

praktycznej konferencji «Nauka i inowacja-2011», 31, 7–11.

8. Chen, Y., Nasser, N. (2006). Energy-balancing multipath routing protocol for wireless sensor networks. Proceedings of the 3rd international conference on Quality of service in heterogeneous wired/wireless networks QShine'06, 14, 245–249. doi: 10.1145/1185373.1185401.

9. Baskakov, C. (2010). Evaluation of the energy consumption of wireless nodes in the network MeshLogic. Wireless technologies, 1, 28–31.

10. Intellectually wireless sensor networks MeshLogic (2014). MeshLogic Available at : <http://www.meshlogic.ru>

11. Olifer V. G., Olifer N. A. (2010) Principles, technologies and protocols. Piter, 4, 943.

12. Kireyev, A. O., Svetlov A. C (2011). Distributed system for energy monitoring of wireless sensor networks. News SFU. Technical science, 5, 60–65

13. Taganova, A. A., Bubnov, S. I., Orlov, S. B. (2005). Sealed chemical current sources: Elements and batteries. The equipment for testing and operation, 264.

14. Kramarenko, E. G., Privalov, M. V. (2013). Reduction of energy consumption in sensor networks for the expense of pre-compression data. Information control systems and computer monitoring of 2013. The collection of materials of the IV all-Ukrainian scientific-technical conference of students, postgraduates and young scientists, 364–369.

15. Galkin, P. V., Borisenko, A. S. (2013). Adequacy of model wireless sensor networks in imitation simulation tools. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (9), 52–55.

16. Galkin, P. V., Golovkina, L. V., Borisenko, A. S. (2011). Investigation of the influence of forests on the range of communication networks ZigBee. East European Journal of Enterprise Technologies, 3 (2), 4–9.

17. Pushkarev, O. (2011). The use of end-sleeping nodes in a ZigBee network. Electronic components, 5, 91–95.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Владимир М. К.
Дата надходження рукопису 29.08.2014*

Галкин Павел Викторович, ассистент, кафедра проектирования и эксплуатации электронных аппаратов Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166
E-mail: galkinletter@ukr.net

УДК 658.62.018:004.9

МОДЕЛЬ СТРУКТУРНО-ТОПОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ДОБЫЧИ ГАЗА

© Л. И. Нефёдов, М. В. Шевченко, О. Н. Кудырко

В статье разработана модель структурно-топологического синтеза территориально-распределенной системы мониторинга добычи газа. Разработанная модель отражает особенности многоуровневой централизованной системы мониторинга добычи газа от забоя до газосборника по многим критериям. Ключевые слова: добыча газа, мониторинг, качество, модель, синтез, территориально-распределенная, структурно-топологический.

In the article the structural-topological synthesis model of geographically distributed gas extraction monitoring system has been developed. The developed model is representative of the multi-level centralized of gas production monitoring system from the bottom hole to the gasholder by many criteria.

Keywords: gas extraction, monitoring, quality, model, synthesis, geographically distributed, structural - topological.

1. Введение

В условиях глобализации мирового рынка проблема качества продукции, а особенно стратегической, становится сегодня все более актуальной, поскольку только высококачественная продукция может быть конкурентноспособной. Соответственно активно развиваются методы и методики оценивания качества продукции, а также проектирования и создания систем управления качеством, которые смогут реализовать разрабатываемые методы оценивания качества на практике.

2. Постановка проблемы

Сегодня эффективность и экономичность функционирования газодобывающих предприятий, в том числе перерабатывающих комплексов, является важнейшим фактором снижения затрат и повышения

надежности поставок качественного газа. Такой результат достигается за счет совершенствования технологии управления процессами добычи и переработки газа и внедрения в процессы управления качеством стандартов, которые способствуют принятию процессного подхода при разработке, внедрении и улучшении результативности системы управления качеством с целью повышения удовлетворенности заказчика выполнением его требований [1]. Одной из важнейших задач планирования и управления такими системами является задача синтеза территориально-распределенной системы мониторинга качества добычи газа, которая будет осуществлять мониторинг качества газа при добыче в системе от забоя через обсадную колонну в газосборник сети [2] при заданных показателях качества и объема газа на выходе из системы. Некоторые особенности при

управлении такими системами, делают подобные задачи многокритериальными.

