



## СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ДОБЫЧИ, ПЕРЕРАБОТКИ И ТРАНСПОРТА ГАЗА

*Нефедов Л.И., Шевченко М.В., Кудырко О.Н.*

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

*В статье рассмотрено существующее направление разработки информационных технологий и их роль в управлении качеством. Разработанная структурная модель информационной технологии может быть использована для синтеза системы управления качеством добычи, переработки и транспорта газа.*

*Ключевые слова: синтез, управление, система качества, информационная технология, структурная модель.*

**Постановка проблемы и анализ публикаций.** Разработка систем управления качеством (СУК) в настоящий момент приобретает все большее значение, поскольку рыночная борьба и конкуренция заставляет предприятия выходить на новые уровни. Возможность использования персональных компьютеров при моделировании и в работе систем управления качеством ставит перед исследователями новые задачи, связанные с разработкой информационных технологий и систем. В общем случае СУК – это система управления для направленности и контроля деятельности организации относительно качества [1]. Следовательно, для осуществления управления качеством и адекватного функционирования СУК, необходимо разрабатывать новые информационные технологии, которые позволят повысить эффективность при управлении структурами, процессами и ресурсами.

Современные информационные технологии – это процессы, использующие совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта), целью которых является производство информации для ее анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия [2]. Информационные технологии позволяют управлять большими потоками информации с применением вычислительной техники, проникая во все сферы производства. Они представляют собой, в общем случае, комплекс технических наук, обеспечивающих организацию современного общества.

Основные исследования в сфере газовой промышленности по синтезу информационных автоматизированных технологий направлены на разработку SCADA-систем (Supervisory Control And Data Acquisition – супервизорное/диспетчерское управление и сбор данных) [3, 4], поскольку оно предназначено для функциональной поддержки на автоматизированном рабочем месте диспетчера верхнего уровня автоматизации, в том числе и на газодобывающих предприятиях [3] и обеспечивает интерфейс «человек–машина». Оказалось, что большинство задач, стоящих перед создателями программного обеспечения верхнего уровня автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) различных отраслей промышленности, достаточно легко поддается унификации, потому что функции оператора/диспетчера практически любого производства достаточно унифицированы и легко поддаются формализации.

Таким образом, базовый набор функций SCADA-систем предопределен ролью этого программного обеспечения в системах управления и реализован практически во всех пакетах. Это:

- сбор информации с устройств нижнего уровня (датчиков, контроллеров);
- приём и передача команд оператора-диспетчера на контроллеры и исполнительные устройства (дистанционное управление объектами);



- сетевое взаимодействие с информационной системой предприятия (с вышестоящими службами);
- отображение параметров технологического процесса и состояния оборудования с помощью мнемосхем, таблиц, графиков и т.п. в удобной для восприятия форме;
- оповещение эксплуатационного персонала об аварийных ситуациях и событиях, связанных с контролируемым технологическим процессом и функционированием программно-аппаратных средств АСУ ТП с регистрацией действий персонала в аварийных ситуациях;
- хранение полученной информации в архивах;
- представление текущих и накопленных (архивных) данных в виде графиков (тренды);
- вторичная обработка информации;
- формирование сводок и других ответных документов по созданным на этапе проектирования шаблонам.

Тем самым SCADA-системы отображают только одно из направлений использования компьютерных технологий для систем управления качеством, связанное с использованием такого типа систем для обеспечения автоматизации технологических процессов с использованием интерфейса пользователя на диспетчерском пункте.

Вопросам использования информационных технологий для управления и мониторинга качества добычи, переработки и транспорта газа, а также вопросам синтеза таких систем уделяется недостаточное внимание.

**Формулировка целей и постановка задачи.** Целью статьи является повышение эффективности добычи, переработки и транспорта газа за счёт разработки структурной модели информационной технологии автоматизированного синтеза системы управления качеством.

