

DOI: 10.12731/WSD-2015-6-3

УДК 004.9

## **ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИХ РЕШЕНИЙ В АСУТП ГАЗОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Бернер Л.И.<sup>1,2</sup>, Хадеев А.С.<sup>1,2</sup>,  
Зельдин Ю.М.<sup>2</sup>, Плюснин И.П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», Российская Федерация, г. Москва,  
<http://www.madi.ru>, [khadeev@gmail.com](mailto:khadeev@gmail.com)

<sup>2</sup>ЗАО «АтлантТрансгазСистема», Российская Федерация, г. Москва,  
<http://www.atgs.ru>, [zeldin@atgs.ru](mailto:zeldin@atgs.ru)

*В статье описаны современные модули поддержки принятия диспетчерских решений, применяемые в системах оперативного диспетчерского управления (СОДУ) газотранспортного предприятия, такие как СППР с подсистемой локализации аварий, подсистема обнаружения утечек, подсистема прогнозирования газопотребления. Прикладная реализация модулей продемонстрирована на примере программно-технического комплекса СПУРТ.*

**Ключевые слова:** диспетчерское управление, система поддержки принятия решений, система обнаружения утечек, прогноз газопотребления.

## **SUPERVISORY DECISION SUPPORT IN SCADA OF GAS TRANSPORTATION ENTERPRISES**

*Berner L.I.<sup>1,2</sup>, Khadeev A.S.<sup>1,2</sup>,  
Zeldin Yu.M.<sup>2</sup>, Plyusnin I.P.<sup>2</sup>*

Системы оперативного диспетчерского управления (СОДУ) реализуются посредством специального класса программного обеспечения – SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Качество разработанной СОДУ зависит не только от проработанности проектных решений, но и от потенциала базового ПО: масштабируемости, открытости, технической доступности. Масштабируемое ПО позволит расширить охват производственного объекта или изменить конфигурацию технологического оборудования в ходе эксплуатации. Открытость предполагает разделение ПО на взаимодействующие модули, которые могут быть заменены на аналогичные другого производителя, при условии соответствия стандартам и конструктивам, а также поддержке открытых протоколов [2]. Техническая доступность делает возможным наращивание мощности ПО за счёт подключения дополнительных сторонних программных продуктов (предоставление API). Соблюдение этих принципов делает ПО гибким и готовым к решению новых задач.

СОДУ газотранспортного предприятия решает задачу обеспечения заданного режима работы газотранспортной системы (ГТС). ГТС должна иметь достаточные возможности для удовлетворения спроса потребителей, в том числе в случаях резких колебаний по календарным, погодным, экономическим и иным причинам. При этом ГТС должна эксплуатироваться в безопасном режиме, оптимальном по выбранному критерию (чаще всего минимум энергозатрат на транспорт). Диспетчер ГТС осуществляет постоянный мониторинг и анализ сети. Важными методами мониторинга являются анализ режимных показателей, расчёт запаса и баланса газа, оптимизационное и прогнозное моделирование, автоматизированный анализ и поддержка принятия решений, обнаружение утечек, прогнозирование газопотребления [3] [4].

На многих газотранспортных предприятиях Российской Федерации используется программно-технический комплекс (ПТК) СПУРТ производства ЗАО «АТГС» [5]. Это полноценный комплексный продукт, предназначенный для создания СОДУ, отвечающий всем современным требованиям. ПТК СПУРТ имеет мощную резервированную объектно-

СППР реализует две параллельно работающих задачи: непрерывный анализ состояния линейной части магистрального газопровода, данные по которой берутся из подсистемы реального времени, и сверка состояния ГТС на выполнение условий из технологической базы знаний. Вторая задача использует экспертную систему, позволяющую спрогнозировать дальнейший ход технологического процесса, исходя из текущих условий (рис. 2).