3. Анализ последних исследований и публикаций и анализ нерешенных задач

В работах [3, 4] рассматриваются вопросы, связанные с оценением качества природного газа как энергоносителя, и задачи метрологического обеспечения измерения показателей качества природного газа, при этом сам природный газ рассматривается исключительно как источник энергии, имеющий свои особенности при измерениях. В работах [5, 6] производится синтез модели организации мониторинга оценки качества бизнес-процесса транспорта газа на компрессорной станции и рассматриваются особенности газоперекачивающих станций. В работах [7, 8] основное внимание уделяется автоматизации процессов добычи, переработки и транспорта газа. При этом для оценки качества рассматриваются только те показатели, которые соответствуют ГОСТам, не принимается во внимание изменчивый характер природного газа при его добыче, переработке и транспорте, что связано с физико-химическими особенностями, а процессам создания систем мониторинга качества природного газа, которые охватывали бы все процессы от добычи до подачи потребителю, не уделяется достаточное внимание.

4. Цель и постановка задачи

Целью исследования является процесс удовлетворения запросов газодобывающих предприятий в получении газа заданного объема в заданные сроки за счет разработки модели структурно-топологического синтеза территориально распределенной системы мониторинга качества добычи газа от забойной зоны до газосборника перед переработкой.

Для достижения поставленной цели необходимо исследовать и проанализировать особенности процесса добычи природного газа и газоконденсатов, выделить основные задачи систем мониторинга как таковых и их отличие от систем мониторинга качества, обосновать математические модели и методы структурно-топологического синтеза территориально-распределенных систем.

Объектом исследования в данной статье являются процессы мониторинга качества добычи газа от забоя (или от пласта) до газосборника, который предшествует процессу переработки газа.

Предметом исследования являются модели автоматизации процессов синтеза территориально-распределенной системы мониторинга качества добычи газа.

5. Обоснование иерархической структуры системы мониторинга качества газа

Газовое или газоконденсатное месторождение представляет собой сложную систему, состоящую из большого числа элементов (скважины, газосборники, трубопроводы и т.п.), взаимодействующих между собой и с внешней

средой на разных уровнях, причем зачастую это взаимодействие носит неопределенный характер. Эти элементы (объекты) обычно многофункциональны; связи являются переменными, обеспечивающими многорежимное функционирование; управление объектами носит иерархический характер, предусматривающий сочетание централизованного управления или контроля с автономностью. Перечисленные свойства являются отличительными особенностями сложных или больших систем; при этом их проектирование, анализ, исследование и управление возможны лишь на основе системного подхода [2, 9].

Эффективность разработки газовых и газоконденсатных месторождений с большим фондом скважин во многом определяется имеющимся информационным массивом промысловых данных, таких как дебиты скважин, пластовые, забойные, устьевые давления и т.д. Систематическое обследование фонда скважин, проведение необходимых замеров требуют как наличия достаточного большого набора измерительных приборов и значительного числа рабочих бригад, так и крупных материальных затрат. Естественно, что на крупных месторождениях с большим фондом добывающих скважин возникают трудности с замером показателей работы индивидуальных скважин. Число их на некоторых сборных пунктах достигает 80-90 [9]. Каждая установка комплексной подготовки газа оборудована одним контрольным сепаратором, при помощи которого замеряется дебит газа, конденсата и отбираются пробы продукции по каждой скважине. Исследования показывают, что для проведения комплекса замеров на одной скважине необходима ее эксплуатация через контрольный сепаратор в течение 5-7 сут. Таким образом, детальные исследования скважин и оперативный контроль, например, за дебитом газа индивидуальных скважин, затруднительны [2, 9]. То же самое можно сказать и об измерении множества показателей качества газа, номенклатура которых должна рассматриваться не только с точки зрения действующих ГОСТов, но и удовлетворять предъявляемым требованиям потребителей к качеству природного газа. Поэтому необходимо применять методы, позволяющие по некоторому ограниченному количеству замеров в течение суток восстанавливать информационный массив в необходимом объеме по всему фонду скважин. В таких условиях особенно необходимым становится определение структуры и топологии системы наблюдения и измерений, которые система мониторинга будет осуществлять, а также параметров средств мониторинга и измерительного оборудования, необходимого для обеспечения доказательства соответствия качества газа установленным требованиям.

Согласно [5], мониторинг это непрерывное комплексное наблюдение за объектами, измерение параметров и анализ их функционирования.

Таким образом, реализация процесса мониторинга представляет собой решение двух

задач: наблюдение, измерение параметров объекта и анализ его функционирования.

