

УДК 542.73:004.725.07

*У статті розглядаються питання, пов'язані з особливостями моніторингу транспорту газу від газорозподільних пунктів до споживачів. Розроблено математичну й структурну моделі для визначення й розміщення засобів вимірів для системи моніторингу транспорту газу*

*Ключові слова: моніторинг, транспорт газу, модель, засоби вимірів*

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с особенностями мониторинга транспорта газа от газораспределительных пунктов до потребителей. Разработана математическая и структурная модели для определения и размещения средств измерений для системы мониторинга транспорта газа*

*Ключевые слова: мониторинг, транспорт газа, модель, средства измерений*

*The questions related to the features of monitoring of transport of gas from gas-distributing to the are in the article. Developed mathematical and structural models for determination and placing of facilities of measuring for the system of monitoring of transport of gas*

*Keywords: monitoring, transport of gas, model, facilities of measuring*

# МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА ГАЗА

**Л. И. Нефёдов**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой\*  
Контактный тел.: (057) 716-59-39

**М. В. Шевченко**

Кандидат технических наук, доцент\*

**О. В. Василенко**

Аспирант\*

\*Кафедра автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ул. Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: (057) 738-77-92

## 1. Введение

Для удовлетворения потребностей в газе населенных пунктов, находящихся вблизи трасс газопроводов, от них прокладывают отводы или ответвления из труб сравнительно малого диаметра, по которым часть газа (непрерывно) отводится в эти населенные пункты. С интервалом 10–30 км в зависимости от рельефа трассы на трубопроводе устанавливают линейные краны или задвижки для перекрытия участков в случае аварии или ремонта. С обеих сторон линейного крана на газопроводе имеются свечи для выпуска газа в атмосферу при авариях.

## 2. Анализ последних исследований и публикаций

Как показал анализ публикаций [1,2] существующие методы выбора контролируемых показателей и

средств измерений обоснованы для магистральных газопроводов и компрессорных станций. На участках от газораспределительных пунктов до потребителей данному вопросу практически не уделяется внимание.

Для современных трубопроводных систем характерно объединение многих технологических процессов перекачки, распределенных на громадных пространствах, в единый комплекс. Поэтому трубопроводную систему необходимо рассматривать как сложную систему, состоящую из большого числа взаимосвязанных и взаимозависимых подсистем, подчиняющихся единой цели — поставке газообразных энергоносителей их потребителям.

## 3. Постановка цели и задачи

Целью исследования является повышение эффективности транспорта газа за счет разработки моделей,

методов и интеллектуальных процедур для синтеза территориально распределенной системы мониторинга транспорта газа от газораспределительного пункта до потребителей.

Для достижения поставленной цели необходимо определить и разместить средства измерений для системы мониторинга транспорта газа (СМТГ) на основе выявления множества возможных точек контроля и множества контролируемых показателей в точках контроля.

#### 4. Математическая модель выбора типов и видов средств измерений

Для построения математической модели введём такие переменные и параметры:

- множество возможных точек контроля  $T = \{T_i; i = \overline{1, i^i}\}$ ,  $i^i$  - число возможных точек контроля;

- множество возможных показателей  $P = \{P_p; p = \overline{1, p^i}\}$ ,  $p^i$  - число показателей в точке  $i$ ;

- множество типов средств измерений  $S = \{S_s; s = \overline{1, s^p}\}$ ,  $s^p$  - число типов средств измерений  $P$ -го показателя;

- множество видов средств измерений  $V = \{V_v; v = \overline{1, v^s}\}$ ,  $v^s$  - число видов средств измерений  $s$ -го типа;

При этом частные критерии имеют вид:

- максимум суммарной эффективности измерения всех показателей качества:

$$E(X) = \max \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{p=1}^{p^i} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} k_{ipsv} X_{ipsv}, \quad (1)$$

где  $k_{ipsv}$  – коэффициент весомости средства измерения  $s$ -го типа  $v$ -го вида для  $p$ -го показателя в  $i$ -ой точке контроля;

$x_{ipsv}$  – искомая переменная принимает два значения: 1 – если выбран  $s$ -ый тип средства измерения  $v$ -го вида для измерения  $p$ -го показателя в  $i$ -ой точке контроля, 0 – в противном случае.

