

6. Основы системного анализа и проектирования АСУ [Текст] / А.А. Павлов, С.Н. Гриша, В.Н. Томашевский и др.; под общ. ред. А.А. Павлова. – К.: Вища школа, 1991. – 368 с.

7. Илюшко, В.М. Методы и модели информационной технологии проектирования метасистем: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 [Текст] / Илюшко Виктор Михайлович. – Х., 1998. – 451 с.

8. Илюшко, В.М. Системное моделирование в управлении проектами: монография [Текст] / В.М. Илюшко,

М.А. Латкин. – Х.: Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2010. – 220 с.

9. Цвиркун, Л.Д. Структура многоуровневых и крупномасштабных систем. Синтез и планирование развития [Текст] / Л.Д. Цвиркун, В.К. Акинфиев. – М.: Наука, 1993. – 160 с.

10. Справочник по функционально-стоимостному анализу [Текст] / А.П. Ковалев, Н.К. Моисеева, В.В. Сысун и др.; под ред. М.Г. Карпунина. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 432 с.

УДК 658.62.018:004.9

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ДОБЫЧИ ГАЗА

Д.т.н. Л.И. Нефёдов, к.т.н. М.В. Шевченко, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

В работе разработана обобщенная модель параметрического синтеза системы мониторинга качества добычи газа, которая позволяет выбрать оптимальное решение с единых системных позиций. Были предложены основные критерии и ограничения для решения задачи параметрического синтеза.

У роботі розроблено узагальнену модель параметричного синтезу системи моніторингу якості видобутку газу, яка дозволяє вибрати оптимальне рішення з єдиних системних позицій. Були запропоновані основні критерії та обмеження для вирішення задачі параметричного синтезу.

The generalized model of parametric synthesis quality monitoring system of gas extraction, which allows you to choose the best solution from a unified system approach has been developed. The basic criteria and constraints to solve the problem of parametric synthesis have been proposed.

Ключевые слова: параметрический синтез, модель, добыча газа, мониторинг, качество.

Постановка проблемы.

Эффективность современного производства зависит от принимаемых технических, технологических и административных решений, оптимизация которых обеспечивает условия получения продукции требуемого качества при минимуме затрат. Именно качество продукта, а, следовательно, и технологического процесса, обеспечивает высокую конкурентоспособность производственного предприятия.

Это означает, что целям управления качеством должен подчиняться весь комплекс исследовательских и опытно-конструкторских работ по модернизации технологических процессов, технологических установок, их систем управления, информационного и программного обеспечения. Все сказанное в полной мере относится к процессу добычи газа на газодобывающих предприятиях. Сам процесс добычи газа является достаточно сложным из-за особенностей технологического процесса с одной стороны и взаимосвязанных комплексов различных устройств и оборудования с другой стороны, кроме того добыча отличается нестационарностью [1,2]. Для обеспечения требуемого уровня получаемого продукта (газа) необходим контроль за основными показателями качества, оборудованием для добычи и прочими сопровождающими процессами.

Однако существующие методы и системы контроля процесса в настоящий момент не позволяют осуществить все эти функции.

Таким образом, разработка модели параметрического синтеза мониторинга и управления качеством процесса добычи природного газа, как итога декомпозиции обобщенной модели [3], является актуальной задачей.

Анализ последних исследований и нерешенных задач.

Как показывает анализ работ [4,5], в настоящий момент проблема обеспечения качества газа рассматриваются в связи с оценением природного газа как энергоносителя и задачами метрологического обеспечения измерения показателей качества природного газа, при этом сам природный газ рассматривается исключительно как источник энергии, имеющий свои особенности при измерениях. Авторами [4-7] рассматриваются показатели, характеризующие в основном сам процесс добычи, подготовки и транспорта, которые закреплены в ГОСТах [8,9], но недостаточное внимание уделено оценке и анализу системы мониторинга добычи газа, не определены основные критерии и ограничения для синтеза системы мониторинга как одного из типов территориально-распределенных систем, что не позволяет правильно оценить качество предоставляемых услуг по добыче газа, но и повысить качество самого продукта, доставляемого потребителям.