Для реализации первой задачи мониторинга необходимо найти ответы на вопросы:

– Что отслеживаем, наблюдаем, измеряем?

Определить показатели и единицы измерения.

– Где измеряем? Определить контрольные точки измерения.

– Чем измеряем? Определить средства измерения.

– Как измеряем? Определить методики и планы измерения.

Соответственно система мониторинга качества добычи газа должна осуществлять указанные функции. Анализ системных особенностей газовых и газоконденсатных месторождений позволяет сделать вывод о территориально-распределенном характере системы мониторинга качества добычи газа (СМКДГ), а, соответственно, о возможности применения методов структурно-топологического синтеза таких систем.

Основными локальными задачами, которые необходимо решать в процессе синтеза СМКДГ, являются: определение структурных характеристик (множества функциональных элементов и их взаимосвязей); выбор топологии (размещение элементов, определение списков абонентов каждого из них, т. е. пространственная организация системы); выбор технологии функционирования (дисциплин обслуживания и методов управления); определение количественных параметров и состава элементов, подсистем, связей. Следует учесть, что каждую из перечисленных задач можно представить в виде множества взаимосвязанных подзадач. Рассмотрим

более подробно проблему структурного синтеза системы мониторинга.

Известно, что любую систему можно реализовать на разных наборах элементов и с различными взаимосвязями между ними. Получаемые при этом варианты систем будут отличаться степенью эффективности и требуемыми для их создания и эксплуатации ресурсами.

Для рассматриваемого класса систем характерно наличие единого центра управления (обслуживания), что позволяет ограничивать допустимое множество возможных структур подмножеством централизованных [10].

Рассмотрим два примера возможной иерархической структуры системы мониторинга [11]. На рис. 1 на нижнем (третьем) уровне иерархии находятся средства измерений, которые расположены в точках контроля. Каждое из средств измерений присоединено к устройству сбора и передачи информации (УСПИ), которые характеризуют подпроцессы каждого из участков добычи газа на втором уровне. Множество средств измерений присоединенных к каждому из устройств сбора и передачи информации представляют собой список присоединенных абонентов. На первом уровне иерархии располагаются пункты контроля (ПК), которые обеспечивают коммутирующую функцию, собирая данные с устройств сбора и передачи информации и их количество соответствует количеству выделенных участков. При этом основная задача УСПИ сбор информации со средств измерений, первичная обработка информации и передача ее на пункт контроля, а основные задачи ПК – опрос нижележащих узлов, хранение и передача информации на диспетчерский пункт.



Рис. 1. Иерархическая структура с одним пунктом контроля

На рис. 2 показано, что для каждого из участков может быть использован соответствующий пункт контроля, это используется для случаев, когда в качестве устройства для пункта контроля используется радиомодем [8]. В фокусе иерархии

находится диспетчерский пункт, на котором происходит обработка информации. Диспетчерский пункт, по сути, – это модульное устройство, которое включает автоматизированное рабочее место оператора, сервер и коммутирующее устройство,

подобно тому, что установлено в пунктах контроля, и предназначено для приема информации. Для случая как показано на рис. 2, в качестве коммутирующего устройства может использоваться также радиомодем для приема поступающей информации.

Следует отметить, что диспетчерских пунктов может быть несколько, если система децентрализована, что происходит в случаях, когда элементы газодобывающего предприятия рассредоточены на большой площади в несколько сотен квадратных километров.