Для определения информационной технологии автоматизированного синтеза (ИТАС) системы управления качеством (СУК) на первом этапе производится анализ особенностей процессов добычи, переработки и транспорта газа и необходимости принятия решения по синтезу СУК. Необходимо произвести синтез системы управления качеством добычи, переработки и транспорта газа для газодобывающих предприятий и газотранспортной системы на участках подачи газа от газораспределительных пунктов до потребителей на основе анализа состояния, и выявления сильных и слабых сторон технического оснащения газодобывающих и газотранспортных систем.

**Результаты исследований.** Эффективность применения современных информационных технологий определяется соответствием уровней управления качеством и областей применения компьютерных технологий [5].

К наиболее важным направлениям использования компьютерных технологий на различных уровнях систем качества относят:

- контрольное место (диспетчерский пункт). На контрольном месте компьютерные технологии используют для управления и определения измеренных значений при работе с контрольными автоматами и измерительными машинами. Помимо этого они используются и в работе с простыми измерительными приборами для приема измеренных значений, исключая при этом возникновение ошибок передачи, обусловленных человеческим фактором. Повышение степени автоматизации приводит к более широкому использованию компьютерных технологий. При этом, граница между человеком и обрабатывающей компьютерной системой для определения величин проверяемых признаков становится все более четкой;
- управление контролем качества. Уровень управления контролем качества обеспечивает передачу необходимой информации и служит для уплотнения полученных на отдельном контрольном месте данных. Такое уплотнение может осуществляться тремя способами:



а) с помощью определения величин проверяемых признаков из измеренных значений за счет расчета или сравнения с заданными значениями;  
б) обработкой проверяемых признаков по статистическим методам;  
с) выводом корректировочных параметров для регулировки процесса. Задачи уровня управления контролем можно выразить алгоритмами и вследствие этого хорошо выполнить с помощью компьютеров;

– управление организацией. На этом уровне, включающем сохранение полученных в ходе контроля данных, определение расходов на контроль и анализ продукции, информационные технологии используются для передачи информации. При этом, необходимо осуществлять процесс по исследованию рынков, изменения потребностей и определению необходимых требований к продукции;

– управление качеством. Основной задачей на уровне управления качеством является оценка данных, полученных контролем. Как правило, этим занимается персонал организации, который использует в своей деятельности данные компьютерных программ. В рамках заводских сетей необходимо интегрировать систему передачи данных о качестве и делать акцент на мультимедийные компьютерные технологии [6].

Кроме того, модель информационной технологии автоматизированного синтеза системы управления качеством добычи, переработки и транспорта газа должна удовлетворять следующим требованиям:

– адекватно отражать цели объектов и процессов анализа и синтеза в целом и отдельных их частей, а также обладать полнотой отображения их функций;

– использовать методы представления, обеспечивающие учет профессионального опыта специалистов и пользователей в сочетании с формализованными методами описания отдельных этапов анализа и синтеза, адекватность которых должна соответствовать полноте и достоверности исходной информации;

– быть информативной как с точки зрения разработки объектов и процессов анализа и синтеза, так и с точки зрения оценок их инженерно-экономических и социально-экологических характеристик;

– обеспечивать разрешимость задач анализа и синтеза управленческих решений и их преемственность, означающую, что каждое последующее решение не должно приводить к необходимости принципиальной корректировки ранее принятых;

– быть формальной, что предполагает применение методов, обеспечивающих внесение структуры (логической и процедурной последовательности операций) в слабоструктурированный процесс синтеза, развития и реинжиниринга системы мониторинга качества и системы поддержки принятия решений;

– быть конструктивной, т.е. позволять ее реально использовать при создании как системы в целом, так и отдельных ее элементов. Это означает, что отдельные элементы (фрагменты) такой модели должны допускать нисходящую декомпозицию до уровня отдельных процедур и операций [7].

