

строительстве. – М.: ГУП ЦПП, 2000.

5. НАОП 1.1.23-1.18.80. ПБЭ. Правила безопасной эксплуатации систем газоснабжения. – К.: УкрНИИинжпроект, 1980. – 430 с.

6. Ионин А.А., Алибеков К.С., Жила В.А., Затиркин С.С. Надежность городских систем газоснабжения. – М.: Стройиздат, 1980. – 231 с.

7. Сідак В.С. Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання. – Харків, 2006. – 228 с.

8. Сладков С.П. Автоматизация и телемеханизация газового хозяйства. – М.: Стройиздат, 1977. – 293 с.

*Получено 11.02.2008*

УДК 658.62.018

Л.И. НЕФЕДОВ, д-р техн. наук

*Харьковский национальный автомобильный университет*

А.А. ШЕВЧЕНКО

*Нормативно-аналитический центр ДК «Укртрансгаз», г. Харьков*

## **МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТА ГАЗА НА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ**

Рассматривается задача определения средств измерения показателей качества транспорта газа на компрессорной станции. Разработана математическая модель решения этой задачи, которая позволяет в отличие от известных методов принимать решения по многим критериям с учетом дискретности переменных.

Мониторинг процессов системы управления качеством (СУК) компрессорной станции (КС) магистрального газопровода предусматривает измерение показателей качества процессов и анализ их функционирования. Для реализации измерения процессов СУК необходимо определение: показателей качества, точек контроля, средств и методик измерения. В статье уделяется внимание рассмотрению показателей процессов и выбору средств их измерения.

Требования к показателям качества процессов изложены в ДСТУ ISO 9001-2001. Так, в стандарте [1] говорится о необходимости проведения мониторинга по трем группам показателей (процесса; продукта процесса; удовлетворенности пользователей процесса). Технологию реализации измерения процессов и выбора соответствующих средств измерения (СИ) каждое предприятие определяет индивидуально, так как в требованиях стандарта это не описано в связи с его универсальностью.

Как показал анализ публикаций [2-4], существующие методы выбора контролируемых показателей и СИ на КС основаны на существующих правилах и инструкциях выполнения технологических операций, интуитивном подходе разработчиков автоматизированных средств измерения без применения научно обоснованных методов.

При этом уделено внимание измерению показателей процессов и продукта процессов только ряда основных технологических операций КС. Измерение и анализ показателей процессов, продукта процессов вспомогательных операций КС вообще не проводится или проводится с некоторой периодичностью без научно обоснованного подхода к их проведению и выбору СИ. По показателям удовлетворенности потребителей процессов, мониторинг вообще не проводится. Наличие такой ситуации в целом снижает управляемость как самих процессов СУК, так и всего бизнес-процесса транспорта газа на КС.

Таким образом, одной из проблем мониторинга процессов СУК КС является отсутствие научно обоснованных подходов по выбору средств измерения для различных групп показателей качества процессов.

Целью статьи является повышение эффективности проведения измерения показателей качества процессов СУК КС за счет разработки новой модели по выбору средств измерения.

Рассмотрим постановку задачи определения средств измерения каждой группы показателей качества процессов СУК КС.

Исходными данными являются: 1) процессы системы управления качеством компрессорной станции; 2) множество показателей качества каждой группы в каждой контролируемой точке процессов; 3) множество типов технических средств измерения показателей качества процессов; 4) коэффициент весомости каждого технического средства измерения для каждого показателя каждой группы во всех точках контроля процессов.

Каждое техническое средство измерения характеризуется функциональными возможностями (точность, надежность и т.д.) и затратными показателями (затраты на приобретение, установку, эксплуатацию, ремонт).

Необходимо определить типы технических средств измерения показателей качества каждой группы по всем точкам контроля процессов с учетом следующих частных критериев:

- максимум эффективности измерения всех показателей качества;
- максимум суммарной точности всех средств измерений;
- максимум надежности всех средств измерений;
- минимум суммарных приведенных затрат на средства измерения;
- минимум капитальных затрат на средства измерения.

Для построения математической модели введем такие переменные и параметры:

$i$  – номер процесса,  $i = \overline{1, i'}$ , где  $i'$  – количество процессов СУК на КС;

$j$  – номер точки контроля  $i$ -го процесса,  $j = \overline{1, j^i}$ ;

$p$  – номер группы показателей качества,  $p = \overline{1, 3}$ ;

$k$  – номер показателя  $p$ -й группы в  $j$ -й точке контроля  $i$ -го процесса;

$s$  – номер типа средства измерения;  $s = \overline{1, s^i}$ , где  $s^i$  – количество типов средств измерения.