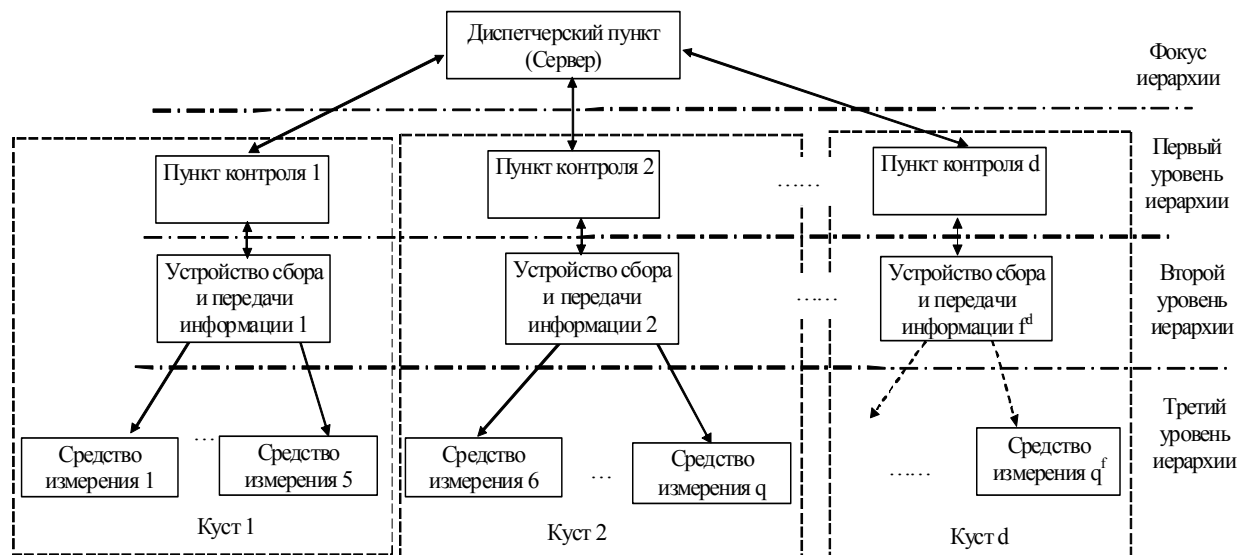


Рис. 2. Иерархическая структура с несколькими пунктами контроля

Из приведенных выше вариантов иерархических структур видно, что задачи выбора структурных параметров нельзя решать обособленно, а только путем привязки к конкретным топологиям и технологиям функционирования или с использованием оценок их характеристик. С этой точки зрения задачи выбора структурных параметров, во-первых, должны предшествовать другим задачам проблемы синтеза, а во-вторых, — сводиться к определению допустимого множества структур и стратегии поиска наилучшей из них (последовательности генерации вариантов).

В общем случае каждый из вариантов структуры можно реализовать множеством топологий, что будет соответствовать различным уровням эффективности проектируемой системы. Задача выбора топологии заключается в следующем: считая заданными множество требующих обслуживания объектов и структуру обслуживающей системы, определить размещение элементов обслуживающей системы и подмножества обслуживаемых ими объектов. К важнейшим ограничениям задачи относятся ограничения на места возможного размещения элементов, их удаление от обслуживаемых объектов, состав подмножества обслуживаемых объектов.

Топологические характеристики, являясь реализацией структуры, во многом определяют ее. Размещение элементов (обслуживающих центров, устройств) определяет не только их взаимосвязи, но и связи с подмножествами обслуживаемых объектов, которые в свою очередь задают мощности элементов, т. е. уточняют параметры элементов структуры [10].

В общем случае базовую постановку задачи

структурно-топологического синтеза СМКДГ можно сформулировать следующим образом [11].

Известно:

- множество возможных участков для процесса добычи, число которых будет соответствовать количеству кустов скважин и является определяющим фактором для количества УСПИ;
- множество возможных подпроцессов процесса добычи газа, количество которых будет соответствовать количеству скважин в каждом кусте и будет выступать определяющим фактором для выбора средств измерений;
- множество возможных точек контроля для каждого из подпроцессов (в забойной зоне, стволе и устье скважины);
- множество возможных контролируемых показателей в каждой из точек контроля;
- места возможного размещения средств измерений;
- место размещения сервера – задано.

Необходимо определить:

- местоположение устройств для сбора и передачи информации и присоединяемых к ним точек контроля, в которых будут размещаться средства измерений;
- местоположение пункта(ов) контроля;
- топологии линий каналов связи присоединения точек контроля к УСПИ;
- топологии линий каналов связи присоединения УСПИ к ПК;
- топологии линий каналов связи присоединения ПК к диспетчерскому пункту;

– места размещения средств измерений.