Первым этапом информационной технологии (рис. 1) является анализ исходной информации о добыче газа, которая определит необходимые процессы переработки и этапы транспорта газа и требования к СУК, а также позволит сформулировать следующий этап – формирование целей и задач СУК добычи, переработки и транспорта газа (ДПТГ). Основой СУК ДПТГ, в свою очередь, будут выступать система мониторинга ДПТГ, которая позволит получать все необходимые сведения об основных показателях качества газа, и система поддержки принятия решений (СППР), которая позволит формулировать рекомендации для управления качеством ДПТГ. После этапа формирования целей и задач СУК ДПТГ необходимо декомпозировать процессы добычи, переработки и транспорта газа на подпроцессы, выделив особенности каждого из подпроцессов. Это позволит выделить и определить основные критерии качества и показатели процессов для системы мониторинга качества.

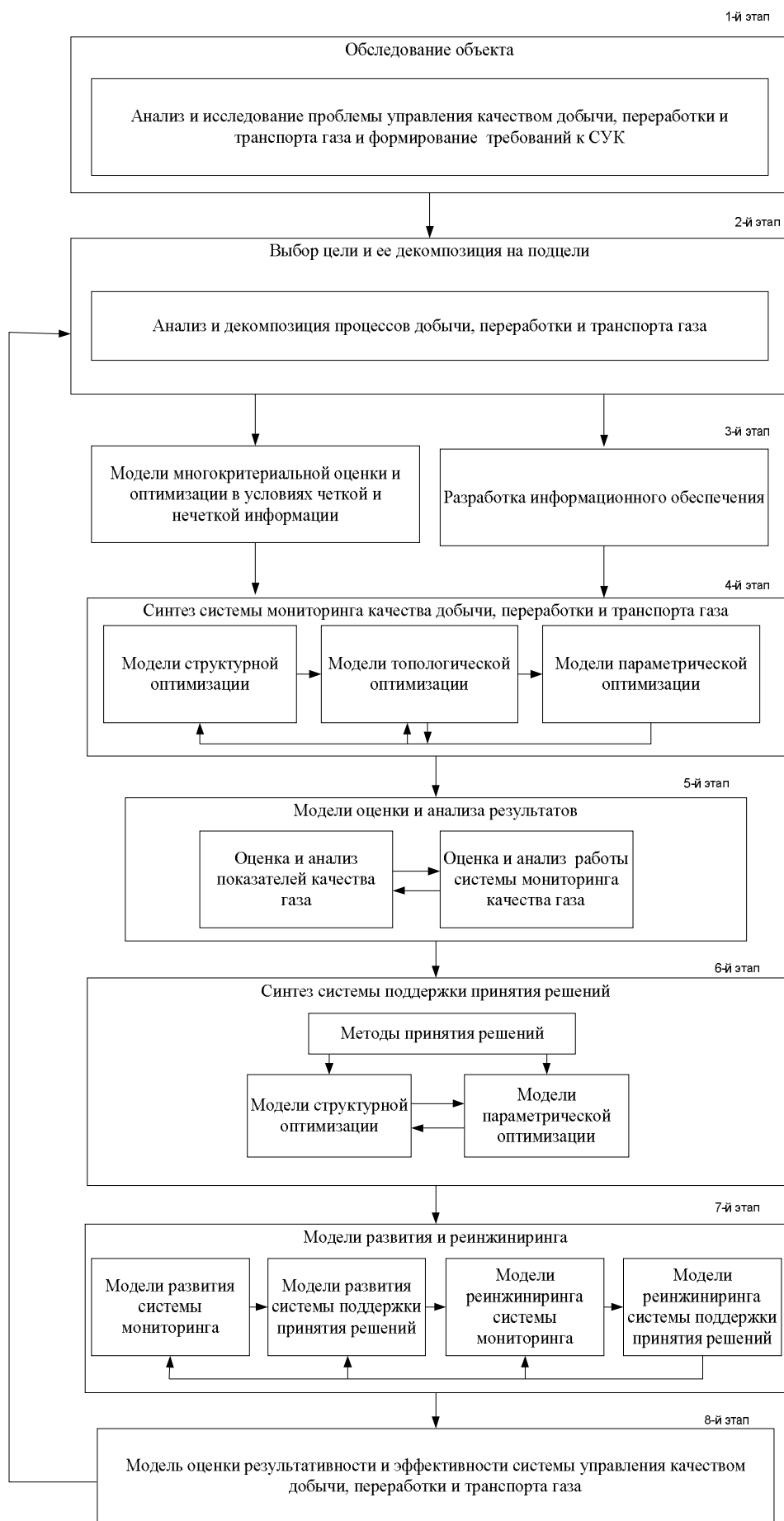


Рисунок 1 – Структура ИТАС СУК



Далее выбираются модели многокритериальной оценки и оптимизация параметров для системы мониторинга и системы поддержки принятия решений в условиях четкой и нечеткой информации, что определяется на первом этапе при анализе исходных данных [7, 8]. Проводится оценка и выбор оптимального решения в многокритериальной ситуации для частных задач исследования. Примерами ситуации, при которых возникает нечеткость информации, служат проектирование разработки месторождения по данным, полученным на нескольких разведочных скважинах, выбор метода и параметров обработки призабойной зоны пласта и т.д. Помимо естественной неопределенности, такой, например, как коллекторские свойства пласта, неопределенность обуславливается также невозможностью проведения полного обследования фонда скважин вследствие ограниченности времени и материальных и людских резервов [9].

На следующем этапе разрабатывается информационно-нормативное обеспечение процесса управления качеством, представляющее собой автоматизированный банк данных, включающий в себя базы данных различной направленности и систему управления, регулирующую механизм доступа к ним в зависимости от запросов и требований системы мониторинга и системы поддержки принятия решений. Информационно-нормативное обеспечение ориентировано главным образом на хранение, выбор и модификацию постоянно существующей информации. Разработка эффективного автоматизированного банка данных (АБД) – совокупности структурированных данных в виде баз данных (БД) и системы управления базами