

УДК 681.32

Л.Д. ГРЕКОВ

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***СИНТЕЗ ЦЕЛЕВОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАСПРЕДЕЛЕННОЙ КОМПАНИИ**

Проводится системный анализ территориально-распределенной компании (ТРК) для создания автоматизированной системы управления (АСУ) ТРК. Построены целевая и функциональная модели для синтеза архитектуры ТРК на примере добычи, переработки и транспортировки нефти.

целевая модель, функциональная модель, системная модель территориально-распределенной компании, анализ и синтез архитектуры территориально-распределенной компании

Введение

Развитие крупных производственных объединений связано с созданием территориально-распределенных компаний (ТРК) в наиболее важных сферах производства, таких как нефте-, газодобыча, переработка и транспортировка продуктов.

Распределенный характер управления и централизованная иерархическая организационно-технологическая структура ТРК требует системных методов анализа и синтеза автоматизированной системы управления ТРК (АСУТРК) [1].

На начальных этапах формирования АСУТРК, а также в задачах модернизации и реинжиниринга основное внимание уделяется формированию системных моделей АСУТРК [1]. Поэтому в данной работе рассматривается актуальная задача синтеза целевой и функциональной моделей управления ТРК.

Постановка задачи. Анализ сложного распределенного технологического объекта на системном этапе проектирования показал, что для синтеза архитектуры ТРК необходимо сформировать системные модели, которые с помощью алгоритмов и событий описывают процессы, происходящие в АСУТРК. Для формализации представления системных моделей в данной работе использован математический аппарат языка регулярных схем алгоритмов (РСА) [2].

Системные структурные модели представляют собой деревья, с помощью которых описывается организационно-технологическая структура ТРК. Формализация системных структурных моделей на основе РСА осуществляется следующим образом: узел i -го уровня Y^i с позиций теоретико-множественного представления ТРК на следующем соседнем уровне декомпозиции описывается подмножеством узлов Y_j^{i+1} , которые в языке РСА связаны операцией конъюнкции:

$$Y^i = \left[Y_1^{(i+1)} \wedge Y_2^{(i+1)} \wedge \dots \wedge Y_n^{(i+1)} \right],$$

где n – количество узлов на $i+1$ уровне декомпозиции ТРК.

Событийные модели отражают последовательность во времени решения функциональных задач, связанных с целями АСУТРК. В языке РСА переходы между задачами описываются на основе существующего базиса операций [2]. Взаимосвязи между отдельными моделями описываются системой бинарных или n -арных отношений. Примером тому может служить отображение множества задач управления в множество элементов организационно-технологической структуры АСУТРК:

$$S_{FT, EOS} = \begin{bmatrix} FT_1 & EOS_1 \\ \vdots & \vdots \\ FT_j & EOS_i \end{bmatrix},$$

где $FT_1 \div FT_j$ – множество функциональных задач;

$EOS_1 \div EOS_i$ – множество элементов организационно-технологической структуры АСУТРК.

Решение задачи исследования

Рассмотрим глобальная цель (ГЦ) АСУТРК на примере нефтедобычи, которая заключается в обеспечении потребителей заказанными объемами нефти в заданные сроки с минимальными издержками при выполнении необходимых требований по экологической безопасности.

Декомпозируем глобальную цель на подсистему целей следующего уровня ТРК: обеспечить централизованное управление разработкой месторождений для получения необходимых объемов нефти (ЦУРМ) ($C_{1.1}$); обеспечить централизованное управление добычей и первичной переработкой нефти (ЦУДПП) ($C_{1.2}$); обеспечить централизованное управление транспортировкой нефти к потребителям (ЦУТН) ($C_{1.3}$).