6. Модель структурно-топологического синтеза системы мониторинга качества добычи газа

Для разработки обобщенной модели структурно-топологического синтеза СМКДГ определим известные параметры [11]:

– множество участков $N = \{n : n = \overline{1, n^D}\}$, где n – номер каждого участка в процессе добычи газа, а n^D – их число;

– множество возможных подпроцессов $M = \{m : m = \overline{1, m^n}\}$; m – номер подпроцесса, m^n – их число, точное количество которых будет определяться компонентным составом и условиями добычи газа;

– множество возможных точек контроля $G = \{g : g = \overline{1, g^m}\}$; g^m – число точек контроля, в которых могут быть установлены средства измерений показателей качества газа;

– множество возможных показателей качества в каждой точке контроля $P^g = \{p : p = \overline{1, p^g}\}$; p^g – число показателей качества в g -ой точке контроля;

– множество возможных точек сбора и передачи информации $I = \{i : i = \overline{1, i'}\}$, i' – число возможных точек сбора и передачи информации;

– множество возможных пунктов контроля $J = \{j : j = \overline{1, j'}\}$, $j' = \left\lfloor \frac{i'}{2} \right\rfloor$; J' – число пунктов контроля, в которых может быть установлено коммутирующее устройство, $\left\lfloor \frac{i'}{2} \right\rfloor$ – целая часть числа $\frac{i'}{2}$;

– множество путей $K = \{k : k = \overline{1, k'}\}$ соединения точек g, i и j .

Модель синтеза СМКДГ имеет вид.

В качестве частных критериев могут быть использованы:

– минимальные приведенные затраты на мониторинг при добыче газа:

$$C^D = \min \left(\sum_{n=1}^{n^D} \sum_{m=1}^{m^n} \sum_{g=1}^{g^m} \sum_{p=1}^{p^g} C_{nmgp} x_{nmgp} + \sum_{g=1}^{n^D} \sum_{i=1}^{i'} \sum_{k=1}^{k'} C_{gik} y_{gik} + \sum_{n=1}^{n^D} \sum_{m=1}^{m^n} \sum_{i=1}^{i'} C_{nmi} x'_{nmi} + \sum_{i=1}^{i'} \sum_{j=1}^{j'} \sum_{k=1}^{k'} C_{ijk} y'_{ijk} + \sum_{n=1}^{n^D} \sum_{j=1}^{j'} C_{nj} x''_{nj} + \sum_{j=1}^{j'} \sum_{k=1}^{k'} C_{0jk} y''_{0jk} \right), \quad (1)$$

где C_{nmgp} – интервальная оценка стоимости средства для измерения p -го показателя качества в g -ой точке контроля m -го подпроцесса на n -ом участке процесса добычи газа; $x_{nmgp}=1$, если в g -ой точке контроля m -го подпроцесса на n -ом участке размещено средство измерения p -го показателя качества, иначе $x_{nmgp}=0$; C_{gik} – интервальная оценка стоимости линии связи, соединяющей средства измерения в g -ой точке контроля с модулем в i -ой точке k -ым путем; $y_{gik}=1$, если между g -ой точкой

контроля и i -ой точкой сбора и передачи информации проложена линия связи k -ым путем, иначе $y_{gik}=0$; C_{nmi} – интервальная оценка стоимости УСПИ установленного в i -ой точке m -го подпроцесса на n -ом участке; $x'_{nmi}=1$, если в i -ой точке m -го подпроцесса на n -ом участке установлен УСПИ, иначе $x'_{nmi}=0$; C_{ijk} – интервальная оценка стоимости линии связи, соединяющей УСПИ в i -ой точке с устройством в j -ом пункте контроля k -ым путем; $y'_{ijk}=1$, если между i -ой точкой и j -ым пунктом контроля проложена линия связи k -ым путем, иначе $y'_{ijk}=0$; C_{nj} – интервальная оценка стоимости коммутирующего устройства (КУ), установленного в j -ом пункте контроля на n -ом участке; $x''_{nj}=1$, если в j -ом пункте контроля на n -ом участке установлено КУ; C_{0jk} – интервальная оценка стоимости линии связи, соединяющей КУ в j -ом пункте контроля с сервером (диспетчерским пунктом) в точке 0 k -ым путем; $y''_{0jk}=1$, если между сервером в точке 0 и j -ым пунктом контроля проложена линия связи k -ым путем, иначе $y''_{0jk}=0$. В ряде случаев, в настоящий момент в точке 0 будет установлен радиомодем, посредством которого и осуществляется передача информации на диспетчерский пункт. Задача по структурно-топологическому синтезу таких устройств, а также устройств диспетчерских пунктов будет рассмотрена в последующих статьях;