данных (СУБД) – состоит из нескольких этапов [10]. Процесс начинается с анализа требований к системе мониторинга качества добычи, переработки и транспорта газа и СППР, и выявления элементов БД. Для создания базы данных необходимо располагать описанием выбранной предметной области, охватывающим реальные объекты и процессы, а также определить все необходимые источники информации для удовлетворения предполагаемых запросов пользователей и потребности в обработке данных. На основе такого описания определяются состав и структура данных предметной области, которые должны находиться в базе и обеспечивать выполнение необходимых запросов и задач пользователей. Структура данных предметной области может отображаться информационно-логической моделью, на основе которой легко создается реляционная база данных. На втором шаге необходимо создать логическую структуру БД и провести процесс нормализации отношений для эффективной работы БД. Физическое проектирование – заключительный шаг, на котором отдельные элементы данных получают атрибуты и в зависимости от назначения БД определяется их форма [10, 11].

В конце процесса проектирования должна образоваться не только гибкая БД, но и продуктивная, в которой комплекс программных и языковых средств, СУБД организует поиск необходимой информации, а также обеспечивает управление базой моделей.

Существующие в данный момент системы мониторинга ориентированы в основном на транспорт и не учитывают особенности добычи и переработки. Следовательно, на следующем этапе, необходимо разработать и реализовать модель синтеза системы мониторинга ДПТГ, которая будет отслеживать и фиксировать в реальном времени в заданных точках выбранные на предыдущих этапах показатели качества и направлять полученную информацию на пункты контроля для ее сбора, а затем на диспетчерский пункт. Обобщенная модель синтеза системы мониторинга обладает большой размерностью, поэтому проводится ее декомпозиция на модели структурной оптимизации, топологической и параметрической оптимизации, следуя основным принципам декомпозиционного подхода, когда каждый предыдущий этап должен сужать область допустимых решений последующего этапа, а результаты, принятые на нижележащих уровнях, учитываются при коррекции решений вышележащих уровней, так как в таком виде ее решение связано с большими вычислительными затратами. При этом каждая из моделей оптимизации структурно-топологического и параметрического синтеза также может быть декомпозирована на модели меньшей размерности [12].