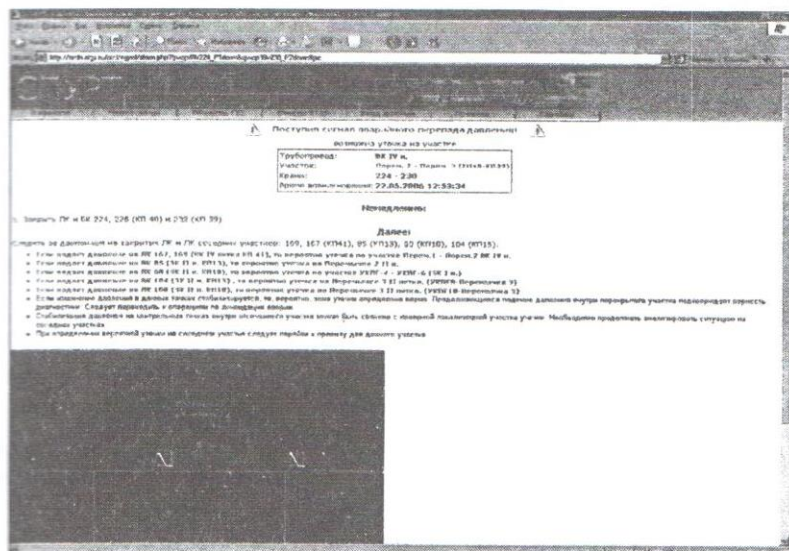


Рис. 2. Система поддержки принятия решений

Гибкая архитектура модуля СППР и СПУРТ позволили создать имитационную базу данных, полностью имитирующую работу ГТС в рамках тренажёрного комплекса [10].

Задачей подсистемы локализации аварий является своевременное выполнение ряда регламентов при возникновении нештатной или аварийной ситуации. В основном регламенты предусматривают определённую последовательность действий по управлению ГТС: локализация аварийного участка, направление потоков газа в обход отключенного

дящимся ранее  $a_j$ , сведения о которых и записываются в  $i$ -ю строку матрицы  $A$ . Это возможно, например, если использовать рекурсивный вызов функций. Точкой отправления являются нулевые строки в  $A^Z$ , отображающие первые по ходу потока элементы сети: у них нет предшествующих элементов, поэтому нет и единиц в соответствующих строках.

Возможно также преобразование и в обратную сторону – для строк  $i$  матрицы  $A^A$  нужно обнулить элементы столбцов  $j$ , для которых  $A^A_{ik} = A^A_{jk} = 1$ . Это логическая операция инверсной импликации.

$$A^Z_i = A^A_i \rightarrow_{j=0}^m A^A_j, i \neq j$$

Умножив матрицу  $A^A$  на вектор  $a$ , получим новый вектор  $a^A$ , содержащий в  $i$ -м элементе сумму всех задвижек, предшествующих  $a_i$ .

$$a^A = A^A \times a$$

Преимущество данного подхода перед обычной табличной записью в виде последовательных условий заключается в том, что при внесении изменений в технологическую сеть таблицу придётся переписывать полностью, тогда как матричный вектор следования рассчитывается автоматически. Сведения о топологии ГТС используются СППР при определении необходимых действий по отсечению аварийного участка (для газа) или остановки перекачки (для жидкости). СППР с подсистемой локализации аварий в составе ПТК СПУРТ прошла практическую апробацию [6].

### Подсистема обнаружения утечек

При эксплуатации объектов трубопроводного транспорта газа большое внимание уделяется обеспечению экологической безопасности. Системы обнаружения утечек – один из наиболее эффективных методов контроля целостности трубопровода. В СОУ, входящей в состав СПУРТ (рис. 3) [11], часть алгоритма обнаружения утечки перенесена в контроллер СЛТМ, что позволяет существенно повысить точность обнаружения утечки без применения дополнительных технических средств даже при низкой скорости канала связи с КП СЛТМ.



димо для определения временных промежутков между дискретными заполнениями. Архивными факторами, по которым производится анализ, в этом случае выступают регулярные двухчасовые значения показателей расхода по выходам газораспределительных станций, причём объём прогнозирования зачастую требуется ограничить конкретными выходами ГРС.