– минимальная интенсивность отказов λ^D системы мониторинга качества при добыче газа:

$$\lambda^D = \min \left(\sum_{n=1}^{n^D} \sum_{m=1}^{m^n} \sum_{g=1}^{g^m} \sum_{p=1}^{p^g} \lambda_{nmgp} x_{nmgp} + \sum_{g=1}^{n^D} \sum_{i=1}^{i'} \sum_{k=1}^{k'} \lambda_{gik} y_{gik} + \sum_{n=1}^{n^D} \sum_{m=1}^{m^n} \sum_{i=1}^{i'} \lambda_{nmi} x'_{nmi} + \sum_{i=1}^{i'} \sum_{j=1}^{j'} \sum_{k=1}^{k'} \lambda_{ijk} y'_{ijk} + \sum_{n=1}^{n^D} \sum_{j=1}^{j'} \lambda_{nj} x''_{nj} + \sum_{j=1}^{j'} \sum_{k=1}^{k'} \lambda_{0jk} y''_{0jk} \right), \quad (2)$$

где λ_{nmgp} – интервальная оценка интенсивности отказов средства измерения p -го показателя качества в g -ой точке контроля m -го подпроцесса на n -ом участке процесса добычи газа; λ_{gik} – интервальная оценка интенсивности отказов линии связи, соединяющей средства измерения в g -ой точке контроля с УСПИ в i -ой точке k -ым путем; λ_{nmi} – интервальная оценка интенсивности отказов УСПИ установленного в i -ой точке m -го подпроцесса на n -ом участке; λ_{ijk} – интервальная оценка интенсивности отказов линии связи, соединяющей модуль в i -ой точке с устройством в j -ом пункте контроля k -ым путем; λ_{nj} – интервальная оценка интенсивности отказов КУ, установленного в j -ом пункте контроля на n -ом участке; λ_{0jk} – интервальная оценка интенсивности отказов линии связи, соединяющей КУ в j -ом пункте контроля с сервером (диспетчерским пунктом) в точке 0 k -ым путем.

В качестве ограничений могут быть использованы следующие:

– в каждой выбранной точке контроля должно быть измерено не менее одного показателя качества:

$$\sum_{p=1}^{p^g} x_{nmgp} \geq 1, n = \overline{1, n^D}, m = \overline{1, m^n}, g = \overline{1, g^m}; \quad (3)$$

– стоимость системы мониторинга качества не должна превышать заданной C^{ZD} :

$$\sum_{n=1}^{n^D} \sum_{m=1}^{m^n} \sum_{g=1}^{g^m} \sum_{p=1}^{p^g} C_{nmgp} x_{nmgp} + \sum_{g=1}^{g^m} \sum_{i=1}^{i^g} \sum_{k=1}^{k^g} C_{gik} y_{gik} + \sum_{n=1}^{n^D} \sum_{m=1}^{m^n} \sum_{i=1}^{i^m} C_{nmi} x'_{nmi} + \sum_{i=1}^{i^g} \sum_{j=1}^{j^g} \sum_{k=1}^{k^g} C_{ijk} y'_{ijk} + \sum_{n=1}^{n^D} \sum_{j=1}^{j^m} \sum_{k=1}^{k^m} C_{0jk} y''_{0jk} \leq C^{ZD} \quad (4)$$

– к каждому УСПИ должно быть присоединено не менее двух средств измерений, установленных в точках контроля:

$$\sum_{g=1}^{g^m} \sum_{k=1}^{k^g} y_{gik} \geq 2, i = \overline{1, i^g}; \quad (5)$$

– к каждому ПК должно быть присоединено не менее двух УСПИ, установленных в соответствующих точках сбора и передачи информации:

$$\sum_{i=1}^{i^g} \sum_{k=1}^{k^g} y'_{ijk} \geq 2, j = \overline{1, j^g}; \quad (6)$$

– каждая точка контроля g должна быть связана с одной из точек i сбора и передачи информации только одним путем

$$\sum_{k=1}^{k^g} y_{gik} = 1, g = \overline{1, g^m}, i = \overline{1, i^g}; \quad (7)$$

– каждая из точек сбора и передачи информации i должна быть связана с одним из пунктов контроля j только одним путем:

$$\sum_{j=1}^{j^g} \sum_{k=1}^{k^g} y'_{ijk} = 1, i = \overline{1, i^g}; \quad (8)$$