На следующем этапе необходимо провести оценку и анализ полученных с помощью системы мониторинга результатов, которые позволят оценить качество поступающего после добычи и переработки продукта на транспорт. Следует учитывать, что погрешности системы мониторинга также будут оказывать влияние на качество исходного продукта. В связи с этим, следующим этапом будет оценка и анализ синтезированной системы мониторинга. Обобщение данных этих двух этапов позволит сформулировать основные требования для синтеза системы поддержки принятия решений (СППР), которая позволит формировать и реализовывать основные рекомендации и управляющие воздействия для системы управления качеством ДПТГ. Существует достаточно много определений для СППР. СППР – это система, включенная в организационную среду и оказывающая помощь лицу, принимающему решения (ЛПР) в получении приемлемых решений неструктурированных проблем и включающая в себя следующие этапы: анализ ситуаций и постановка задач, формирование и выбор вариантов решений, организация выполнения решений, контроль выполнения решений (рис. 2) [13].

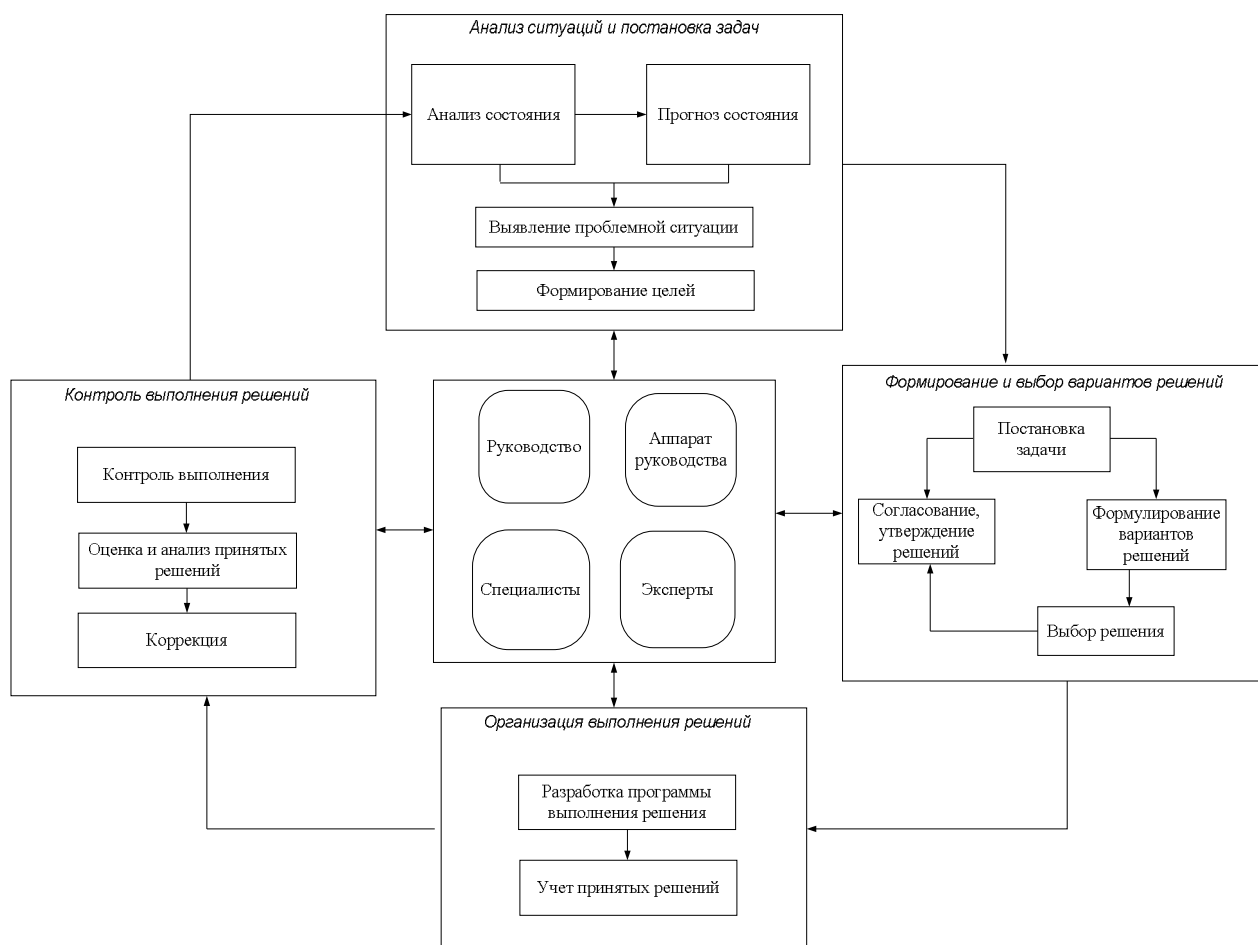


Рисунок 2 – Схема функционирования СППР

Обобщенно можно отметить, что СППР – используются для решения в режиме диалога плохо структурированных задач, для которых характерна неполнота входных данных, недостаточность имеющихся стандартных процедур принятия решений, неясность целей и ограничений. Основные задачи, решаемые в СППР, согласно [14] – ввод данных, хранение данных и анализ данных. Согласно [15] в СППР объединяются на общей основе подходы, характерные для следующих направлений исследований:

- принятие решений;
- извлечение и представление знаний;
- построение человеко-машинных (диалоговых) систем.



Таким образом, СППР являются человеко-машинными системами, которые позволяют лицам, принимающим решения, использовать данные, знания, объективные и субъективные модели для анализа и решения слабоструктурированных проблем.

Следовательно, как основу СППР возможно использовать информационно-справочное обеспечение, которое будет поддерживать диалог и с пользователем, и с системой мониторинга. СППР должна содержать ряд модулей, которые обеспечат интерфейс, управление данными, блок моделей, используемых для принятия решений и обеспечивающих, в ряде случаев, сложный многомерный и многокритериальный анализ, а также инструментальные средства моделирования.