Цель и постановка задачи.

Целью исследования является выбор оптимального оборудования для синтеза системы мониторинга в условиях многокритериальности.

Основными локальными задачами, которые необходимо решать в процессе синтеза системы мониторинга качества добычи газа (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 алгоритмов управления); определение количественных параметров и состава элементов, подсистем, связей. Следует учесть, что каждую из перечисленных задач можно представить в виде множества взаимосвязанных

подзадач. В данной статье более подробно будет рассматриваться только задача параметрического синтеза.

В общем случае базовую постановку задачи структурно-функционально-топологической оптимизации можно сформулировать следующим образом.

Известно:

- множество показателей качества измеряемых в каждой точке контроля;
- множество мест размещения средств измерений в точках контроля;
- множество точек размещенных устройств сбора и передачи информации (УСПИ);
- списки абонентов, присоединяемых к каждому УСПИ и топологии соединений абонентов (средств измерений) и УСПИ;
- множество мест размещенных пунктов контроля (ПК);
- списки УСПИ, присоединяемых к каждому ПК и топологии соединений УСПИ и ПК, ПК и сервера;
- множество типов и видов линий связи, УСПИ и ПК.

Необходимо определить: решения по синтезу линий связи, устройств сбора и передачи информации и коммутирующих устройств (КУ) в пунктах контроля (определение параметров линий связи, УСПИ и КУ).

Модели параметрического синтеза.

Суть задач параметрического синтеза состоит в выборе функциональных характеристик элементов (УСПИ и коммутирующих устройств), подсистем и связей. Необходимо выбрать множество типовых образцов элементов и связей, на базе которых и реализуется конкретный вариант СМКДГ. Задача решается для конкретных структурных, топологических и технологических характеристик системы. Результаты решения составляют основу для синтеза элементов, подсистем и связей или выбора их типов из заданного множества образцов. В общем случае типы (параметры), которые и выступают в качестве оптимизируемых переменных, являются взаимозависимыми, что при необходимости получения эффективных решений требует их определения в рамках единой задачи [10]. Такой подход характерен для синтеза систем с одновременным проектированием элементной базы. Для системотехнического проектирования более характерен подход, базирующийся на использовании существующей элементной базы.

При построении моделей систем мониторинга (СМ) моделируемый объект представляется как совокупность обслуживающих устройств и входного потока, создающего нагрузку на СМ. В зависимости от целей исследования конкретных систем мониторинга [3], многомашинных вычислительных комплексов и наличия соответствующих исходных данных рассматриваются разные режимы и различные уровни детализации внутреннего функционирования средств измерений системы мониторинга.

Работа СМ может быть описана совокупностью взаимосвязанных моделей, отражающих различные аспекты системы, результаты решения которых используются в процессе проектирования. При проектировании сложных СМ обычно используется метод интерактивного проектирования, который

объединяет преимущества двух подходов к решению проблемы – эвристического и математического моделирования. Такой подход позволяет получать данные о характеристиках проектируемой системы при разных эвристических решениях. Начальным этапом созданная модели СМ является описание концептуальной модели системы. В концептуальной модели должны быть описаны причинно-следственные связи, присущие исследуемому объекту, и которые существенны в рамках определенного исследования для получения требуемых результатов. Концептуальная модель системы описывает только те явления, происходящие в системе, которые существенны и должны учитываться для проведения планируемых исследований с математической моделью [11].