С помощью РСА глобальная цель АСУТРК представляется следующим выражением:

$$FC = [C_{1.1} \wedge C_{1.2} \wedge C_{1.3}].$$

Дальнейшая декомпозиция целей данного уровня приводит к сложной многоуровневой системе целей. Представим системную целевую модель АСУТРК на примере направления деятельности ТРК, связанной с транспортировкой нефти. В соответствии с существующей технологией, перекачка нефти осуществляется по магистральным нефтепроводам, имеющим достаточно большую протяженность. Поэтому система управления распределена в пространстве и во времени, причем управление процессами доставки нефти производится на перекачивающих станциях, которые расположены на всех основных магистралях нефтепровода. Цели, решаемые на данном уровне декомпозиции, формулируются следующим образом: обеспечить управление транспортировкой нефти по распределенному нефтепроводу с максимальной производительностью и минималь-

ными издержками при выполнении требований по экологической безопасности. В формализованном виде этот уровень управления можно представить следующим выражением:

$$C_{1.3} = [C_{2.1} \wedge \dots \wedge C_{2,i} \wedge \dots \wedge C_{2,n}],$$

где n – количество магистралей нефтепровода.

Цели АСУТРК следующего уровня декомпозиции системной целевой модели представляются следующим множеством: обеспечить управление работой головной перекачивающей станцией (УРГПС) ($C_{3.1}$); обеспечить управление промежуточными перекачивающими станциями (УППС) ($C_{3.2}$); обеспечить управления резервуарными парками (УРП) ($C_{3.3}$); обеспечить контроль и управление состоянием трубопроводов (КУСТ) ($C_{3.4}$).

Элемент данного уровня управления представляется в РСА следующим выражением:

$$C_{2.1} = [C_{3.1} \wedge C_{3.2} \wedge C_{3.3}].$$

Магистральный нефтепровод состоит из ряда эксплуатационных участков, где решаются задачи, в основном, технологического управления. При этом рассматриваются задачи и организационного управления, хотя их доля на этом уровне существенно ниже. Цели АСУТРК на уровне эксплуатационных участков следующие: обеспечение управления работой нефтеперекачивающей станции (УРНСУ) ($C_{4.1}$); обеспечение управления работой резервуарного парка (УРРПУ) ($C_{4.2}$); обеспечение управления работой подпорной насосной станции (УРПС) ($C_{4.3}$); обеспечение управления работой наливной насосной станции (УРННС) ($C_{4.4}$); обеспечение контроля и управления магистральным участком нефтепровода (КУМУ) ($C_{4.5}$).

Элемент системной целевой модели данного уровня представляется следующим образом:

$$C_{3,j} = [C_{4.1} \wedge C_{4.2} \wedge C_{4.3} \wedge C_{4.4} \wedge C_{4.5}].$$

Декомпозиция системной целевой модели может быть продолжена и дальше для достижения подцелей более низких уровней, которые учитывают специфику управления этих уровней.

Для дальнейшего моделирования цели на любом уровне декомпозиции ТРК описываются вектором параметров:

$$C_{i,j} = F(\bar{p}),$$

где $\bar{p} = (p_1, \dots, p_n)$ – параметры, характеризующие поставленную локальную цель на этом уровне.

В результате системной декомпозиции получим системную иерархическую целевую модель, которая является основой для анализа и синтеза АСУТРК.

Множество функциональных задач ТРК можно рассматривать как сложную систему, в которой интегрированы задачи производства, добычи и первичной переработки нефти. На рис. 1 представлена функциональная структура ТРК добычи нефти, где ФЭС – функциональные задачи, связанные с эксплуатацией скважин, ФКНС – функциональные задачи кустовой насосной станции, ФЦППН – функциональные задачи цеха первичной переработки нефти, ФЦПРН – функциональные задачи цеха предпродажной подготовки нефти, ФГПС – функциональные задачи головной перекачивающей станции, ФЭУ – функциональные задачи эксплуатационного участка, ФПН – функциональные задачи перекачивающей насосной, ФПРП – функциональные задачи промежуточного резервуарного парка, ФППНС – функциональные задачи подпорной насосной станции, ФПНС – функциональные задачи наливной насосной станции.

