

Заключение

Представлен программный комплекс исследования автоматических регуляторов «АКИАР». Рассмотрены его структура, функциональные возможности, а также преимущества и ряд особенностей, отличающих его от аналогичных продуктов. Приведено краткое описание языка функциональных блок-диаграмм (FBD) и библиотеки функциональных блоков «АКИАР».

В заключение дан пример программирования на языке FBD простейшего алгоритма управления

реальным технологическим процессом. На рассмотренном примере автоматизации системы ГВС получено представление о работе комплекса «АКИАР» в общем; составлении блок-схем на функциональных блоках, моделировании переходных процессов и получении оптимальных результатов настройки в частности. Программный комплекс «АКИАР» имеет возможности для совершенствования создания алгоритмов управления и автоматизации технологических процессов различной степени сложности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А. SCADA-системы: программистом можешь ты не быть... // СТА. – 1996. – № 1. – С. 32–35.
2. IEC 65B/373/CD, Voting Draft – IEC 61131-3. Programmable controllers. Part 3: Programming languages, 2nd Ed – International Electrotechnic Commission, 1993.
3. Зюбин В.Е. К пятилетию стандарта IEC 1131-1. Итоги и прогнозы <http://www.msclub.ce.cctpu.edu.ru/plc/iec1131.htm>
4. Зюбин В.Е. Программирование ПЛК: языки МЭК 61131-3 и возможные альтернативы // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. – № 11. – С. 31–35.
5. Протокол MODBUS. Протоколы обмена приборами фирмы «Взлёт». Руководство пользователя – СПб.: ЗАО «Взлёт». – 2000. – С. 39–52.
6. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация.

Поступила 09.10.2007 г.

УДК 658.012.011.56:681.324

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИИ

С.А. Богдан, А.В. Кудинов, Н.Г. Марков, С.С. Родикевич*

Институт «Кибернетический центр» ТПУ

*ОАО «Востокгазпром», г. Томск

E-mail: gislab@ce.cctpu.edu.ru

Рассмотрена специфика диспетчерского управления в газодобывающей компании, предлагается корпоративная геоинформационная система «Магистраль-Восток» для управления газодобывающими предприятиями, описывается опыт внедрения этой системы в ОАО «Востокгазпром».

Введение

При анализе проблем автоматизации диспетчерского управления на предприятиях газовой отрасли чаще всего в фокусе внимания оказываются проблемы автоматизации диспетчерских служб газотранспортных предприятий. Большинство существующих как методологических, так и технических решений, аппаратно-программных комплексов и систем автоматизации направлены на решение задач диспетчеризации транспорта газа [1]. Не менее актуальна проблема автоматизации диспетчерских служб газодобывающих предприятий. Внедрение систем автоматизации диспетчерских служб позволит объединить информационные потоки различных служб предприятия и упростить тем самым их взаимодействие, что поможет в итоге повысить оперативность принятия управленческих решений и снизить затраты на достижение основных плановых показателей.

В данной работе рассматривается решение задачи автоматизации диспетчерских служб газодобывающего предприятия путем организации автоматизированного рабочего места (АРМ) диспетчера в рамках геоинформационной системы управления производством «Магистраль-Восток».

Задачи диспетчерского управления в газодобывающей компании

Поскольку объекты добычи и подготовки углеводородного сырья (УВС) на газовых промыслах одной газодобывающей компании часто находятся в труднодоступных районах, распределены по большой территории, очевидно, что диспетчерское управление в такой компании должно иметь иерархическую и многоуровневую структуру (диспетчеры месторождения – производственно-диспетчерская служба – ПДС; диспетчер предприятия – центральная производственно-диспетчерская служба – ЦПДС).

Задача диспетчера ЦПДС – обеспечение выполнения плана по добыче, подготовке и транспортировке УВС до магистральных трубопроводов в условиях ограничений, которые накладывают:

- *геологическая служба* – планируемые и реальные уровни добычи УВС;
- *технологическая служба* – мощности комплексов по переработке УВС (установок комплексной подготовки, переработки газа, установок деэтанзации скважинного конденсата);
- *диспетчерские службы смежных нефте- и газотранспортных предприятий* – коридоры давлений, которые необходимо поддерживать на входах магистральных газопроводов.

