

Л.И. НЕФЕДОВ, д-р техн. наук, проф., зав. каф. ХНАДУ (г. Харьков),
М.В. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ (г. Харьков),
О.В. ВАСИЛЕНКО, аспирант ХНАДУ (г. Харьков)

МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА ГАЗА

В статье рассмотрены особенности транспорта газа от газораспределительных пунктов до потребителей в газотранспортной системе. Обоснована необходимость синтеза территориально-распределенной системы мониторинга транспорта газа. Предложена математическая модель планирования оценки контролируемых показателей в системе мониторинга транспорта газа, которая позволит повысить эффективность транспорта газа. Ил.: 1. Библиогр.: 9 назв.

Ключевые слова: газораспределительный пункт, синтез, система мониторинга транспорта газа, модель, контролируемые показатели.

Постановка проблемы. В настоящий момент в газотранспортной системе Украины проводится комплексная автоматизация управления сложными процессами и технологическими объектами. Одной из задач при управлении газотранспортной системой является мониторинг транспорта газа от газораспределительной станции до потребителей [1].

Согласно [2], мониторинг – это непрерывное комплексное наблюдение за объектами, измерение параметров и анализ их функционирования. Таким образом, реализация процесса мониторинга представляет собой решение двух задач: измерения параметров объекта и анализ его функционирования.

Анализ литературы. Как показал анализ публикаций [2 – 4], существующая система мониторинга выполняет измерения и анализ параметров технологических процессов на технологических объектах, на участках магистрального трубопровода и предназначена, в основном, для компрессорных станций.

Создаваемые в настоящее время технические комплексы для контроля и управления газораспределительными станциями (ГРС) предназначены для создания систем диспетчерского контроля и управления ГРС и рассредоточенными объектами линейных участков газопровода. Такие комплексы, как правило, обеспечивают: телеизмерение и трансляцию технологических параметров; телеконтроль состояния, телеуправление крановыми узлами, диагностику; архивирование и документирование информации и действий оператора. Эти системы базируются на общих принципах построения телемеханических систем – они представляют собой двухуровневые системы, контроль и управление которыми осуществляют с пункта управления (ПУ), где находится диспетчер, аппаратура телемеханики,

ЭВМ, мнемонический щит. Объекты контроля и управления находятся на контролируемых пунктах (КП). Взаимодействие между ПУ и КП происходит по каналам связи, данные передаются небольшими массивами. Данные системы в большей степени решают задачи диспетчеризации и предназначены для решения задач теории массового обслуживания. Как следствие сложившейся ситуации возникает необходимость в переосмыслении существующих подходов к организации функционирования газораспределительных систем, поскольку общая схема технологии функционирования системы задается принципами ее построения и уточняется при распределении функций, выполняемых системой, между ее элементами. Дальнейшее уточнение технологии происходит при выборе структурных и топологических характеристик системы, при этом технология функционирования формируется при выборе алгоритмов функционирования элементов системы.

Таким образом возникает необходимость синтеза территориально-распределенной системы мониторинга транспорта газа [5, 6].

Можно отметить, что проблема синтеза системы мониторинга транспорта газа (СМТГ) является многогранной, включает в себя множество задач: синтеза, перспективного и текущего планирования развития, оперативного управления в процессе функционирования. Для получения максимального системного эффекта на всех этапах жизненного цикла системы необходима единая методология оптимизации. Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать и обосновать схему структуризации проблемы оптимизации и соответствующие критерии в сопоставлении с этапами жизненного цикла системы. В качестве этапов жизненного цикла возможно рассматривать следующие: синтез, поэтапное создание, развитие в условиях эволюции функциональных требований абонентов, эксплуатация системы (рис.). Была принята следующая иерархия решения комплексов задач синтеза [7]:

1. Анализ особенностей мониторинга транспорта газа содержит постановку общей проблемы синтеза территориально-распределенной системы мониторинга транспортировки газа. В ходе постановки проблемы оцениваются сложность вычислений, полнота и достоверность исходной информации, трудоемкость обследования абонентов, возможность идентификации некоторых характеристик в процессе функционирования, возможность эволюции требований абонентов, технических средств и системы в целом. Если возникают указанные трудности, то их можно преодолеть в рамках методологии системного анализа декомпозицией исходной проблемы на несколько условно-независимых подпроблем, которые, в свою очередь, разделены на комплексы задач, задачи, подзадачи и т. д.