При этом частные критерии имеют вид:

- максимум суммарной эффективности измерения всех показателей качества:

$$E(X) = \max \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^{k_{ijp}} \sum_{s=1}^{s^i} V_{ijpks} x_{ijpks}, \quad (1)$$

где  $V_{ijpks}$  – коэффициент весомости  $s$ -го типа средства измерения для  $k$ -го показателя по  $p$ -й группе в  $j$ -й точке контроля  $i$ -го процесса;  $x_{ijpks}$  – искомая переменная принимает два значения: 1 – если выбран  $s$ -й тип средства измерения для измерения  $k$ -го показателя по  $p$ -й группе в  $j$ -й точке контроля  $i$ -го процесса, 0 – в противном случае;

- максимум суммарной точности всех средств измерений:

$$T(X) = \max \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^{k_{ijp}} \sum_{s=1}^{s^i} t_s x_{ijpks}, \quad (2)$$

где  $t_s$  – точность  $s$ -го типа средства измерения;

- максимум надежности всех средств измерений:

$$N(X) = \max \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^{k_{ijp}} \sum_{s=1}^{s^i} N_s x_{ijpks}, \quad (3)$$

где  $N_s$  – надежность  $s$ -го типа средства измерения;

- минимум суммарных приведенных затрат на средства измерения:

$$\Pi(X) = \min \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^{k_{ijp}} \sum_{s=1}^{s^i} n_{ijpks} x_{ijpks}, \quad (4)$$

где  $n_{ijpks}$  – приведенные затраты на  $s$ -й тип средства измерения для  $k$ -го показателя по  $p$ -й группе в  $j$ -й точке контроля  $i$ -го процесса;

- минимум капитальных затрат на средства измерения:

$$K(X) = \min \sum_{i=1}^i \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^{k_{ijp}} \sum_{s=1}^{s^i} K_{ijpks} x_{ijpks}, \quad (5)$$

где  $K_{ijpks}$  – стоимость приобретения и установки  $s$ -го типа средства измерения  $k$ -го показателя по  $p$ -й группе в  $j$ -й точке контроля  $i$ -го процесса.

Основные ограничения следующие:

- капитальные затраты на средства измерения не должны превышать выделенные средства  $K_0$ :

$$\sum_{i=1}^i \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^{k_{ijp}} \sum_{s=1}^{s^i} K_{ijpks} x_{ijpks} \leq K_0; \quad (6)$$

- приведенные затраты не должны превышать  $\Pi_0$ :

$$\sum_{i=1}^i \sum_{j=1}^{j^i} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^{k_{ijp}} \sum_{s=1}^{s^i} n_{ijpks} x_{ijpks} \leq \Pi_0, \quad (7)$$

- для измерения  $k$ -го показателя по  $p$ -й группе в  $j$ -й точке контроля  $i$ -го процесса может быть выбран только один тип средства измерения:

$$\sum_{s=1}^{s^i} x_{ijpks} = 1; \quad i = \overline{1, i^i}; \quad j = \overline{1, j^i}; \quad p = \overline{1, 3}; \quad k = \overline{1, k_{ijp}}. \quad (8)$$

Предложенная математическая модель (1)-(8) относится к задачам дискретного программирования с булевыми переменными по многим критериям. Для ее решения используют модели многокритериальной оптимизации [5] и целочисленного программирования [6].

Таким образом, разработана математическая модель, которая позволяет в отличие от существующих методов принимать решения по выбору средств измерительной техники показателей качества процессов компрессорной станции магистральных газопроводов по многим критериям.

Применение этой модели повышает эффективность проведения мониторинга процессов системы управления качеством компрессорной станции.

1. ДСТУ ISO 9001-2001. Системи управління якістю. Вимоги. – К.: Держстандарт України, 2001.

2. Плотников В.М., Подрешетников В.А., Гончаров В.У. Средства контроля и автоматизации объектов транспорта газа. – Л.: Недра, 1985. – 216 с.

3. Автоматизация компрессорных станций магистральных газопроводов / А.З.Грищенко, И.Н.Богаенко, Ю.И.Артемов и др. – К.: Техніка, 1990. – 128 с.

4.СОУ 60.3-30019801-050:2008. Правила технічної експлуатації магістральних газопроводів. – К.: ДК «Укртрансгаз», 2008.

5.Петров Е.Г., Новожилова М.В., Гребеннік І.В. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах. – Харків: ХДТУБА, 2002. – 284 с.

6.Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. – К.: Наук. думка, 1985. – 384 с.

*Получено 11.04.2008*

УДК 656.02 : 338.47

Н.И.САМОЙЛЕНКО, д-р техн. наук, И.А.ГАВРИЛЕНКО

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

### **МЕТОД РАСЧЕТА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

Рассматриваются вопросы повышения функциональной надежности трубопроводных транспортных систем (ТТС). Разработан метод расчета функциональной надежности в ТТС. Предложены пути повышения функциональной надежности ТТС.

Современные ТТС представляют собой сложные инженерные сооружения, требующие для своего создания и бесперебойной длительной эксплуатации больших материальных затрат. Эти затраты связаны, с одной стороны, с необходимостью удовлетворять текущую потребность населения в том или ином целевом продукте (ЦП), с другой – обеспечивать бесперебойную работу сети в обозримом будущем, т.е. в течение некоторого периода времени  $T$ . Важную роль в эксплуатации систем играет функциональная надежность. В обеспечении высокой функциональной надежности в равной степени заинтересованы и службы эксплуатации, и все потребители.

Функциональной надежностью будем называть способность системы ТТС удовлетворять своему назначению, т.е. успешно решать свои функциональные задачи. Для ТТС – это поставлять целевой продукт потребителям с количественными и качественными параметрами, оговоренными в двухсторонних договорах. Функциональная надежность системы, как правило, определяется на основе статистической обработки данных о поведении системы, накопленных за довольно большой промежуток времени эксплуатации системы. Расчетные методы определения функциональной надежности системы на основе известной технической надежности ее элементов разработаны и применимы только для систем малой размерности [1]. Связано это со сложностью формализации влияния структуры системы на ее функциональную надежность.

За последние годы проведены исследования в области повышения функциональной надежности, изложенные в [2, 3]. Основными теоре-