Одной из важных функций систем диспетчерского управления является накопление истории изменения физических параметров, участвующих в технологической работе. Знания о ходе технологического процесса используются как при последующем анализе работы производства на временном промежутке, так и в качестве материала для прогнозирования.

Архивные данные по параметрам на временных промежутках, по сути, являются временными рядами, для анализа которых успешно применяются методы прогнозирования по выборкам максимального подобию [13]. Нужно лишь определить конкретную цель прогнозирования.

Модуль прогнозирования потребления СПУРТ даёт возможность изменять такие параметры, как глубину прогноза, объём выборки подобию, глубину анализа истории (рис. 4).

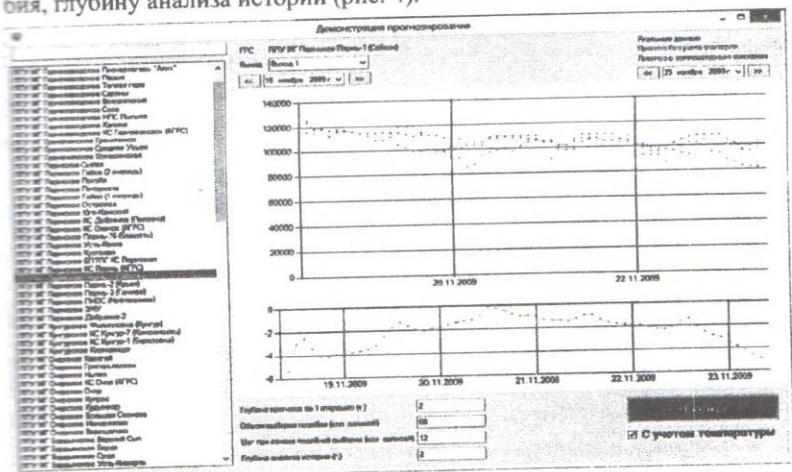


Рис. 4. Прогноз потребления газа

4. Решетников И.С. Автоматизация производственной деятельности газотранспортной компании. М.: НГСС, 2011.
5. Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Фирсов А.Ю. Системы диспетчерского управления СПУРТ на предприятиях ОАО «Газпром» // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2013. № 1. С. 54–59.
6. Хадеев А.С. Обзор средств автоматического управления процессом взвешивания на железнодорожной эстакаде налива // Автоматизация IT в нефтегазовой области. 2012. Т. 3. С. 67–69.
7. Бернер Л.И. Проблемы проектирования и эксплуатации интегрированных систем поддержки принятия решений в многоуровневых АСУ непрерывными технологическими процессами. М.: Изд-во «Техполиграф-центр», 2010.
8. Амбарцумян А.А., Браништов С.А. Событийные модели управления технологическими процессами, ориентированные на защиту от ошибочных действий персонала. М.: ООО «Гринвич», 2006.
9. Бернер Л.И. и др. Системы поддержки принятия решений в интегрированных АСУ технологическими процессами // Приборы и Системы. Контроль и Управление. Диагностика. 2013. № 12. С. 2–12.
10. Хадеев А.С., Свистунов А.А. Тренажёр диспетчера Уренгойского газоконденсатного месторождения // В мире научных открытий. 2012. № 12 (36). С. 60–68.
11. Бернер Л.И., Заграничный А.В. Перспективы применения систем обнаружения утечек и мониторинга протяженных объектов на магистральных трубопроводах // Автоматизация IT в нефтегазовой области. 2012. № 3 (9).
12. Терехов Г.П., Харитонов А.В., Харитонов М.В. Математические методы идентификации утечек // Автоматизация IT в нефтегазовой области. 2014. № 1 (15). С. 5–9.
13. Чучуева И.А. Модель прогнозирования временных рядов по выборке максимального подобию: дисс. ... канд. техн. наук. МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2012.