2. Обоснование принципов функционирования основывается на анализе предметной области и функциональных особенностей СМТГ. Результатами

являются сформированные принципиально важные ограничения по структуре, топологии, функциональным характеристикам системы.



Рис. Структура комплекса задач на этапах жизненного цикла системы мониторинга транспорта газа

3. Функционально-топологический синтез структуры реализуется в рамках экзогенных ограничений и целей, сформированных на первом этапе, и состоит в определении оптимальных характеристик структуры СМТГ (количества и размещения точек измерения и выбор контролируемых в них показателей, функциональных характеристик средств измерений в каждой из

точек, топологии и типов коммуникационных связей). Полученные решения являются экзогенными ограничениями для следующего уровня задач.

4. Разработка алгоритмов (технологий) функционирования и управления СМТГ.

На этапе эксплуатации происходит оценка результатов мониторинга транспорта газа. Если система подверглась моральному или функциональному устареванию, должна быть предусмотрена возможность ее модернизации, а также развития для условий газификации появляющихся новых потребителей газа в газотранспортной системе.

Целью статьи является повышение эффективности транспорта газа за счёт разработки новых и развития известных моделей принятия решений по многим критериям по планированию оценки контролируемых показателей в территориально-распределенной СМТГ.

Рассмотрим постановку задачи планирования оценки каждого показателя в точках контроля газораспределительной системы.

Необходимо найти оптимальный план проведения оценок всех показателей СМТГ по всем точкам контроля при ограниченных ресурсах с учётом следующих частных критериев:

- максимум суммарного количества всех оценок показателей СМТГ;
- максимум эффективности проведения оценок показателей с учётом их важности;
- минимум суммарной стоимости проведения оценок всех показателей.

Математическая модель

Для построения математической модели введём такие переменные и параметры:

– множество возможных точек контроля $I = \{i : i = \overline{1, i'}\}$, i' – число возможных точек контроля;

– множество контролируемых показателей $P = \overline{1, P^i}$, P^i – число показателей в точке i ;

v_{iP} – коэффициент весомости P -го показателя в i -й точке контроля,

$$\sum_{P=1}^{P^i} v_{iP} = 1; v_{iP} \geq 0;$$

C_0 – выделенный бюджет для проведения всех оценок;

c_{iP} – стоимость проведения одной оценки P -го показателя в i -й точке контроля;

x_{iP} – искомое количество оценок P -го показателя в i -й точке контроля.

Таким образом, частные критерии имеют вид:

– максимум суммарного количества оценок показателей мониторинга транспорта газа в точках контроля

$$Z(X) = \max \sum_{i=1}^{i'} \sum_{P=1}^{P^i} x_{iP}, \quad (1)$$

где $X = \|x_{iP}\|$ – план проведения оценок P -х показателей в i -х точках контроля;

– максимум эффективности проведения оценок показателей мониторинга транспорта газа с учётом их важности

$$L(X) = \max \sum_{i=1}^{i'} \sum_{P=1}^{P^i} v_{iP} x_{iP}; \quad (2)$$

– минимум суммарной стоимости проведения оценок всех показателей мониторинга транспорта газа:

$$C(X) = \min \sum_{i=1}^{i'} \sum_{P=1}^{P^i} c_{iP} x_{iP}. \quad (3)$$

Основное ограничение представлено на суммарные затраты по проведению оценок всех показателей мониторинга, которые не должны превышать выделенный бюджет C_0

$$\sum_{i=1}^{i'} \sum_{P=1}^{P^i} c_{iP} x_{iP} \leq C_0. \quad (4)$$

Практический интерес вызывают дополнительные ограничения на минимальное и максимальное количество оценок. Для каждого средства измерений в i -й точке контроля должно быть проведено не менее одного измерения P -го показателя и не более N_{iP} нормативно определённого количества оценок

$$1 \leq x_{iP} \leq N_{iP}. \quad (5)$$

Кроме этого, на искомые переменные x_{iP} накладываются ограничения их положительности и целочисленности:

$$x_{iP} \geq 0; \quad x_{iP} = \text{int}; \quad i = \overline{1, i'}; \quad P = \overline{1, P^i}. \quad (6)$$

Математическая модель (1) – (6) относится к задачам линейного целочисленного программирования по многим критериям. Для её решения используют модели многокритериальной оптимизации [8] и целочисленного программирования [9]. Для реализации предложенных математических моделей предлагается использовать: для задач малой размерности – метод ветвей и границ; для задач большой размерности – метод случайного поиска.