– каждый пункт контроля должен быть связан с сервером только одним путем:

$$\sum_{k=1}^{k^g} y''_{0jk} = 1, j = \overline{1, j^g}; \quad (9)$$

– длина каждой линии связи не должна превышать предусмотренной критической длины L_{KP} :

$$\begin{cases} L_{gik} y_{gik} < L_{KP}; g = \overline{1, g^m}, i = \overline{1, i^g}, k = \overline{1, k^g}; \\ L_{ijk} y'_{ijk} < L_{KP}; i = \overline{1, i^g}, j = \overline{1, j^g}, k = \overline{1, k^g}; \\ L_{0jk} y''_{0jk} < L_{KP}; j = \overline{1, j^g}, k = \overline{1, k^g}; \end{cases} \quad (10)$$

– интенсивность отказов для средств измерений должна быть не более заданной λ^{CDZ} :

$$\sum_{n=1}^{n^D} \sum_{m=1}^{m^n} \sum_{g=1}^{g^m} \sum_{p=1}^{p^g} \lambda_{nmgp} x_{nmgp} \leq \lambda^{CDZ}; \quad (11)$$

– интенсивность отказов для УСПИ должна быть не более заданной λ^{MDZ} :

$$\sum_{n=1}^{n^D} \sum_{m=1}^{m^n} \sum_{i=1}^{i^m} \lambda_{nmi} x'_{nmi} \leq \lambda^{MDZ}; \quad (12)$$

– интенсивность отказов для КУ должна быть не более заданной λ^{KYDZ} :

$$\sum_{n=1}^{n^D} \sum_{j=1}^{j^m} \lambda_{nj} x''_{nj} \leq \lambda^{KYDZ}; \quad (13)$$

– интенсивность отказов для линий связи должна быть не более заданной λ^{LDZ} :

$$\sum_{g=1}^{g^m} \sum_{i=1}^{i^g} \sum_{k=1}^{k^g} \lambda_{gik} y_{gik} + \sum_{i=1}^{i^g} \sum_{j=1}^{j^g} \sum_{k=1}^{k^g} \lambda_{ijk} y'_{ijk} + \sum_{j=1}^{j^g} \sum_{k=1}^{k^g} \lambda_{0jk} y''_{0jk} \leq \lambda^{LDZ}; \quad (14)$$

Приведенная обобщенная модель структурно-топологического синтеза (1)–(14) относится к задачам дискретного программирования с булевыми переменными и нечеткими параметрами, заданными интервально.

Так как разработанная модель структурно-топологического синтеза СМКДГ относится к задачам дискретного программирования с булевыми переменными, то для ее реализации предлагается использовать: для задач малой размерности – метод направленного перебора; для задач большой размерности – метод случайного поиска.

7. Выводы

Таким образом, в статье разработана модель структурно-топологического синтеза СМКДГ, которая в отличие от существующих, позволяет комплексно, с единых системных и критериальных позиций принимать решения по выбору:

- местоположения устройств для сбора и передачи информации и присоединяемых к ним точек контроля, в которых будут размещаться средства измерений;
- мест размещения средств измерений;
- местоположения пункта(ов) контроля;
- топологии линий каналов связи присоединения точек контроля к УСПИ;
- топологии линий каналов связи присоединения УСПИ к ПК;
- топологии линий каналов связи присоединения ПК к диспетчерскому пункту.

Перспективами дальнейших исследований в этом направлении являются разработка моделей параметрического синтеза СМКДГ: выбора типов и видов УСПИ, выбора типов и видов КУ, выбор типов и видов линий связи, которые бы учитывали все особенности добычи, а также информационного обеспечения процесса синтеза территориально-распределенной СМКДГ от пласта до газосборника. Полученные результаты выступят в качестве исходных данных для синтеза системы мониторинга качества процессов переработки газа.

Литература

1. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT): ДСТУ ISO 9001-2009 [Текст] / Національний стандарт України. – К.: Держспоживстандарт України. – Чинний від 2009-06-22. – 2009. – VII, 26 с.

2. Вяхирев, Р. И. Теория и опыт добычи газа [Текст] / Р. И. Вяхирев, Ю. П. Коротаев, Н. И. Кабанов. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1998. – 479 с.

3. Мотало, А. В. Комплексне оцінювання якості природного газу як енергоносія [Текст] / А. В. Мотало // Вісник НУ «Львівська політехніка». – 2008. – № 608. – С. 137–142.

4. Мотало, А. Актуальні задачі метрологічного забезпечення вимірювання показників якості природного газу [Текст] / А. Мотало // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2008. – № 68. – С. 195–198.

5. Нефедов, Л. И. Модели организации мониторинга оценки качества бизнес-процесса транспорта газа на компрессорной станции [Текст] / Л. И. Нефедов, А. А. Шевченко // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Информатика и моделирование. – 2008. – № 24. – С. 94–98.