- максимум суммарной точности всех средств измерений:

$$T(X) = \max \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{p=1}^{p^i} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} t_{sv} X_{ipsv}, \quad (2)$$

где  $t_{sv}$  – точность средства измерения  $s$ -го типа  $v$ -го вида;

- максимум надёжности всех средств измерений:

$$N(X) = \max \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{p=1}^{p^i} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} N_{sv} X_{ipsv}, \quad (3)$$

где  $N_{sv}$  – надёжность средства измерения  $s$ -го типа  $v$ -го вида;

- минимум суммарных приведённых затрат на средства измерения:

$$C(X) = \min \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{p=1}^{p^i} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} c_{ipsv} X_{ipsv}, \quad (4)$$

где  $c_{ipsv}$  – приведённые затраты на средство измерения  $s$ -го типа  $v$ -го вида для  $p$ -го показателя в  $i$ -ой точке контроля;

- минимум капитальных затрат на средства измерения:

$$F^K(X) = \min \sum_{i=1}^{i^i} \sum_{p=1}^{p^i} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} f_{ipsv} X_{ipsv}, \quad (5)$$

где  $f_{ipsv}$  – стоимость приобретения и установки средства измерения  $s$ -го типа  $v$ -го вида для  $p$ -го показателя в  $i$ -ой точке контроля.

Основные ограничения следующие:

- капитальные затраты на средства измерения не должны превышать выделенные средства  $F_0$ :

$$\sum_{i=1}^{i^i} \sum_{p=1}^{p^i} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} f_{ipsv} X_{ipsv} \leq F_0, \quad (6)$$

- приведённые затраты не должны превышать  $C_0$ :

$$\sum_{i=1}^{i^i} \sum_{p=1}^{p^i} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} c_{ipsv} X_{ipsv} \leq C_0, \quad (7)$$

- для измерения  $p$ -го показателя в  $i$ -ой точке контроля может быть выбран только один тип средства измерения  $v$ -го вида:

$$\sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} x_{ipsv} = 1; \quad i = \overline{1, i^i}; \quad p = \overline{1, p^i}; \quad (8)$$

Предложенная математическая модель (1)-(8) относится к задачам дискретного программирования с булевыми переменными по многим критериям. Для её решения используют модели многокритериальной дискретной оптимизации [3].

Для использования модели (1)-(8) необходимо определить  $k_{ipsv}$ .

Одной из основных трудностей применения модели является проведение сравнений решений, представление их в виде числовых значений по некоторой шкале, определение коэффициентов их весомости. Метод такого сравнения должен проводиться по многим критериям. Он должен правильно отображать альтернативные решения, которые проявляются в результате сравнения; некоторая неопределенность в сравнении не должна сильно влиять на соответствующее числовое значение; и наоборот, значительная разница в сравнениях должна отображаться соответствующим значительным разбросом на числовой шкале. Кроме того, модель должна давать близкие результаты при небольших отклонениях в числовом представлении сравнений.

В статье для расчета коэффициентов важности предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ) [4]. МАИ является систематической процедурой для иерархического представления элементов, которые определяют суть любой проблемы. Сущность метода заключается в декомпозиции проблемы на более простые составные части и дальнейшей обработке последовательности принятых решений путём попарных сравнений. В результате может быть выражена относительная степень взаимодействия (зависимости) элементов в иерархии. Эти взаимозависимости потом выражаются численно. Метод анализа иерархий включает процедуры синтеза множества сравнений, получение приоритетности или важности критериев и нахождение альтернативных решений. Полученные таким способом значения являются оценками в шкале отношений (зависимостей) и отвечают так называемым жестким оценкам.

Для решения задачи выбора точек контроля, контролируемых в них показателей, типов и видов средств измерений и определения весовых коэффициентов важности альтернативных решений, была разработана структурная модель на основе использования МАИ, с применением многокритериальной оценки в условиях неопределенности исходной информации (рис. 1).