Выводы. В результате проведённых исследований разработана математическая модель, которая позволяет в отличие от существующих спланировать мониторинг транспорта газа от газораспределительных пунктов

до потребителей по многим критериям с учётом ограничений на выделенный бюджет по проведению всех оценок и количество оценок каждого показателя. Это позволяет повысить эффективность транспорта газа от ГРС до потребителей.

Список литературы: 1. Грищенко А.З. Автоматизация компрессорных станций магистральных газопроводов / А.З. Грищенко, И.Н. Богаенко, Ю.И. Артёмов и др. – К.: Техника, 1990. – 128 с. 2. Фатхутдинов Р.А. Организация производства / Р.А. Фатхутдинов – М.: ИНФА, 2002. – 672 с. 3. Головань К.В. Знанняорієнтовані моделі автоматизованого робочого місця диспетчерського управління магістральним трубопровідним комплексом: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / К.В. Головань – Вид. Центр "ХАІ". – 2006. – 20 с. 4. Гура Л.О. Газоперекачувальні станції магістральних газопроводів / Л.О. Гура. – Х.: НТУ "ХПІ", 2006. – 181 с. 5. Нефедов Л.И. Синтез территориально-распределенной системы мониторинга транспорта газа / Л.И. Нефедов, М.В. Шевченко, О.В. Василенко // Технология приборостроения. – 2009. – № 1. – С. 28-31. 6. Нефедов Л.И. Проблема синтеза территориально-распределенной системы мониторинга транспорта газа / Л.И. Нефедов, М.В. Шевченко, О.В. Василенко // Матеріали науково-практичної конференції. – Т. 2. – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту. – 2009. – С. 79-81. 7. Петров Э.Г. Территориально распределенные системы обслуживания / Э.Г. Петров, В.П. Писклакова, В.В. Бескоровайный. – К.: "Техніка", 1992. – 208 с. 8. Овезгельдыев А.О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / А.О. Овезгельдыев, Э.Г. Петров, К.Э. Петров. – К.: Наукова думка, 2002. – 164 с. 9. Петров Е.Г. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах / Е.Г. Петров, М.В. Новожилова, І.В. Гребіннік. – К.: Техніка, 2004. – 256 с.

УДК 542.73:004.725.07

Модель планування оцінки контрольованих показників в територіально-розподіленій системі моніторингу транспорту газу / Нефедов Л.И., Шевченко М.В., Василенко О.В. // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2009. – № 43. – С. 120 – 125.

У статті розглянуті особливості при транспорті газу від газорозподільних пунктів до споживачів у газотранспортній системі. Обґрунтовано необхідність синтезу територіально-розподіленої системи моніторингу транспорту газу. Запропоновано математичну модель планування оцінки контрольованих показників у системі моніторингу транспорту газу, що дозволить підвищити ефективність транспорту газу. Лл. 1. Бібліогр.: 9 назв.

Ключові слова: газорозподільний пункт, синтез, система моніторингу транспорту газу, модель, контрольовані показники.

UDC 542.73:004.725.07

A model of planning of estimation of the controlled indexes in the territorial-distributed system of monitoring of gas transport / Nefedov L.I., Shevchenko M.V., Vasilenko O.V. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2009. – № 43. – P. 120 – 125.

In the article the features of gas transport are considered from gas-distributing points to the users in the gas-transport system. The necessity of synthesis of the territorial-distributed system of monitoring of gas transport is grounded. The mathematical model of planning of estimation of the controlled indexes is offered in the system of monitoring of gas transport, which will allow promoting efficiency of gas transport. Figs: 1. Refs: 9 titles.

Key words: gas-distributing point, synthesis, system of monitoring of gas transport, model, controlled indexes.

Поступила в редакцію 02.10.2009