На следующем этапе необходимо оценить эффективность синтезированных систем (мониторинга и СППР) и оценить результативность их работы, обобщенное значение которой позволит определить и результативность всей СУК.

Развитие газодобывающего промысла, бурение новых скважин и формирование «кустов» позволяет сформулировать необходимость развития систем мониторинга и СППР, соответственно, тем самым будет происходить и укрупнение СУК, развитие новых информационных технологий в области мониторинга, поддержки принятия решений, а также самих процессов добычи, переработки и транспорта газа в определенный момент сформирует этап реинжиниринга. Под развитием при этом понимаем исследование появляющихся новых подсистем, их характеристик и параметров, с целью объединения их с исходной, уже существующей системой в некоторой исходной форме с последующей реализацией. При этом под новыми подсистемами подразумеваются как появляющиеся новые скважины, так и укрупнение самой системы мониторинга и появление новых диспетчерских пунктов (для децентрализованных систем). Под реинжинирингом понимаем исследование (изучение, обследование) и перестройку исходной системы с целью ее воссоздания в новой форме с последующей реализацией этой новой формы.

Укрупнение первоначальной газодобывающей системы поставит проблему, связанную со старением унаследованных (исходных) систем мониторинга и СППР. Унаследованные системы не смогут обеспечивать такую же эффективность работы и быстроедействие как новые, появляющиеся после развития элементы. Следовательно, завершающим этапом в развитии СУК ДПТГ будет этап разработки и реализации модели реинжиниринга системы мониторинга и СППР, а также оценка и анализ этих систем после реинжиниринга. Задачи, решаемые при развитии и реинжиниринге, подразумевают разработку обобщенных моделей и их декомпозицию на частные модели структурной оптимизации, топологической и параметрической оптимизации, следуя основным принципам декомпозиционного подхода и в соответствии с процедурой синтеза.

Все задачи оптимизации принятия решений помимо многокритериальности на всех этапах, являются задачами линейного дискретного программирования с булевыми переменными.