6. Гура, Л. О. Газоперекачувальні станції магістральних газопроводів [Текст] / Л. О. Гура. – Х.: НТУ „ХПИ”, 2006. – 181 с.

7. Плотников, В. М. Средства контроля и автоматизации объектов транспорта газа [Текст] / В. М. Плотников, В. А. Подрешетников, В. У. Гончаров. – Л.: Недра, 1985. – 217 с.

8. Андреев, Е. Б. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа [Текст]: уч. пос. для вузов / Е. Б. Андреев, А. И. Ключников, А. В. Кротов и др. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 399 с.

9. Мирзаджанзаде, А. Х. Основы технологии добычи газа [Текст] / А. Х. Мирзаджанзаде, О. Л. Кузнецов, К. С. Басниев, З. С. Алиев. – М.: ОАО «Издательство Недра», 2003. – 880 с.

10. Петров, Э. Г. Территориально распределенные системы обслуживания [Текст] / Э. Г. Петров, В. П. Писклакова, В. В. Бескоровайный. – К.: «Техніка», 1992. – 208 с.

11. Нефедов, Л. И. Обобщенная модель синтеза системы мониторинга качества добычи, переработки и транспорта газа [Текст] / Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко, О. Н. Кудырко // Научный журнал «ScienceRise». – 2014. – № 1(1). – С. 7–18.

References

1. Systemy upravlinnia yakistiu. Vymohy (ISO 9001:2008, IDT): DSTU ISO 9001-2009 [Quality management systems – Requirements] (2009). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 26. Natsionalnyi standart Ukrainy [in Ukraine].

2. Vyakhirev, R. I., Korotaev, Yu. P., Kabanov, N. I. (1998). Teoriia i opyt dobychi gaza. Moscow: OAO Izdatelstvo Nedra, 479.

3. Motalo, A. V. (2008) Kompleksne otsiniuvannia yakosti yakosti prirodnogo gazu yak energonosii. Visnyk NU “Lvivska politekhniky”, 608, 137–142.

4. Motalo, A. (2008) Aktualni zadachi metrologichnogo zabezpechennia vymiriuvannia pokaznykiv yakosti prirodnogo gazu. Vymiriuvanna tekhnika ta metrologiia, 68, 195–198.

5. Nefedov, L. I., Shevchenko, A. A. (2008). Modeli organizatsii monitoringa otsenki kachestva biznes-protsessa transporta gaza na kompressornoy stantsii. Vestnik NTU “HPI” [Bulletin NTU “HPI”], 24, 94–98.

6. Gura, L. O. (2006). Gazoperekachualni stantsii magistralnykh gazoprovodiv. Kharkiv, NTU “HPI”, 181.

7. Plotnikov, V. M., Podreshetnikov, V. A., Goncharov, V. U. (1985). Sredstva kontroliia i avtomatizatsii obyektov transporta gaza. Leningrad, USSR: Nedra, 217.

8. Andreyev, Ye. B., Kliuchnikov, A. I., Krotov, A. V., Popadko, V. Ye., Sharova, I. Ya. (2008). Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov dobychi i podgotovki nefiti i gaza. Moscow: OOO Nedra-Biznestsentr, 399.

9. Mirzadzhanzade, A. Kh., Kuznetsov, O. L., Basniev, K. S., Aliev, Z. S. (2003). Osnovy tekhnologii dobychi gaza. Moscow: OAO Izdatelstvo Nedra, 880.

10. Petrov, E. G., Pisklakova, B. P., Beskorovaynyy, V. V. (1992). Territorialno raspredelennye sistemy obsluzhivaniya. Kyiv: Tekhnika, 208.

11. Nefedov, L., Shevchenko, M., Kudyрко, O. (2014). Obobshchennaia model sinteza sistemy monitoringa kachestva dobychi, pererabotki i transporta gaza. Scientific Journal “ScienceRise”, 1, 7–18.

Дата надходження рукопису 25.08.2014

Нефедов Леонид Иванович, д-р техн. наук, проф., кафедра автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: nefedovli@rambler.ru

Шевченко Мария Валерьевна, канд. техн. наук, доц., кафедра автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: BESNA_MV@mail.ru

Кудырко Ольга Николаевна, аспирант, зав. лаб., кафедра автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: olya_kud@mail.ru