Основой для разработки системной функциональной модели (СФМ) АСУТРК является системная целевая модель (СЦМ). Необходимо отметить то, что на начальных этапах разработки АСУТРК имеет место высокий уровень неопределенности. Поэтому не всегда можно строго установить соответствие между целями и функциональными задачами, решение которых обеспечит достижение поставленных целей. Структура СФМ должна соответствовать структуре СЦМ:

$$FT_i^n = [FT_1^{n+1} \wedge \dots \wedge FT_{i,j}^{n+1} \wedge \dots \wedge FT_{i,m}^{n+1}],$$

где $FT_i^n - i$ - я функциональная задача n -го уровня;

$FT_{i,j}^{n+1} - j$ - я функциональная задача $n+1$ -го уровня;

вня;

m – количество задач, на которые декомпозируется FT_i^n на $n+1$ уровне.

Наличие неопределенности в описании СЦМ и СФМ, что связано с начальными этапами анализа и синтеза АСУТРК, предполагают использование теоретико-множественного представления архитектуры системы, а именно: изоморфное отображение (каждая цель любого уровня достигается путем решения одной задачи) $C_{i,j} \rightarrow FT_{i,j}$; цель достигается путем решения подмножества задач $C_{i,j} \rightarrow \{FT_{i,j}\}$; множество целей достигается путем решения одной задачи $\{C_{i,j}\} \rightarrow FT_{i,j}$; подмножество целей достигается путем решения подмножества задач (общий случай) $\{C_{i,j}\} \rightarrow \{FT_{i,j}\}$.

Рассмотрим структуру СФМ для задач управления, которые связаны с транспортировкой нефти.

Главной функциональной задачей (GFT) на верхнем уровне управления ТРК является обеспечение своевременной контрактной поставки нефти потребителям при обязательном выполнении требований по экологической безопасности.

Для решения этой задачи рассмотрен комплекс задач управления магистральными нефтепроводами ($FTMT_i$):

$$GFT = \bigwedge_{i=1}^m FTMT_i,$$

где m – количество магистральных нефтепроводов.

На этом уровне АСУТРК решаются задачи по планированию, координации и контролю работы головных перекачивающих станций, резервуарных парков и эксплуатационных участков.

На следующем уровне представления АСУТРК рассматриваются следующие задачи управления: головными перекачивающими станциями ($FTGS_i$); резервуарными парками ($FTRP_j$); магистральными