Для разработки модели параметрического синтеза системы мониторинга качества добычи газа введем следующие обозначения:

Задано [12]:

– множество индексов размещения средств измерений (СИ) в точках контроля $\bar{G}^{DTK} = \{g; g = \overline{1, g^m}\}$, где $m = \overline{1, m^D}$, m^D - число подпроцессов (на скважине, на кусте скважин) при добыче газа;

– множество показателей качества измеряемых в каждой из точек контроля $\bar{P}^{DTK} = \{p; p = \overline{1, p^g}\}$, где p^g - число соответствующих средств измерений в каждой из точек контроля g ;

– множество индексов точек размещения УСПИ $\bar{I}^{DTI} = \{i; i = \overline{1, i'}; \forall \bar{x}_i = 1\}$, где i' - число точек сбора и передачи информации;

– множество индексов размещения пунктов контроля (ПК) $\bar{J}^{DPK} = \{j; j = \overline{1, j'}; \forall \bar{x}_j = 1\}$, где j' - число пунктов контроля;

– подмножества абонентов (средств измерений), которые присоединяются к каждому УСПИ $G_g^D = \{g; g = \overline{1, g^m}; i = \overline{1, i'}; i \neq g; \forall \bar{x}_{gi}^k = 1\}$;

– подмножества УСПИ, которые присоединяются к каждому ПК $I_i^{DTI} = \{i; i = \overline{1, i'}; j = \overline{1, j'}; i \neq j; \forall \bar{x}_{ij}^k = 1\}$

– пути соединения точек g и i $\bar{I}^{gi} = \{k; k = \overline{1, k^{gi}}; g \in \bar{G}^{DTK}; i = 1; i \in \bar{I}^{DTI}; g \neq i; \forall \bar{y}_{gi}^k = 1\}$, где

k^{gi} - число путей соединения точек g и i ;

– пути соединения точек i и j $\bar{J}^{ij} = \{k; k = \overline{1, k^{ij}}; i \in \bar{I}^{DTI}; j \in \bar{J}^{DPK}; i \neq j; \forall \bar{y}_{ij}^k = 1\}$, где

k^{ij} - число путей соединения точек i и j .

Каждая СМКДГ характеризуется рядом показателей:

- приведенные затраты F ;
- пропускная способность линий связи между УСПИ и абонентами, КУ и УСПИ, КУ и серверами - P ;
- интенсивность отказов УСПИ, КУ и линий связи λ .

Технология приборостроения

Математическая модель синтеза линий связи, УСПИ и КУ для СМКДГ имеет следующий вид. В качестве частных критериев могут быть использованы [3]:

– минимальные приведенные затраты

$$C = \min \left(\begin{aligned} & \sum_{g \in \overline{G}^{DIX}} \sum_{p \in \overline{P}^{DIX}} \sum_{s=1}^{S^p} \sum_{v=1}^{V^s} C_{gpsv} x_{gpsv} + \sum_{g \in \overline{G}^D} \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k \in \overline{J}^{SI}} C_{giwbk} y_{giwbk} + \\ & + \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{d=lu-1}^{d^*} \sum_{u=1}^{u^*} C_{idu} x'_{idu} + \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k \in \overline{J}^{SI}} C_{ijwbk} y'_{ijwbk} + \\ & + \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{q=lt-1}^{q^*} \sum_{t=1}^{t^*} C_{jqt} x''_{jqt} + \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k=k'+1}^{k^*} C_{0jwbk} y''_{0jwbk} \end{aligned} \right), \quad (1)$$

где C_{gpsv} - стоимость средства измерения s -типа, v -вида установленного в точке контроля g для измерения p -го показателя качества;

$x_{gpsv}=1$, если в точке контроля g установлено СИ s -типа, v -вида для измерения p -го показателя качества, $x_{gpsv}=0$ в противном случае;

C_{giwbk} - стоимость линии связи w -типа, b -вида между СИ в g -ой точке и УСПИ, расположенным в i -ой точке сбора информации и соединенным k -м путем;

$y_{giwbk}=1$, если рассматриваем соединение пунктов g и i k -м путем линией связи w -типа, b -вида, $y_{giwbk}=0$ в противном случае;

C_{idu} - стоимость УСПИ d -типа, u -вида установленного в точке сбора информации i ;

x'_{idu} - если в точке i установлено УСПИ d -типа, u -вида, $x'_{idu}=0$ в противном случае;