Разработана прикладная информационная технология автоматизированного синтеза системы управления качеством добычи, переработки и транспорта газа, позволившая, в отличие от известных подходов, структурировать процесс синтеза и определить последовательность процедур принятия решений по структурно-топологической и параметрической оптимизации комплексно по многим критериям.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2005, IDT) : ДСТУ ISO 9000-2007 – К. : Держспоживстандарт України. – [Чинний від 2008-01-01] – 2008. – 29 с. – (Національний стандарт України).
2. Румянцева Е. Л. Информационные технологии / Е. Л. Румянцева, В. В. Слюсарь – М. : Форум, Инфра-М, 2007. – 256 с.



3. Андреев Е. Б. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа : учебное пособие для вузов / [Е. Б. Андреев, А. И. Ключников, А. В. Кротов и др.]. – М. : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 399 с.
4. Маргулов Р. Д. Организация управления газодобывающим предприятием / Р. Д. Маргулов, В. Г. Тагиев, Ш. К. Гергедава. – М. : Недра, 1981 – 239 с.
5. Фомичев С. К. Основы управления качеством : учеб. Пособие / С. К. Фомичев, А. А. Старостина, Н. И. Скрябина. – К. : МАУП, 2002. – 192 с.
6. Применение информационных технологий в управлении качеством [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.znaytovar.ru/new1122.html>.
7. Нефедов Л. И. Методологические основы синтеза офисов по управлению программами и проектами : монография / Л. И. Нефедов, Ю. А. Петренко, М. В. Шевченко, А. Б. Биньковская. – Харьков : ХНАДУ, 2012 – 296 с.
8. Петров Э. Г. Территориально распределенные системы обслуживания / Э. Г. Петров, В. П. Писклакова, В. В. Бескоровайный – К. : Техніка, 1992 – 208 с.
9. Мирзаджанзаде А. Х. Основы технологии добычи газа / А. Х. Мирзаджанзаде, О. Л. Кузнецов, К. С. Басниев, З. С. Алиев. – М. : ОАО «Издательство Недра», 2003. – 880 с.
10. Хомоненко А. Д. Базы данных : учебник для высших учебных заведений / А. Д. Хомоненко, В. М. Цыганков, М. Г. Мальцев ; под ред. проф. А. Д. Хомоненко. – СПб. : КОРОНА-Век, 2009. – 736 с.
11. Базы данных : учеб. Пособие / А. В. Кузин, С. В. Левонисова. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.
12. Нефедов Л. И. Структурная модель информационной технологии автоматизированного синтеза системы мониторинга транспорта газа / Л. И. Нефедов, М. В. Шевченко, О. В. Василенко // Восточно-европейский журнал передовых технологий – 2009. – № 6/2 (42)– С. 12-15.
13. Блюмин С. Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С. Л. Блюмин, И. А. Шуйкова. – Липецк : ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
14. Методы и модели анализа данных : OLAP и Data-mining / [А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко и др.] – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
15. Ларичев О. И. Система поддержки принятия решений : современное состояние и перспективы развития / О. И. Ларичев, А. Б. Петровский // Итоги науки и техники. – М. : ВИНТИ, 1987, – Т. 21. – С. 131-164.

**Нефедов Л. И., Шевченко М. В., Кудирко О. М.** СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО СИНТЕЗУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИДОБУТКУ, ПЕРЕРОБКИ І ТРАНСПОРТУ ГАЗУ

*У статті розглянуто існуючий напрямок розробки інформаційних технологій та їх роль в управлінні якістю. Розроблена структурна модель інформаційної технології може бути використана для синтезу системи управління якістю видобутку, переробки та транспорту газу.*

*Ключові слова: синтез, управління, система якості, інформаційна технологія, структурна модель.*

**Nefedov L. I., Shevchenko M. V., Kudyrko O. N.** STRUCTURAL MODEL OF INFORMATION TECHNOLOGY AUTOMATED SYNTHESIS OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF EXTRACTION, PROCESSING AND TRANSPORT OF GAS

*The current direction of development of information technologies and their role in quality management have been examined. A structural model of information technology can be used for the synthesis of the quality management extraction system, processing and gas transportation.*

*Keywords: synthesis, management, quality control system, information technology, structural model.*

Статтю прийнято  
до редакції 9.04.14.