Диспетчеры ЦПДС обеспечивают предоставление всем производственным подразделениям, руководству предприятия, диспетчерским службам нефте- и газотранспортных предприятий (НГТП), а также вышестоящим организациям (например, ОАО «Газпром») сводной обработанной информации о текущем состоянии производства. Для этого требуется своевременное и бесперебойное обеспе-

чение ЦПДС достаточным объемом исходной (от автоматизированных систем управления технологическими процессами – АСУ ТП и узлов учета УВС), агрегированной и расчетной информации от всех ПДС месторождений (промыслов).

На рис. 1 отражены основные этапы планирования производственных показателей и формирования по фактическим данным производственной отчетности (отчетов и сводок) в газодобывающей компании. Технологическая служба предприятия ежегодно формирует план добычи, подготовки и сдачи газа и конденсата (нефти), который определяет работу предприятия на год. В плане определяются основные показатели добычи по промыслам и месторождениям, прогнозируются товарные и нетоварные расходы УВС, а также показатели сдачи по потребителям.

«Годовой план добычи, подготовки и сдачи газа и конденсата» совместно с оперативными данными о ходе разработки, полученными с «Диспетчерского листа», является основой для ежемесячного формирования геологической службой «Технологического режима работы скважин», который определяет ре-

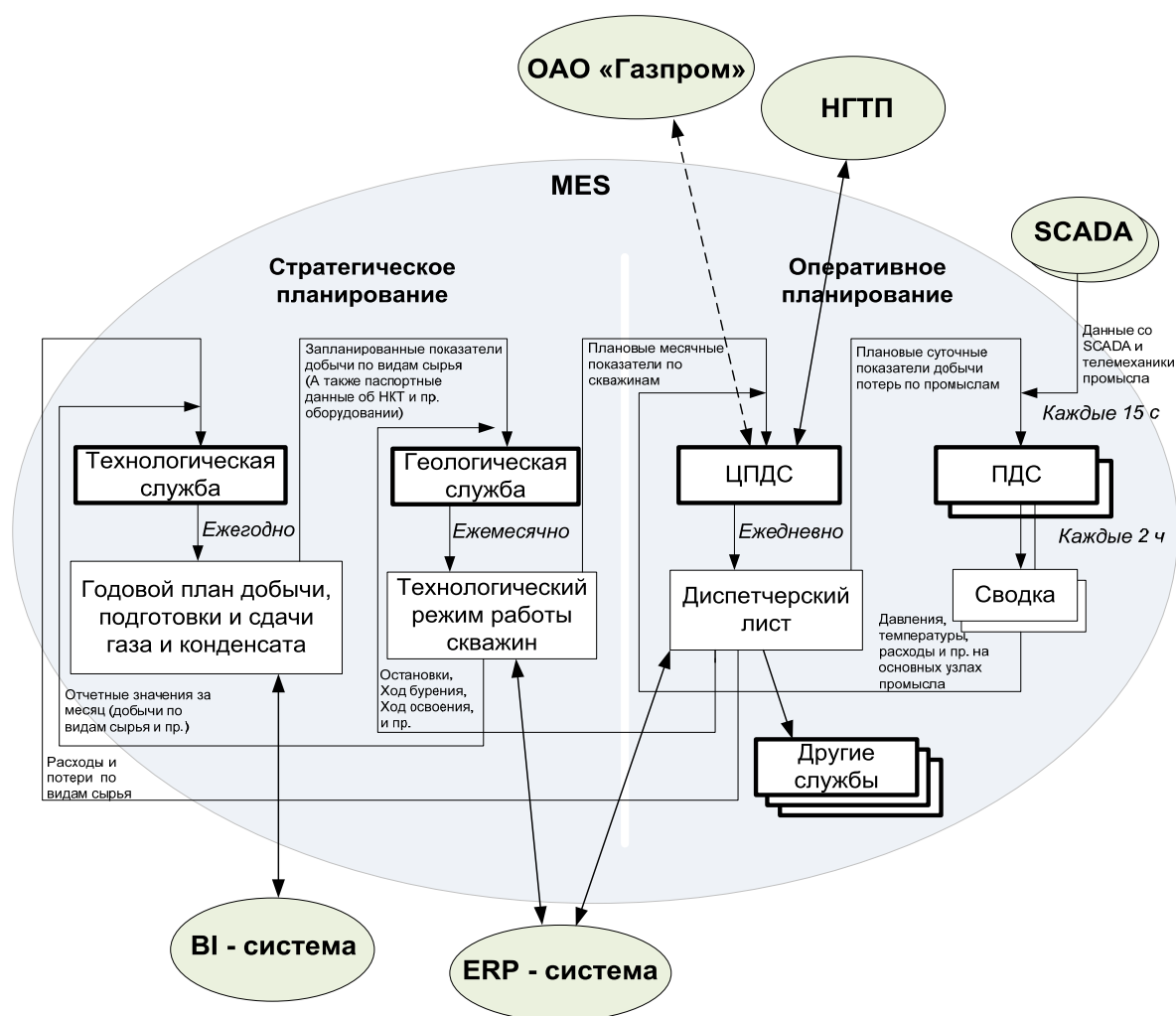


Рис. 1. Место MES в информационном пространстве газодобывающего предприятия

жим работы каждой скважины месторождения, обязательный к соблюдению в течение месяца для достижения заданных дебитов УВС.

На основании этих планов и фактических данных (сводок) от всех ПДС промыслов в ЦПДС ежедневно формируется отчет «Диспетчерский лист», который содержит агрегированную информацию о выполнении плана по добыче, подготовке и сдаче УВС. Отчет также содержит информацию о ходе работ на промыслах, остановках скважин, потерях УВС, режимах работы агрегатов, давлениях, температурах, расходах и энергозатратах на основных узлах производства. Часть данных «Диспетчерского листа» характеризует целые сутки, а другая часть заполнена за каждые два часа. Это позволяет оценить динамику процесса в течение прошедших суток.