C_{ijwbk} - стоимость линии связи w -типа, b -вида между УСПИ в i -ой точке и КУ, расположенным в j -ом пункте контроля и соединенным k -м путем;

$y'_{ijwbk}=1$, если рассматриваем соединение пунктов i и j k -м путем линией связи w -типа, b -вида, $y'_{ijwbk}=0$ в противном случае;

C_{jqt} - стоимость КУ q -типа, t -вида установленного в пункте контроля j ;

x''_{jqt} - если в пункте контроля j установлено КУ q -типа, t -вида, иначе $x''_{jqt}=0$;

C_{0jwbk} - стоимость линии связи w -типа, b -вида между сервером, установленным в точке 0 и пунктом контроля j , который присоединен k -м путем;

y''_{0jwbk} - если рассматриваем соединение пунктов 0 и j k -м путем линией связи w -типа, b -вида, $y''_{0jwbk}=0$ в противном случае;

– максимальная пропускная способность

$$A = \max \left(\begin{aligned} & \sum_{g \in \overline{G}^D} \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k \in \overline{J}^{SI}} A_{giwbk} y_{giwbk} + \\ & + \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{d=lu-1}^{d^*} \sum_{u=1}^{u^*} A_{idu} x'_{idu} + \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k \in \overline{J}^{SI}} A_{ijwbk} y'_{ijwbk} + \\ & + \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{q=lt-1}^{q^*} \sum_{t=1}^{t^*} A_{jqt} x''_{jqt} + \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k=k'+1}^{k^*} A_{0jwbk} y''_{0jwbk} \end{aligned} \right), \quad (2)$$

где A_{giwbk} - пропускная способность линии связи w -типа, b -вида между СИ в g -ой точке и УСПИ, расположенным в i -ой точке сбора информации и соединенным k -м путем;

A_{idu} - пропускная способность УСПИ d -типа, u -вида установленного в точке сбора информации i ;

A_{ijwbk} - пропускная способность линии связи w -типа, b -вида между УСПИ в i -ой точке и КУ, расположенным в j -ом пункте контроля и соединенным k -м путем;

A_{jqt} - пропускная способность КУ q -типа, t -вида установленного в пункте контроля j ;

A_{0jwbk} - пропускная способность линии связи w -типа, b -вида между сервером, установленным в точке 0 и пунктом контроля j , который присоединен k -м путем;

– минимальная интенсивность отказов:

$$\lambda = \min \left(\begin{aligned} & \sum_{g \in \overline{G}^{DIX}} \sum_{p \in \overline{P}^{DIX}} \sum_{s=1}^{S^p} \sum_{v=1}^{V^s} \lambda_{gpsv} x_{gpsv} + \sum_{g \in \overline{G}^D} \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k \in \overline{J}^{SI}} \lambda_{giwbk} y_{giwbk} + \\ & + \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{d=lu-1}^{d^*} \sum_{u=1}^{u^*} \lambda_{idu} x'_{idu} + \sum_{i \in \overline{I}^{DII}} \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k \in \overline{J}^{SI}} \lambda_{ijwbk} y'_{ijwbk} + \\ & + \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{q=lt-1}^{q^*} \sum_{t=1}^{t^*} \lambda_{jqt} x''_{jqt} + \sum_{j \in \overline{J}^{DIX}} \sum_{w=lb-1}^{w^*} \sum_{k=k'+1}^{k^*} \lambda_{0jwbk} y''_{0jwbk} \end{aligned} \right), \quad (3)$$

где λ_{gpsv} - интенсивность отказов средства измерения s -типа, v -вида установленного в точке контроля g для измерения p -го показателя качества;

λ_{giwbk} - интенсивность отказов линии связи w -типа, b -вида между СИ в g -ой точке и УСПИ, расположенным в i -ой точке сбора информации и соединенным k -м путем;

λ_{idu} - интенсивность отказов УСПИ d -типа, u -вида установленного в точке сбора информации i ;

λ_{ijwbk} - интенсивность отказов линии связи w -типа, b -вида между УСПИ в i -ой точке и КУ, расположенным в j -ом пункте контроля и соединенным k -м путем;

λ_{jqt} - интенсивность отказов КУ q -типа, t -вида установленного в пункте контроля j ;

λ_{0jwbk} - интенсивность отказов линии связи w -типа, b -вида между сервером, установленным в точке 0 и пунктом контроля j , который присоединен k -м путем.