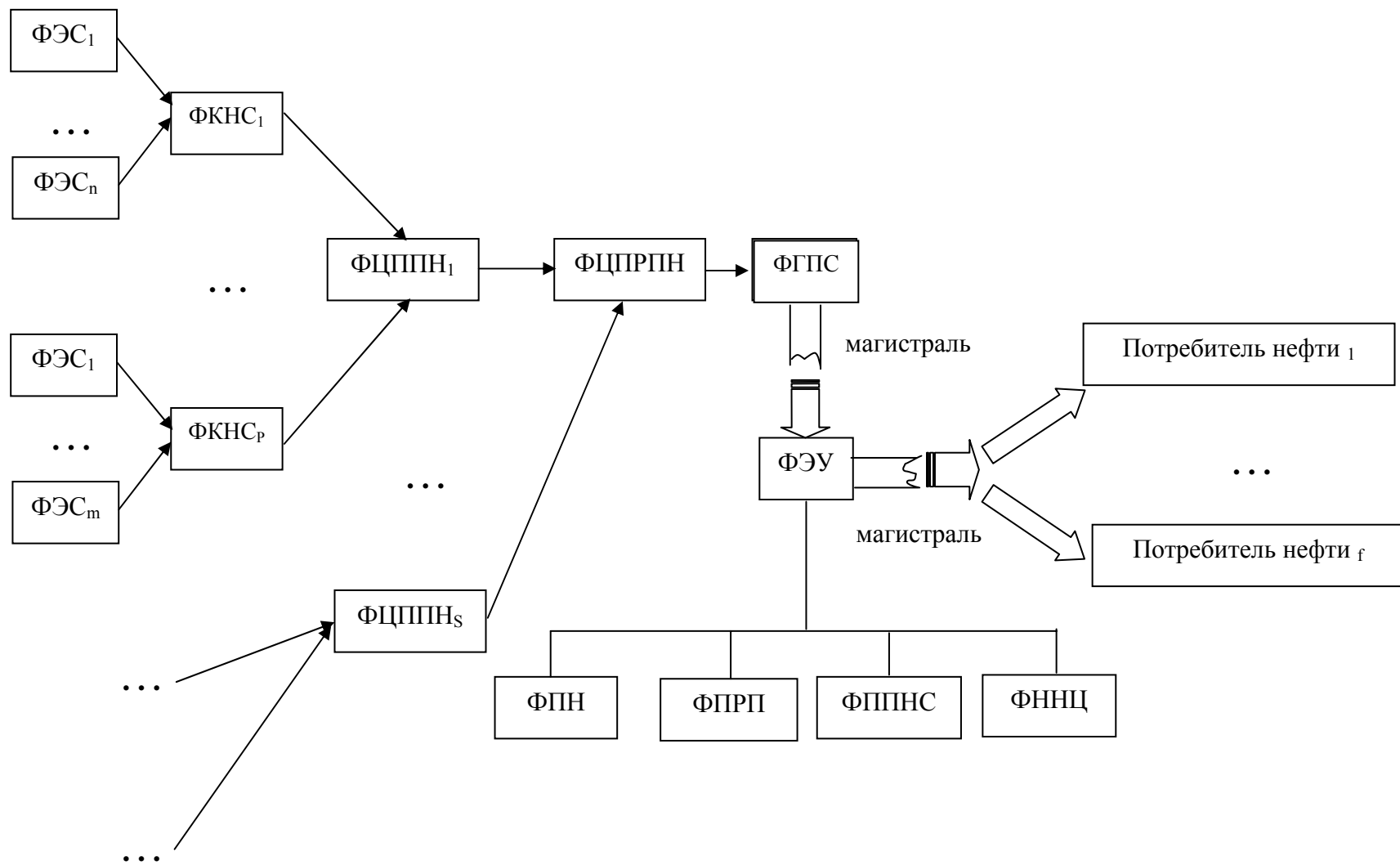


Рис. 1. Функциональная структура ТРК добычи нефти

эксплуатационными участками нефтепроводов ($FTEU_k$).

С использованием PCA этот уровень системной функциональной модели АСУТРК можно представить следующим образом:

$$FTMT = [(Y_{i=1}^{p} FTGS_i) \wedge (Y_{j=1}^{m} FTRP_j) \wedge (Y_{k=1}^{n} FTEU_k)],$$

где p – количество головных перекачивающих станций;

m – количество резервуарных парков;

n – количество магистральных эксплуатационных участков.

На уровне отдельного эксплуатационного участка реализуются функции оперативного планирования, диспетчирования, координации и контроля работы отдельных технологических систем, которые обеспечивают нормальную работу эксплуатационного участка. На этом уровне АСУТРК решаются следующие задачи управления: перекачивающими насосными станциями ($FTPS$); промежуточными резервуарными парками ($FTPRS$); подпорными насосными станциями ($FTPNS$); наливными насосными станциями ($FTNNS$); линейными участками трубопроводов ($FTLU$).

С использованием PCA этот уровень управления можно описать следующим образом:

$$FTEU = [FTPS \wedge FTRS \wedge FTPNS \wedge FTNNS \wedge ETLU].$$

На самом нижнем уровне АСУТРК реализуются задачи, решение которых обеспечивает устойчивое

функционирование территориально-распределенных компаний: регулирования параметров системы; контроль параметров системы; программное управление режимами работы отдельных составляющих системы.

Выводы

Таким образом, в работе в результате анализа уровней и задач управления ТРК были сформированы системные модели АСУТРК, которые позволили структурировать многоуровневую систему управления территориально-распределенной компанией с позиций системного анализа, что позволяет использовать предложенный подход в задачах развития ТРК, а также модернизации и реинжиниринга.

Литература

1. Петров Э.Г., Чайников С.И., Овезгельд-нев А.О. Методология структурного системного анализа и проектирование крупномасштабных ИУС. – Х.: Рубикон, 1997. – 140 с.
2. Глушков В.М. Теория алгоритмов и формирование преобразования микросхем. – М.: Кибернетика, 1966. – С. 15-24.

Поступила в редакцию 10.08.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.