Ежесуточный план является заданием для диспетчеров ПДС промыслов (месторождений), где происходит мониторинг состояния оборудования в реальном времени и оперативное управление добычей и подготовкой УВС для достижения заданных суточных плановых показателей. Каждые два часа диспетчеры ПДС собирают информацию от различных промысловых служб предприятия, например, химических лабораторий, геологической службы, цехов и т. д., которая совместно с требуемой на верхнем уровне управления частью технологических данных от АСУТП передается в ЦПДС.

Проблемы автоматизации производственно-диспетчерских служб

Рассмотренный цикл сбора данных и обмена информацией между диспетчерскими службами и другими участниками производственной деятельности может быть реализован в рамках распределенной автоматизированной системы управления производством, т. е. системы класса MES (*Manufacturing Execution System*). Внедрение таких систем позволяет объединить информационные потоки различных производственных служб предприятия и упростить тем самым их взаимодействие, что поможет также повысить оперативность принятия управленческих решений. Именно такая система должна иметь в своем составе подсистемы, позволяющие автоматизировать деятельность производственно-диспетчерских служб, занимающих центральное место среди производственных подразделений газодобывающей компании. Место MES-систем в информационном пространстве газодобывающего предприятия представлено в обобщенном виде на рис. 1.

Эта система в общем случае обменивается данными с упомянутыми АСУТП промыслов, с информационными системами НГТП и с системой управления Центральным производственно-диспетчерским департаментом (ЦПДД) ОАО «Газпром» или с системой управления иной вышестоящей организации. Более того, MES должна интегрироваться по данным с ERP-системой предприятия и BI-системой (*Business Intelligence*), предназначен-

ной для глубокого анализа финансово-экономической и производственной информации. Следует отметить, что дополнительным преимуществом внедрения MES является возможность использования всего комплекса производственно-технологических и иных данных для решения задач оптимизации (часто решаемых в рамках BI-систем), что позволяет снизить затраты на достижение основных плановых показателей производства.

