенты регрессии;  $b_{ij}$  – коэффициенты, характеризующие двойное влияние факторов  $x_i$  и  $x_j$  на функцию цели.

Близость корреляционной зависимости (между  $x$  и  $y$ ) к линейной функциональной взаимосвязи является коэффициент корреляции

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}}, \quad (7)$$

где  $n$  – число измерений.

Числовое значение корреляционного коэффициента  $r$  всегда меньше единицы. Если  $r = 1$  связь между  $x$  и  $y$  устанавливается функциональная связь. Принято считать данную связь удовлетворительной, если  $r > 0,5$ , при  $r = 0,8...0,85$  считать хорошей.

Кроме того, вводится понятие коэффициента детерминации,  $K_d = r^2$ , характеризующего изменчивость параметров [3, 4, 6, 7].

**Заключение.** В результате проведённых исследований теоретических аспектов учета расхода газа, а именно при установлении закономерностей связей между процессами, протекающими в газораспределительных системах, зависящими от многих, в ряде случаев неконтролируемых факторов, была разработана методика корреляционно-регрессионного анализа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брюханов О.Н., Жила В.А., Плужников А.И. Газоснабжение: учеб. пособие. – М.: Академия, 2008. – 448 с.

2. Брюханов О.Н., Плужников А.И. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: учебник. – М.: Инфа-М, 2006. – 256 с.

3. Гнездилова О.А. Разработка модели оперативного управления городскими системами газоснабжения на основе принципа регулирования по возмущению: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2009. – 15 с.

4. Демчук В.Ю., Доронин М.С. Газораспределительные системы: возможности повышения энергетической эффективности НИЦ ОАО «Гипронигаз»// Инженерные системы. – 2015. – № 2.

5. Масловский В.В., Капцов И.И., Сокруто И.В. Основы технологии ремонта газового оборудования и трубопроводных систем: учеб. пособие. – М.: Выш. шк., 2004. – 319 с.

6. Официальный Интернет-сайт Министерства энергетики Российской Федерации. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/>.

7. Свидетельство о государственной регистрации Российской Федерации МПК № 2018664552 / Гнездилова О.А., Лушин К.И., Бирюков С.В., Севрюгина Н.С. Контроль энергетических ресурсов: КЭР1-газ/заявл. 26.10.2018; дата гос. Регистрации в Реестре программ для ЭВМ 19.11.2018.

8. СП 131.13330.2018 / авт. Минстрой России // Строительная климатология. – М., 2019.

9. СП 42-101-2003 / авт. Госстрой России // Свод правил по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полимерных труб. – М., 2006.

10. СП 62.13330.2011 / авт. Минрегион России // Газораспределительные системы. – М., 2013.

11. Суслов Д.Ю., Подпоринов Б.Ф., Кущев Л.А. Газоснабжение: учеб. пособие. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015.

**Гнездилова Ольга Александровна**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия.

**Кравчук Валерий Юрьевич**, преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия.

129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26.

Тел.: (495) 781-80-07.

**Ключевые слова:** природный газ; контроль; потребление ресурсов; система газоснабжения.

#### THEORETICAL FOUNDATIONS OF CONTROL, MANAGEMENT AND ACCOUNTING OF RESOURCE CONSUMPTION IN GAS SUPPLY SYSTEMS

**Gnezdilova Olga Akeksandrovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Heat and Gas Supply and Ventilation", National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia.

**Kravchuk Valeriy Yurievich**, Teacher of the chair "Heat and Gas Supply and Ventilation", National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia.

**Keywords:** natural gas; control; resource consumption; gas supply system.

*Frequent cases of domestic gas explosions require a more detailed study of gas use in terms of ensuring the safety and maintenance of equipment when providing public services for gas supply. The study of the theory of gas consumption accounting in cases of establishing homogeneous phenomena occurring in gas supply systems is shown in the developed method of correlation and regression analysis.*