На втором этапе производится попарное сравнение критериев. Попарные сравнения элементов производятся с использованием субъективных суждений.

На третьем этапе производят построение множества матриц парных сравнений для каждого из нижних уровней – по одной матрице для каждого элемента, примыкающего сверху уровню.

После проведения всех парных сравнений и получения данных вычисляются собственные вектора и отношение согласованности для каждой матрицы попарных сравнений, согласно рассмотренной ранее процедуре.

На четвертом этапе проводится вычисление общего веса варианта решения путем последовательного взвешивания векторов весов нижележащего уровня компонентами вектора весов вышележащего уровня.

Задача завершается ранжированием рассматриваемых альтернатив и анализом устойчивости решения.

Построенная таким образом иерархия должна быть уточнена и при необходимости изменена и дополнена. Опыт показывает: чем точнее была составлена иерархия, тем меньше преобразования требуются для дополнения ее новыми элементами.

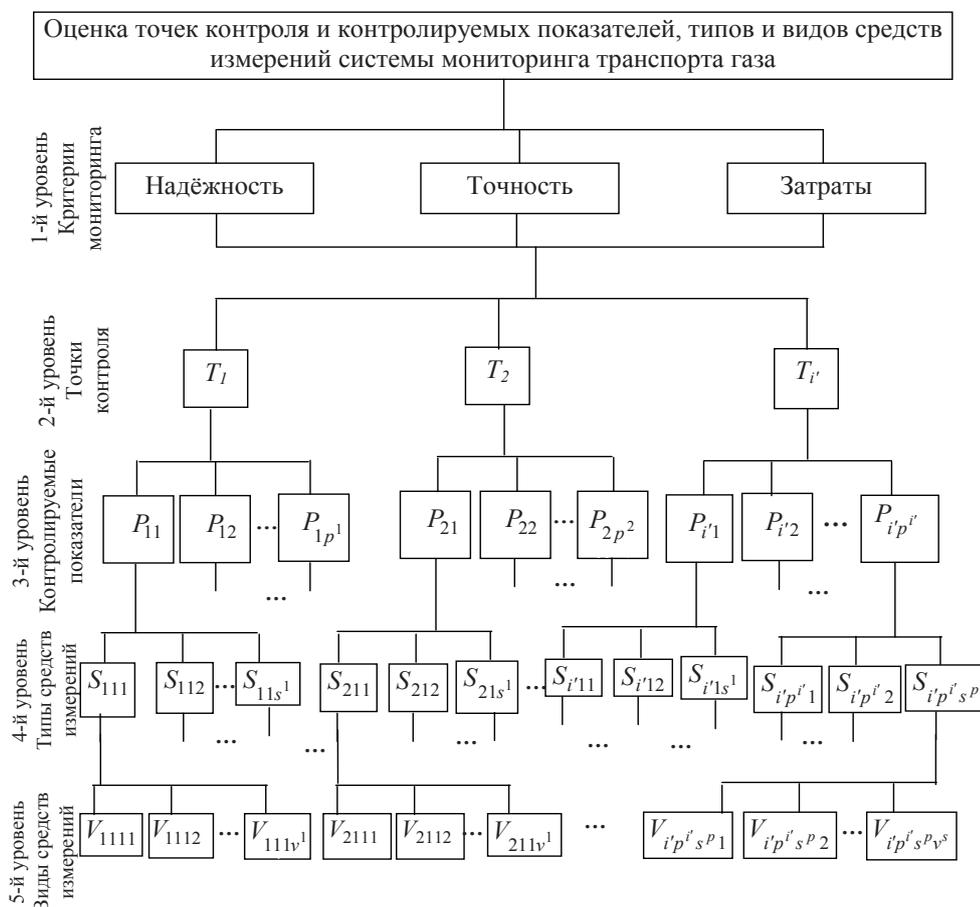


Рис. 1. Структурная модель оценки точек контроля и контролируемых показателей, типов и видов средств измерений системы мониторинга транспорта газа

Рассмотрим основные этапы метода анализа иерархии.