На наш взгляд, на процесс разработки и внедрения MES для газодобывающего предприятия, позволяющих автоматизировать работу диспетчерских служб, оказывают влияние следующие факторы. Первым фактором, усложняющим разработку и внедрение MES, можно считать то, что на некоторых этапах производственных процессов чаще всего используются разнородные средства автоматизации, которые формируют данные, являющиеся основой для принятия решений диспетчерами разных уровней [2]. Часть этих средств функционирует в пределах замкнутых технологических компьютерных сетей, не имеющих выхода в офисные сети предприятия. Следовательно, актуальным является решение задачи интеграции данных и функций уже имеющихся на предприятии разнородных средств автоматизации, с возможностью доступа к ним диспетчера в рамках единой информационной системы предприятия, в том числе и с удаленных рабочих мест. Следующий фактор — невысокая квалификация диспетчеров в области информационных технологий. Пользователи системы являются специалистами в своей предметной области и обладают ограниченными познаниями в области информационных технологий, которые, как правило, сводятся к начальным навыкам использования офисного программного обеспечения (текстовый редактор, электронная таблица, почтовый клиент, веб-браузер). Как следствие, внедряемая система должна иметь как можно более простой пользовательский интерфейс. Обязательным условием успешного внедрения становится обучение пользователей, желательно с последующим тестированием. Если не учитывать эти факторы, то при внедрении MES возникает ряд организационно-технических проблем.

Существуют проблемы подключения АСУ ТП к MES. Дело в том, что при отсутствии автоматизации диспетчерской службы данные от АСУ ТП попадают к потребителям этих данных через посредников в лице диспетчеров (рис. 2).

При этом данные претерпевают множество изменений, таких как преобразование единиц измерения, уточнение и т. д. Кроме того эти данные передаются по цепочке: от конкретного специалиста той или иной производственной службы промысла через диспетчера ПДС до диспетчера ЦПДС и при этом могут подвергаться корректировке. Часто бывает так, что никто из этой цепочки не знает всего алгоритма получения конкретного показателя. Поэтому при автоматизации диспетчерских служб на

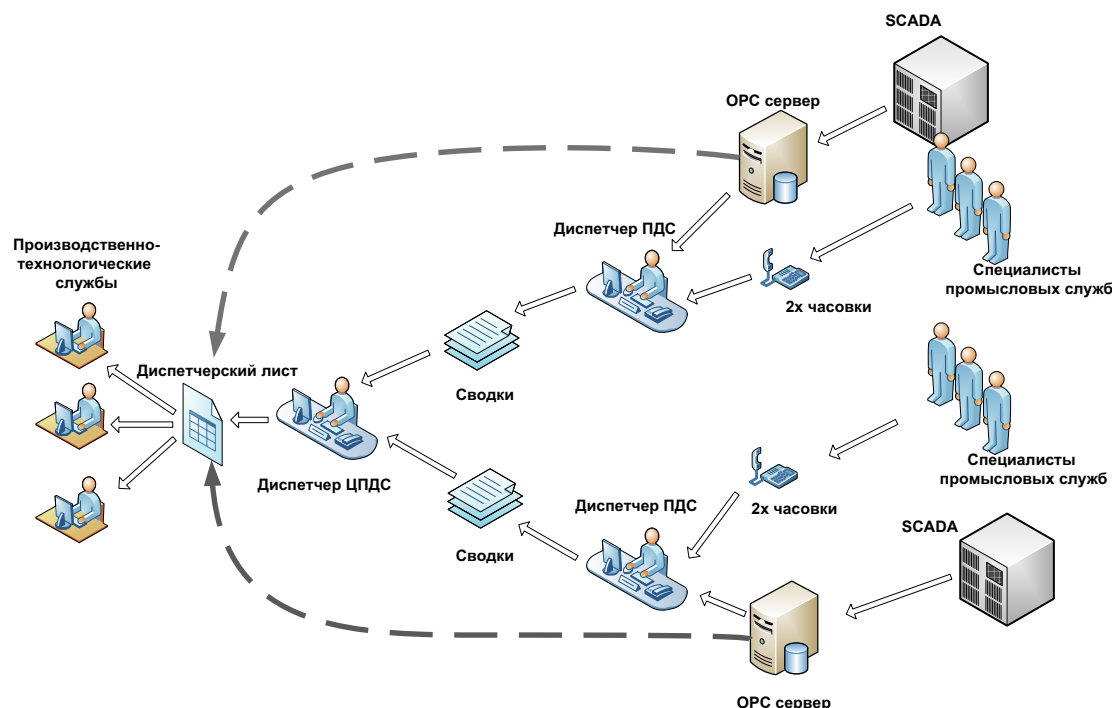


Рис. 2. Этапы автоматизации процессов получения данных от АСУ ТП: — путь данных на первом этапе автоматизации; — путь данных на последнем этапе

