



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ИНТЕРВАЛОВ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ УЧАСТКОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ И ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Тевяшев А.Д., Асаенко Ю.С., Кобылин А.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Природный газ в Украине является одним из базовых энергоносителей. Он является одним из наиболее важных импортируемых энергетических ресурсов нашей страны. Проблема оптимизации режимов работы газотранспортных систем была и остаётся одной из актуальных проблем в трубопроводных системах энергетики. Оптимизация режимов работы газотранспортных систем осуществляется в условиях априорной неопределённости относительно будущих значений состояния внешней среды и неопределённости параметров моделей основных технологических элементов газотранспортных систем - участков магистральных трубопровода и газоперекачивающих агрегатов.

При решении задач оптимизации возникает проблема оценки интервалов неопределённости зависимых переменных, вычисляемых по математическим моделям в зависимости от интервалов неопределённости независимых переменных. В докладе приведены результаты сравнительного анализа оценок интервалов неопределённости для стохастических моделей квазистационарных режимов моделей участков магистральных газопроводов и газоперекачивающих агрегатов.

Стохастическую модель квазистационарного неизотермического режима транспорта и распределения природного газа в ГТС представим в виде взаимосвязанной системы стохастических моделей[1]:

Модель участков газопроводов -

$$M_{\omega} \{ P_{in}^2(\omega) - P_{ik}^2(\omega) - \beta_i(\omega) q_i^2(\omega) \} = 0, \quad i \in M_p,$$

$$M_{\omega} \{ T_{ik}(\omega) - T_{igr}(\omega) + (T_{in}(\omega) - T_{igr}(\omega)) e^{-a_i(\omega)L_i} \} = 0, \quad i \in M_p,$$

Модель газоперекачивающих агрегатов-

$$M_{\omega} \{ \tilde{a}_i(\omega) P_{in}^2(\omega) - P_{ik}^2(\omega) + \tilde{b}_i(\omega) P_{in}(\omega) q_i(\omega) - \tilde{c}_i(\omega) q_i^2(\omega) \} = 0, \quad i \in M_a,$$

$$M_{\omega} \left\{ T_{ik}(\omega) - T_{in}(\omega) \varepsilon_i(\omega)^{\frac{m-1}{m}} \right\} = 0, \quad i \in M_a,$$

где $\omega \in \Omega$, (Ω, B, P) - вероятностное пространство, Ω - пространство элементарных событий; B - σ -алгебра событий из Ω ; P - вероятностная мера на B ; G_j^+ - множество индексов дуг графа сети, по которым газ поступает в j -й узел,



G_j^- - множество индексов дуг графа сети, по которым газ отбирается из j -го узла. Необходимыми исходными данными для расчета объемов поставляемого газа являются данные по параметрам $P_n(\omega)$ - начальное давление газа (атмосферы), $T_n(\omega)$ - начальная температура (градусы Цельсия), $q(\omega)$ - расход газа (миллионов m^3 в сутки), $Kt(\omega)$ - теплопередачи конденсата в грунт (Вт/(м 2 *с)), $E(\omega)$ - коэффициент эффективности, на различных участках газотранспортной системы, $\alpha_1(\omega), \alpha_{01}(\omega), \alpha_2(\omega), \alpha_{02}(\omega), \alpha_3(\omega), \alpha_{03}(\omega)$ - коэффициенты аппроксимации, зависящие случайных переменных $P_k(\omega), T_k(\omega)$. В качестве методов оценивания интервалов неопределенности используются следующие три метода: метод имитационного моделирования[2], метод статистической линеаризации[3], метод центрированных интервалов[4].

Метод имитационного моделирования заключается в использовании датчика случайных чисел “RandomReal” программного пакета “WolframMathematica9.0”, с помощью которого были сгенерированы значения независимых случайных переменных по заданным параметрам распределения – математическому ожиданию и дисперсии, и вычислены значения зависимых случайных переменных.

Метод статистической линеаризации нелинейных функций случайных аргументов заключается в разложении нелинейной функции случайных аргументов в Ряд Тейлора в точке соответствующей математическим ожиданиям независимых переменных с сохранением линейных членов.

Метод центрированных интервалов используется без каких либо предположений о законах распределения случайных величины из заданных интервалов.

В докладе приведены результаты сравнения методов оценки интервалов неопределенности при различных предположениях о законе распределения.

1. Тевяшев, А.Д. Стохастические модели и методы оптимизации режимов работы газотранспортных систем / А.Д. Тевяшев // Технологический аудит и резервы производства №6/4, 2013 с 49-51

2. Тевяшев, А. Д. Статистический анализ модели квазистационарного режима транспорта природного газа по участку трубопровода / А. Д. Тевяшев, Ю. С. Асаенко // Технологический аудит и резервы производства. - 2014. - № 1.4. - С. 6-8.

3. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей. 4-е изд. /Е. С. Вентцель// Москва: Наука, 1969. — 576с

4. Жуковская О.А. Исследование нестандартных интервальных арифметических операций / О.А. Жуковская // Системні дослідження та інформаційні технології. // Київ. Інститут прикладного системного аналізу НАН України та МООН України - 2005. –№2. - с.106-116