На первом этапе производится формирование множества элементов, определение набора критериев и метода их оценивания, построение иерархии элементов. Построение иерархии элементов исходит из естественной способности людей думать логически и творчески, определять события и устанавливать отношения между ними и опирается, таким образом, на принцип идентичности и декомпозиции. На практике не существует установленной процедуры генерирования целей, критериев и видов деятельности для включения в иерархию.

При построении иерархии следует помнить, что основные цели устанавливаются на вершине иерархии, их подцели непосредственно ниже вершины. Цели доминируют над уровнем самих авторов, которые, в свою очередь, доминируют над уровнем своих целей, ниже которых будет уровень их возможных действий, и в самом низу находится уровень различных возможных исходов.

### 5. Выводы

Таким образом, разработана математическая модель, которая позволяет в отличие от существующих методов принимать решения по определению и размещению средств измерений выбранных показателей в определенных точках контроля для СМТГ по многим критериям.

Получил дальнейшее развитие метод анализа иерархий за счет разработки структурной модели оценки точек контроля и контролируемых показателей, типов и видов средств измерений системы мониторинга транспорта газа.

Это позволяет повысить эффективность мониторинга транспорта газа от газораспределительных пунктов до потребителей и научно обосновать выбор и размещение средств измерений для СМТГ в условиях неопределенности исходной информации по многим критериям.

## Литература

1. Трубопроводный транспорт нефти и газа: Учеб. для вузов/ Р. А. Алиев, В. Д. Белоусов, А. Г. Немудрой и др.— 2-е изд., перераб. и доп.—М.: Недр, 1988. - 368 с.
2. Селезнев В.Е., Алешин В.В., Прялов С.Н. Математическое моделирование трубопроводных сетей и систем каналов: методы, модели и алгоритмы / Под ред. В.Е. Селезнева. – М.: МАКС Пресс, 2007. – 695 с.
3. Сергиенко И.В., Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. – К.: Наук. Думка, 1985. – 384 с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

УДК 621.395.004.77

*Запропоновано алгоритм у вигляді комп'ютерної моделі для моделювання антиколлізійного процесу ідентифікації номерів RFID-міток*

*Ключові слова: транспондер, рідер, мітка*

*Предложен алгоритм в виде компьютерной модели для моделирования антиколлизийного процесса идентификации номеров RFID-меток*

*Ключевые слова: транспондер, ридер, метка*

*It was offered the algorithm of anticollision process for identification numbers of RFID-labels. It is realized as computer and mathematic mode*

*Keyword: transponder, reader, identifier*

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТИ- КОЛЛИЗИОННОГО ПРОЦЕССА ИДЕНТИФИКАЦИИ НОМЕРОВ RFID-МЕТОК

**И. В. Филиппенко**

Соискатель

Кафедра АПОТ

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166

## 1. Введение

В последнее время получила широкое распространение бесконтактная радиочастотная идентификация (RFID), относящаяся к средствам беспроводной электронной идентификации объектов различной физической природы. Объектом идентификации может быть человек, животное, транспортное средство, контейнер с грузом, оборудование, изделие в процессе производства, ценные предметы, различные товары, и т.п. [1]. RFID-система состоит из двух основных компонентов – *транспондера (метки)*, закрепляемого на объекте, который должен пройти процедуру идентификации и *считывателя* (считывающего устройства) или ридера, которое предназначено для считывания данных с метки.

Главной задачей при проектировании систем радиочастотной идентификации (RFID) является проблема наиболее быстрого и безошибочного считывания информации с транспондеров. При этом необходимо учитывать возможность возникновения коллизий и принимать меры по их устранению. Когда в рабочей зоне ридера находится одна метка, считывание информации происходит, как правило, безошибочно. Однако, когда в поле ридера попадает несколько меток, возникает ситуация коллизии, что влечет за собой проблему правильной идентификации каждой отдельно взятой метки и безошибочного считывания информации с нее. Следовательно, с возрастанием количества меток в поле ридера возрастает вероятность ситуаций коллизии и как следствие – неправильное чтение информа-