первом этапе необходимо строить систему, в которой человек является посредником между АСУ ТП и самой системой. Постепенно опуская такую систему на нижние уровни диспетчерского управления нужно исключать из цепочки как можно большее количество людей, заменяя их прямыми каналами данных от АСУ ТП, пока число людей не будет сведено до минимально возможного значения. При этом следует помнить о том, что в системе всегда должна быть предусмотрена возможность человеческого вмешательства в поток данных с целью его корректировки в случаях, когда та или иная АСУ ТП в некоторый момент времени не дает достоверных значений этих данных. Не следует забывать о проблеме ввода первичных данных. Для того, чтобы внедряемая система начала реально работать, необходимо ввести первичные данные: заполнить справочники, внести данные за прошлые периоды и т. д. Специалисты диспетчерских служб, где внедряется система, слабо мотивированы на выполнение этой работы. Поэтому оптимальным вариантом является внесение этой информации командой внедрения.

АРМ диспетчера в составе системы «Магистраль-Восток»

Институтом «Кибернетический центр» Томского политехнического университета разработана корпоративная геоинформационная система для управления производством газодобывающей компании (далее КГСУ «Магистраль-Восток»). Она предназначена для автоматизации деятельности различных производственных служб компании и поэтому ее можно отнести к MES [3].

Эта система позволяет автоматизировать решение следующих задач:

- получение производственно-технологической информации, характеризующей режимы эксплуатации месторождений, режимы функционирования оборудования добычи, подготовки и транспортировки УВС;
- выбор наиболее эффективных режимов работы описанных выше объектов;
- учет (паспортизация) технологического оборудования;
- планирование и контроль исполнения плановых сезонных, предупредительных, поверочных, ремонтных и других работ производственного и технологического характера;
- принятие решений при чрезвычайных ситуациях.

Остановимся более подробно на некоторых особенностях архитектуры КГСУ «Магистраль-Восток». Функционирование системы невозможно без обработки и предоставления информации, поступающей с нижестоящих уровней управления предприятием и, прежде всего, с газовых промыслов (месторождений). С этой целью разработан единый банк данных, построенный на базе промышленной СУБД Microsoft SQL Server 2000. Спроектирована и реализована унифицированная структура баз данных (БД) паспортной, плановой, производственной, картографической и технологической информации.

Решена задача унификации системы сбора данных о технологических процессах от различных внешних АСУ ТП по протоколу OPC (OLE for Pro-

cess Control), поддержка которого является стандартом для такого рода систем.

Структура КГСУ «Магистраль-Восток» является многоуровневой и иерархической, повторяя организационную структуру предприятия: уровень предприятия – уровень подразделения (промысла) – уровень участка (месторождения).

Каждая система управления, за исключением уровня предприятия, связана с вышестоящей системой, а также может иметь одну или более подчиненных систем. В рамках имеющихся связей системы управления обмениваются информацией. В соответствии с этим БД системы имеет распределенную структуру, поддерживаемую произвольным числом самостоятельных серверов.

В качестве базового механизма обмена данными между серверами различных уровней системы и серверами одного уровня используются встроенные средства репликации данных MS SQL Server 2000 и ее 3-х компонентная модель: издатель – распространитель – подписчик [4]. В силу своей разнородности и разнонаправленности весь объем информации, которым обмениваются сервера системы, можно разделить на несколько потоков: паспортная информация, технологическая информация, плановая информация, производственная информация, картографическая информация. Для передачи каждого из вышеперечисленных потоков используется свой механизм репликации с возможностью его гибкой настройки администратором системы.

Пользователи системы взаимодействуют с ней при помощи ряда автоматизированных рабочих мест, построенных по модульному принципу и имеющих унифицированный интерфейс. Ядро системы реализовано так, что автоматизированное рабочее место конкретного пользователя можно сформировать из произвольного набора модулей (подсистем), реализующих те или иные ее функции.

В настоящий момент система состоит из 10 подсистем; имеются развитые инструментальные средства для адаптации ее к особенностям конкретной газодобывающей компании [4].