В качестве ограничений могут быть использованы следующие:

– суммарные приведенные затраты на параметрический синтез должны быть не больше заданных C^Z :

$$\begin{aligned} & \sum_{g \in \bar{G}^{DTK}} \sum_{p \in \bar{P}^{DTK}} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} C_{gpsv} x_{gpsv} + \sum_{g \in \bar{G}_s^D} \sum_{i \in \bar{I}^{DTI}} \sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} \sum_{k \in \bar{I}^{gk}} C_{giwbk} y_{giwbk} + \\ & + \sum_{i \in \bar{I}^{DTI}} \sum_{d=1}^{d'} \sum_{u=1}^{u^d} C_{idu} x'_{idu} + \sum_{i \in \bar{I}^{DTI}} \sum_{j \in \bar{J}^{DPK}} \sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} \sum_{k \in \bar{I}^{jy}} C_{ijwbk} y'_{ijwbk} + \\ & + \sum_{j \in \bar{J}^{DPK}} \sum_{q=1}^{q'} \sum_{t=1}^{t^q} C_{jqtx''_{jqtx}} + \sum_{\substack{j \in \bar{J}^{DPK} \\ j \neq 0}} \sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} \sum_{k=k^q+1}^{k'} C_{0jwbk} y''_{0jwbk} \leq C^Z \end{aligned} \quad (4)$$

– каждый показатель может измеряться только одним видом одного типа средства измерения:

$$\sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} x_{gpsv} = 1, g \in \bar{G}^{DTK}; p \in \bar{P}^{DTK}; \quad (5)$$

– между точками g и i может проложена линия связи только одного вида и типа:

$$\sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} y_{giwbk} = 1, g \in G_g^D; i \in \bar{I}^{DTI}, k = \overline{1, k^{gi}}; \quad (6)$$

– между точкой i и пунктом контроля j может проложена линия связи только одного вида и типа:

$$\sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} y'_{ijwbk} = 1, i \in I_i^{DTI}, j \in \bar{J}^{ij}, k = \overline{1, k^{ij}}; \quad (7)$$

– между пунктом контроля j и сервером в точке 0 может проложена линия связи только одного вида и типа:

$$\sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} y''_{0jwbk} = 1, j \in \bar{J}^{ij}, k = \overline{k^{ij}, k'}; \quad (8)$$

– в каждой из точек сбора и передачи информации i может быть установлено УСПИ только одного вида и типа:

$$\sum_{d=1}^{d'} \sum_{u=1}^{u^d} x'_{idu} = 1; i \in \bar{I}^{DTI}; \quad (9)$$

– передача данных, поступающих с УСПИ может обслуживаться только одним видом и типом КУ:

$$\sum_{q=1}^{q'} \sum_{t=1}^{t^q} x''_{jqtx} = 1; j \in \bar{J}^{DPK}; \quad (10)$$

– точность средств измерений для p -го показателя качества в g -ой точке контроля должна быть не менее заданной T^Z :

$$\sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} T_{gpsv} x_{gpsv} \geq T^Z, g \in \bar{G}^{DTK}; p \in \bar{P}^{DTK}; \quad (11)$$

где T_{gpsv} – точность средства измерения S -го типа V -го вида для измерения p -го показателя качества в g -ой точке контроля;

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

$$\sum_{g \in \bar{G}^{DTK}} \sum_{p \in \bar{P}^{DTK}} \sum_{s=1}^{s^p} \sum_{v=1}^{v^s} \lambda_{gpsv} x_{gpsv} \leq \lambda^{CZ}; \quad (12)$$