Для обеспечения процесса диспетчерского управления газодобывающей компании КГСУ «Магистраль-Восток» включает в себя автоматизированное рабочее место диспетчера производственно-диспетчерских служб разных уровней. При этом поддерживается автоматический обмен данными как между разными уровнями управления (ПДС месторождения – ПДС промысла – ЦПДС компании), так и в пределах служб одного уровня. Кроме того, возможна поддержка информационного канала с внешними системами управления, например, ЦПДС ОАО «Газпром» или СУ НГТП.

Автоматизированное рабочее место диспетчера включает подсистемы производственного планирования, формирования диспетчерского листа и форм ручного ввода, визуализации оперативно-технологической информации и трендов, визуализации

мнемосхем и технологических схем, картографическую подсистему, подсистему ведения журнала событий, паспортизации оборудования, построения отчетов и др. Рассмотрим более подробно возможности основных из этих подсистем.

Подсистема производственного планирования. Позволяет формировать планы мероприятий и работ, производственных показателей, в том числе на основе предыдущих планов, контролировать их выполнение, удобным образом осуществлять поиск и просмотр плановой информации.

Подсистема формирования диспетчерского листа и ручного ввода позволяет в удобном и привычном для диспетчера виде формировать и просматривать таблицы, содержащие важнейшие производственные показатели, характеризующие работу предприятия.

Подсистема визуализации мнемосхем технологических процессов позволяет диспетчеру оперативно контролировать производство (прежде всего процесс подготовки газа и газоконденсата) наиболее удобным для этого способом – при помощи графических мнемосхем, динамически меняющихся при поступлении оперативных данных (рис. 3).

Подсистема визуализации карт и технологических схем. Подсистема предназначена для предоставления функций просмотра цифровых карт и внесмасштабных технологических схем.

Подсистема визуализации оперативно-технологической информации и трендов. Подсистема реализует следующие основные группы функций:

- просмотр списка технологических параметров, в котором отображаются их основные атрибуты, сортировка и фильтрация отображаемого списка;
- просмотр дополнительных атрибутов конкретных параметров;
- просмотр истории изменения параметров в табличной и графической форме (тренды технологических параметров) за выбранный пользователем период;
- слежение за изменением значений технологических параметров в табличной и графической форме в режиме реального времени.

Для пользователей доступен размещенный в БД набор векторных или растровых карт различных масштабов, а также внесмасштабных технологических схем. Графическим ядром подсистемы является ГИС-библиотека MapInfo MapX 4.0, что позволяет использовать широкий набор векторных карт популярного формата MapInfo.

При помощи данной подсистемы диспетчер может решать задачи локализации аварийных участков, прокладки маршрута выезда аварийной бригады и др.

Подсистема ведения журнала событий. Реализуются следующие функции:

- сигнализация при возникновении аварийной ситуации;

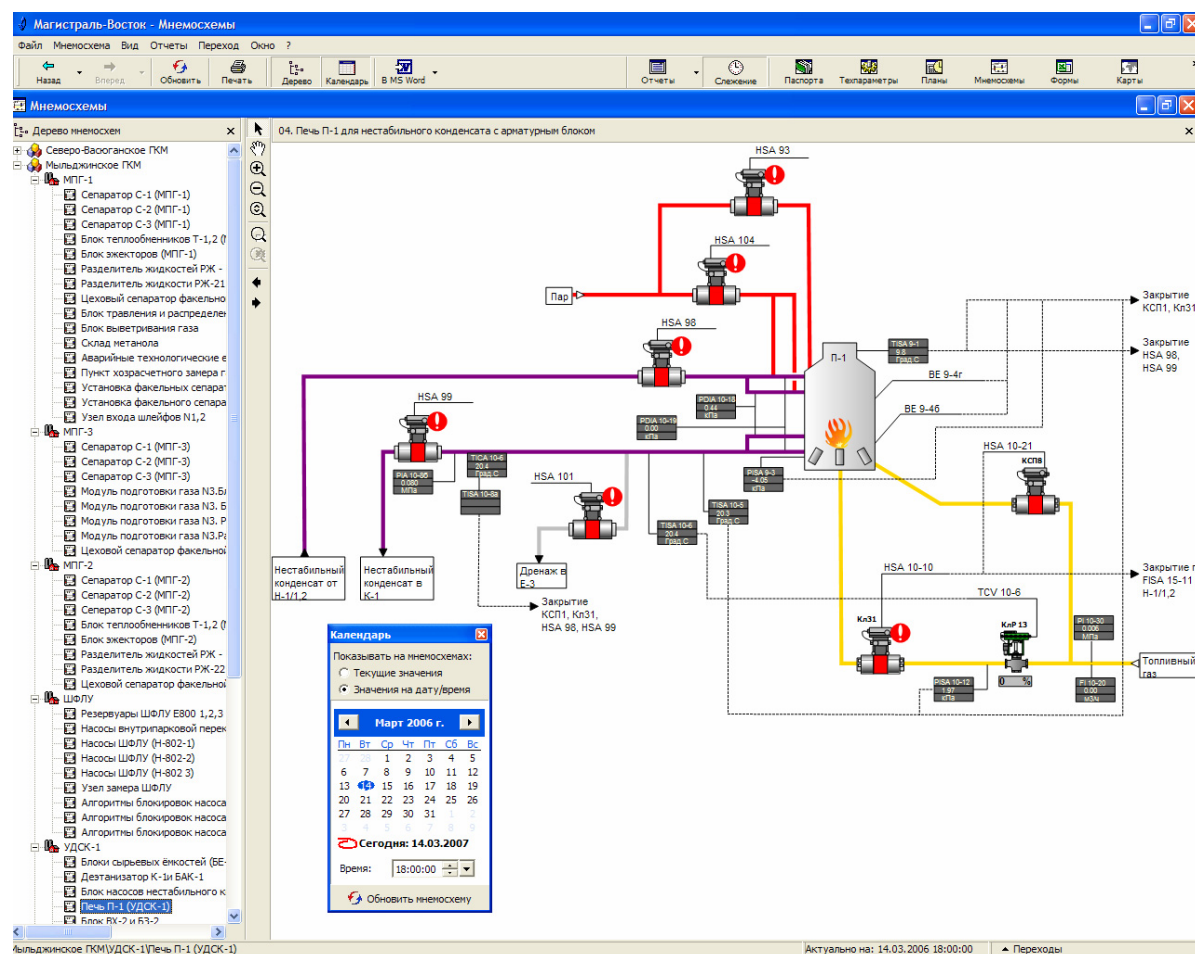


Рис. 3. Подсистема визуализации мнемосхем

- визуализация списка важных событий или аварийных ситуаций и моментов их возникновения;
- обмен сообщениями между диспетчерскими службами разных уровней.

Подсистема построения отчетов и форм ручного ввода. Данная подсистема обладает следующими основными возможностями:

- создание новых и изменение существующих типов отчетов и форм ручного ввода без необходимости внесения каких-либо изменений в существующее программное обеспечение;
- непосредственной печати отчетов средствами самой подсистемы;
- экспорта созданных отчетов в формат, совместимый с Microsoft Office.

Заключение

В настоящее время большинство диспетчерских служб газодобывающих предприятий имеют низкий уровень автоматизации, что приводит к излишним затратам на содержание высококвалифицированных специалистов, нерациональности расходования ресурсов при выборе режима работы оборудования, недостоверности данных, передава-

емых между производственными службами газодобывающего предприятия и т. д.

Существующие решения в области автоматизации диспетчерского управления в газовой отрасли чаще всего разрабатываются за счет либо расширения функций АСУ ТП, либо за счет расширения функций ERP-систем. Современные исследователи в области информационных технологий выделяют отдельный класс MES для решения задач управления производством и его диспетчеризацией в частности. Теория MES достаточно молода и находится в стадии бурного развития, поэтому зрелых решений на данный момент в России практически не существует.