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

$$\sum_{i \in \bar{I}^{DTI}} \sum_{d=1}^{d'} \sum_{u=1}^{u^d} \lambda_{idu} x'_{idu} \leq \lambda^{MZ}; \quad (13)$$

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

$$\sum_{j \in \bar{J}^{DPK}} \sum_{q=1}^{q'} \sum_{t=1}^{t^q} \lambda_{jqtx''_{jqtx}} \leq \lambda^{KYZ}; \quad (14)$$

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

$$\begin{aligned} & \sum_{g \in \bar{G}_s^D} \sum_{\substack{i \in \bar{I}^{DTI} \\ i \neq g}} \sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} \sum_{k \in \bar{I}^{gk}} \lambda_{giwbk} y_{giwbk} + \\ & \sum_{i \in \bar{I}^{DTI}} \sum_{\substack{j \in \bar{J}^{DPK} \\ j \neq i}} \sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} \sum_{k \in \bar{I}^{jy}} \lambda_{ijwbk} y'_{ijwbk} + \\ & + \sum_{\substack{j \in \bar{J}^{DPK} \\ j \neq 0}} \sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b''} \sum_{k=k^q+1}^{k'} \lambda_{0jwbk} y''_{0jwbk} \leq \lambda^{LZ} \end{aligned} \quad (15)$$

– пропускная способность для УСПИ u -го вида d -го типа, установленного в i -ой точке должна быть не менее заданной A^{MZ} :

$$\sum_{d=1}^{d'} \sum_{u=1}^{u^d} A_{idu} x'_{idu} \geq A^{MZ}, i \in \bar{I}^{DTI}; \quad (16)$$

– пропускная способность для КУ q -го типа, t -го вида, установленного в j -ом пункте контроля должна быть не менее заданной A^{KYZ} :

$$\sum_{q=1}^{q'} \sum_{t=1}^{t^q} A_{jqt} x''_{jqt} \geq A^{KYZ}, j \in \bar{J}^{DPK}; \quad (17)$$

– пропускная способность для линий связи W -го типа, b -го вида, соединяющей g -ю точку контроля с i -ой точкой сбора и передачи информации должна быть не менее заданной A^{LZ} :

$$\sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b^w} \sum_{k \in \bar{J}^{gi}} A_{giwbk} y_{giwbk} \geq A^{LZ}, g \in \bar{G}_g^D; i \in \bar{I}^{DTI}; \quad (18)$$

– пропускная способность для линий связи W -го типа, b -го вида, соединяющей i -ую точку сбора и передачи информации с j -ым пунктом контроля должна быть не менее заданной A'^{LZ} :

$$\sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b^w} \sum_{k \in \bar{J}^{ji}} A_{ijwbk} y'_{ijwbk} \geq A'^{LZ}, i \in I_i^{DTI}, j \in \bar{J}^{DPK}; \quad (19)$$

– пропускная способность для линий связи W -го типа, b -го вида, соединяющей j -ый пункт контроля с сервером должна быть не менее заданной A''^{LZ} :

$$\sum_{w=1}^{w'} \sum_{b=1}^{b^w} \sum_{k=k^{ij}+1}^{k'} A_{0jwbk} y''_{0jwbk} \geq A''^{LZ}, j \in \bar{J}^{DPK}; \quad (20)$$

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

$$\begin{cases} L_{giwbk} y_{giwbk} < L_{KP}; g \in \bar{G}_g^D, i \in \bar{I}^{DTI}, w = \overline{1, w'}, b = \overline{1, b'}, k \in \bar{I}^{gi}; \\ L_{ijwbk} y'_{ijwbk} < L_{KP}; i \in I_i^{DTI}, j \in \bar{J}^{DPK}, w = \overline{1, w'}, b = \overline{1, b'}, k \in \bar{J}^{ji}; \\ L_{0jwbk} y''_{0jwbk} < L_{KP}; j \in \bar{J}^{DPK}, w = \overline{1, w'}, b = \overline{1, b'}, k = k^{ij} + 1, k'; \end{cases} \quad (21)$$

– количество абонентов, присоединенных к каждому КУ не должно превышать количество свободных для подключения портов r :

$$\sum_{i \in I_i^{DTI}} \sum_{\substack{j \in \bar{J}^{DPK} \\ i \neq j}} \sum_{k \in \bar{J}^{ij}} y'_{ijwbk} \leq r, w = \overline{1, w'}, b = \overline{1, b'}; \quad (22)$$

– количество абонентов, присоединенных к каждому УСПИ не должно превышать количество свободных для подключения портов r' :

$$\sum_{g \in \bar{G}_g^D} \sum_{\substack{i \in \bar{I}^{DTI} \\ i \neq g}} \sum_{k \in \bar{I}^{gi}} y_{giwbk} \leq r', w = \overline{1, w'}, b = \overline{1, b'}. \quad (23)$$

Приведенная обобщенная параметрическая модель синтеза СМКДГ (1)-(23) относится к задачам дискретного программирования с булевыми переменными.

Ввиду большой сложности и размерности обобщенную модель синтеза необходимо декомпозировать на более простые модели: модель синтеза линий связи, модель синтеза УСПИ и модель синтеза КУ, поскольку после определения параметров линий связи возможно определить параметры УСПИ и КУ.

Выводы.

Таким образом, разработана обобщенная модель параметрического синтеза линий связи, устройств сбора и передачи информации и коммутирующих устройств СМКДГ, предложено произвести ее декомпозицию на частные модели синтеза линий связи, УСПИ и КУ. Разработанная обобщенная модель позволяет в отличие от известных принимать проектные решения комплексно с единых системных позиций по многим критериям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Маргулов, Р. Д. Организация управления газодобывающим предприятием [Текст] / Р. Д. Маргулов, В. Г. Тагиев, Ш. К. Гергедава. – М.: Недра, 1981. – 239 с.
2. Андреев, Е. Б. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа [Текст]: уч. пособие для вузов / Е. Б. Андреев, А. И. Ключников, А. В. Кротов и др. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 399 с.
3. 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. – Библиогр.: с. 17-18.
4. Мотало А. В. Комплексне оцінювання якості природного газу як енергоносія / А. В. Мотало // Вісник НУ «Львівська політехніка». – 2008. – №608. – С. 137-142. – Бібліогр.: с. 142.
5. Мотало А. Актуальні задачі метрологічного забезпечення вимірювання показників якості природного газу / А. Мотало // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2008. – Вип. 68. – С. 195 - 198. – Бібліогр.: с. 198.
6. Гриценко, А. И. Сбор и промысловая подготовка газа в северных месторождениях России [Текст] / А. И. Гриценко, В. А. Истомин, А. Н. Кульков, Р. С. Сулейманов. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1999. – 473 с.
7. 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.
8. ГОСТ 30319.1-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки [Текст] / Изд. офиц. – Минск: ИПК Издательство стандартов. – Дата введения 1997-07-01. – 1997. – 20 с.
9. ГОСТ 5542-87 Газы горючие для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия. [Электронный ресурс] / Дата введения: 1988-01-01. – Режим доступа: http://www.complexdoc.ru/pdf/ГОСТ%205542-87/gost_5542-87.pdf – Загл. с экрана.
10. Петров Э. Г. Территориально распределенные системы обслуживания. / Петров Э. Г., Пискалова В. П., Бескоровайный В. В. - К.: «Техніка», 1992 - 208 с
11. Нефедов Л. И. Модель параметрического синтеза линий связи и коммутирующих устройств территориально распределенной компьютерной сети / Шевченко М. В., Петренко и др. // Технология приборостроения. – 2010. – №2. – с. 30-33. – Библиогр.: с. 33.
12. Нефедов Л. И. Модель структурно-топологического синтеза системы мониторинга качества добычи газа [Текст] / Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко, О. Н. Кудырко // Научный журнал «ScienceRise». – 2014. - №2(2). – С. 61-67. – Библиогр.: с. 66-67.