Корпоративная геоинформационная система «Магистраль-Восток», созданная в Институте «Кибернетический центр» ТПУ, является полноценной MES, функционально соответствующей требованиям новейшего стандарта ISA S95 «Enterprise-Control System Integration» [5]. В рамках этой системы разработано автоматизированное рабочее место диспетчера, включающее несколько подсистем и в полной мере решающее проблему автоматизации диспетчерских служб всех уровней в газодобывающей компании. Созданное программное обеспечение успешно внедрено на всех рабочих местах диспетчеров ПДС месторождений и ЦПДС ОАО «Томскгазпром».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Посягин Б.С., Герке В.Г. Информационно-аналитические комплексы диспетчерского управления потоками газа Единой системы газоснабжения России как инструмент повышения эффективности управления объектами газовой промышленности // Развитие компьютерных комплексов моделирования, оптимизации режимов работы систем газоснабжения и их роль в диспетчерском управлении технологическими процессами в газовой отрасли: Матер. 1-й Междунар. научно-практ. конф. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004. – Т. 1. – С. 5–16.
2. Кудинов А.В., Марков Н.Г. Геоинформационные технологии в управлении пространственными инженерными сетями. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 176 с.
3. Богдан С.А., Кудинов А.В., Марков Н.Г., Мирошниченко Е.А., Острась П.М., Родикевич С.С. Автоматизация процессов диспетчерского управления нефте- и газотранспортными сетями // Автоматизированное управление и информационные технологии: Межвуз. сб. научно-техн. трудов. – Вып. 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 56–64.
4. Богдан С.А., Ковин Е.А., Кудинов А.В., Марков Н.Г. Инструментальные средства разработки систем оперативного диспетчерского управления газотранспортными сетями // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 7 – С. 56–64.
5. ANSI/ISA-95.00.01-2000 Enterprise-Control System Integration. P. 1: Models and Terminology. http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Shop_ISA&Template=/Ecommerce/ProductDisplay.cfm&Productid=2612 (17.10.2007).

Поступила 16.10.2007 г.

УДК 66.012-52

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСТРАКЦИОННОЙ КОЛОННОЙ

Ю.А. Чурсин, А.Г. Горюнов, С.Н. Ливенцов

Томский политехнический университет
E-mail: _Ju_@sibmail.com

Экстракционная колонна проанализирована как объект управления, разработано ее математическое описание с учетом особенностей технологического процесса. На основе математического описания создана имитационная модель колонного аппарата. Синтезирована система автоматизированного управления плотностью реэкстракта в пульсационной колонне. Проведена оценка качества управления обеспечиваемого системой.

В радиохимическом производстве широкое применение получили экстракционные технологии, использование которых позволяет обеспечить разделение веществ. Для аппаратного оформления этих технологий в переработке отработанного топлива используют пульсационные колонные экстракторы, соединенные каскадно.

Для снижения производственных затрат, повышения безопасности и смены элементной базы управляющих средств в установках по переработке отработанного ядерного топлива (ОЯТ) была поставлена задача по разработке системы автоматизированного управления (САУ) процессом реэкстракции в экстракционной колонне, являющейся частью установки.

В работах [1–3] рассматривается моделирование процесса экстракции в колонных аппаратах, однако, полученные в них результаты не позволяют создать эффективную систему автоматизированного управления. Разработанные ранее модели содержат упрощенные дифференциальные уравнения, решения которых не обеспечивают необходимой точности моделирования процесса.

Научная новизна данной работы заключается в создании модели экстракционной колонны как объекта управления, что позволяет проектировать системы автоматизированного управления, работающие в реальном времени. Установка системы автоматизированного управления экстракционной

колонной с процессом реэкстракции урана является принципиально новым техническим решением. Создание качественной системы автоматизированного управления процессом реэкстракции позволит повысить его безопасность, улучшить технико-экономические показатели производства.

Исследуемый объект (рис. 1) представляет собой уникальную установку для переработки облученного ядерного топлива по экстракционной технологии [4], она включает 5 экстракционных тарельчатых пульсационных колонн (ЭК).

Головная экстракционная колонна ЭК1 предназначена для экстракции урана и плутония и вымывания из органической фазы продуктов деления нисходящим потоком азотнокислого водного раствора. В колонне ЭК2 происходит дальнейшая промывка экстракта для удаления высокоактивных продуктов деления, а в колоннах ЭК3 и ЭК4 – реэкстракция плутония и урана. Колонна ЭК5 предназначена для промывки экстрагента

В колонну ЭК4 поступают водный поток – ВФ (сплошная фаза) и поток органической фазы – ОФ (дисперсная фаза). Поток ВФ подается с помощью насоса, а его расход регулируется локальным контуром стабилизации. Водная фаза удаляется из нижней отстойной зоны ЭК4 встроенным пульсасосом в виде реэкстракта урана. Давление в ресивере стабилизируется локальным контуром с помощью вентиля.