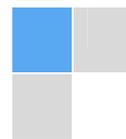

ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2014, No 1.2(9), pp. 3-15.

DOI: 10.12731/2306-1561-2013-1-15



Decision support system for the dispatcher interfield collector

Berner Leonid Isaakovich

Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Chief.

JSC "AtlanticTransgasSystem", 109388, Russian Federation, Moscow, Polbina street, 11, Tel.: +7 (495) 660-0802, ext. 628. <http://www.atgs.ru>

berner@atgs.ru

Nikolaev Andrey Borisovich

Russian Federation, Honoris Causa, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty «Control Systems».

Moscow Automobile & Road construction State Technical University, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

nikolaev.madi@mail.ru

Abstract. This article considers the current theoretical and practical problem of methodology of building and practical realization of dispatcher's decision making support system of SCADA-subsystem. Objectives and problems of dispatcher control are reviewed on a gas production and main transfer example. Some problems occurred with operator inclusion in control loop are described. Dispatcher's decision making support system structure and methods necessary for its creation are offered in this article. Dispatcher's decision making support system realization based on these methods is also described.

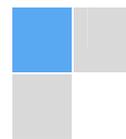
Keywords: decision support system, gas transportation facility, dispatcher control, control model.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2014. – №1.2(9). – С. 3-15.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-1-15



УДК 681.518

Система поддержки принятия решений для диспетчера межпромыслового коллектора

Бернер Леонид Исаакович

Российская Федерация, доктор технических наук, Генеральный директор.

ЗАО "АтлантикТрансгазСистема", 109388, Российская Федерация, г. Москва, ул. Полбина, 11, Тел.: +7 (495) 660-0802, доб. 628. <http://www.atgs.ru>

berner@atgs.ru

Николаев Андрей Борисович

Российская Федерация, Лауреат премии правительства РФ, Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, декан факультета «Управление».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

nikolaev.madi@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной научной и практической задаче: методологии построения и практической реализации системы поддержки принятия решений (СППР) как подсистемы интегрированной АСУТП. На примере процесса транспорта газа рассмотрены цели и задачи диспетчерского управления, проблемы, возникающие при включении диспетчера в контур управления. Предложена структура СППР и методы, необходимые для создания ее компонентов. Кратко описаны реализации СППР на базе предложенной методики.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, газотранспортная система, диспетчерское управление, модель управления.

1. Введение

Сегодня экспертные системы или системы поддержки принятия решений (СППР) активно развиваются в тех отраслях, где требуется анализ больших объемов информации, выбор многовариантных решений в реальном масштабе времени [1 - 3]. В связи с этим возникает необходимость в средстве, обеспечивающем диспетчеру межпромыслового коллектора газа информационную поддержку в идентификации

текущего режима работы, а в случае аварии - в определении как факта и места аварии, так и мер по ее локализации. СППР предназначена для оказания помощи диспетчеру в анализе работы межпромыслового коллектора (МПК) в штатных и нештатных режимах, идентификацию участка возможного разрыва трубопровода и выдачу рекомендаций по его локализации, при максимальном сохранении работоспособности коллектора и промысла в целом.

2. Назначение и состав СППР

СППР диспетчера МПК предназначена для [9, 10, 25]:

- отображения на экране АРМ диспетчера направления и величины потоков газа по участкам, с указанием перекрытых участков, что позволяет мгновенно идентифицировать текущий режим работы коллектора. Потоки газа определяются путем математического моделирования стационарного режима работы МПК. Расчеты проводятся в автоматическом режиме;
- дополнительной обработки первичной информации от датчиков давления в контроллерах Системы телемеханики МПК, направленной на выявление волн давления, возникающих при разрыве газопровода;
- выдачи инструкций по действиям диспетчера в различных ситуациях. Рекомендации разработаны таким образом, чтобы максимально обеспечить системную надежность коллектора: ликвидировать аварию, не допустить аварийного останова УКПГ, гарантировать бесперебойную поставку газа потребителям;
- определения возможного участка разрыва трубопровода, и выдачи диспетчеру рекомендаций по ликвидации разрыва для выбранного участка.

Основными модулями в составе СППР являются:

- база данных Подсистемы глубокого архива (ПГА) СПУРТ, реализованная средствами СУБД ORACLE. Подсистема глубокого архива предназначена для обеспечения информационных обменов между разнородными источниками и потребителями информации СППР, и представления входных и выходных данных СППР в удобном для обработки и визуализации виде;
- база знаний СППР (СУБД ORACLE). В базе знаний хранятся заранее разработанные рекомендации по действиям диспетчера в различных аварийных ситуациях;
- подсистема моделирования (модель АСТРА). Подсистема моделирования предназначена для проведения расчетов стационарного режима МПК (потоки газа в коллекторе, запас газа, давления и температуры в ключевых точках);
- сигнальная подсистема СППР. Сигнальная подсистема постоянно проводит мониторинг данных, поступающих от системы телемеханики и хранящихся в БД ПГА. Если имеются данные, удовлетворяющие критериям возможного разрыва, сигнальная подсистема определяет участок разрыва и выводит на

экран АРМ диспетчера рекомендации по ликвидации аварии для текущего режима работы коллектора.

В работе СППР большую роль играет и основной модуль СПУРТ – подсистема реального времени на базе SCADA RTAP/Plus [4, 5, 22, 23, 27]. Для выполнения своих функций, СППР взаимодействует с различными информационными системами Общества, прежде всего с информационно-управляющими системами УКПГ.

3. Исходные данные

Входными данными для СППР являются [4 – 6, 9, 10]:

- данные реального времени от Системы телемеханики Межпромышленного коллектора: давления газа в точках замера, положение телемеханизированных кранов, информация о месте и времени обнаружения волн давления (13 контролируемых пунктов телемеханики);
- данные ручного ввода от Диспетчерского пункта СТМ МПК – положение нетелемеханизированных кранов. Как отмечалось выше, в настоящий момент объем телемеханизации МПК составляет около 30%. Однако в базе данных реального времени присутствуют все краны коллектора. Состояние нетелемеханизированных кранов вводится диспетчером ЛПУ вручную по результатам мониторинга коллектора службой ЛЭС;
- данные реального времени от информационно-справочной системы диспетчерского управления (ИУС ДУ) установками комплексной подготовки газа (УКПГ): режим работы газоперекачивающих агрегатов (ГПА), положение запорной арматуры Узлов замера газа (УЗГ), давление, температура, расход газа на выходе УКПГ;
- данные ручного ввода по сторонним поставщикам газа в коллектор (Нортгаз, Юрхаровнефтегаз, МГ Заполярное-Уренгой и др.), и потребителям газа из него (головные компрессорные станции ГКС-1, ГКС-2 и ГКС-3): давление, температура, расход газа. Данные вводятся диспетчером с 2-часовой или суточной периодичностью;
- нормативно-справочная информация (НСИ) о топологии МПК, геометрии участков коллектора, типах и параметрах ГПА на УКПГ. НСИ используется для построения математической модели коллектора;
- «база знаний» - заранее подготовленный набор инструкций по действиям диспетчера в различных нештатных ситуациях, в зависимости от текущего режима работы МПК. В инструкциях учитываются знания о всех возможных режимах работы МПК на данный момент, и предыдущий опыт действий персонала в аналогичных ситуациях.

Обобщенная структура Диспетчерского пункта СТМ МПК с Системой поддержки принятия решений показана на рисунке 1 [9 – 25]. Стрелками показаны информационные потоки, циркулирующие внутри и вне системы.

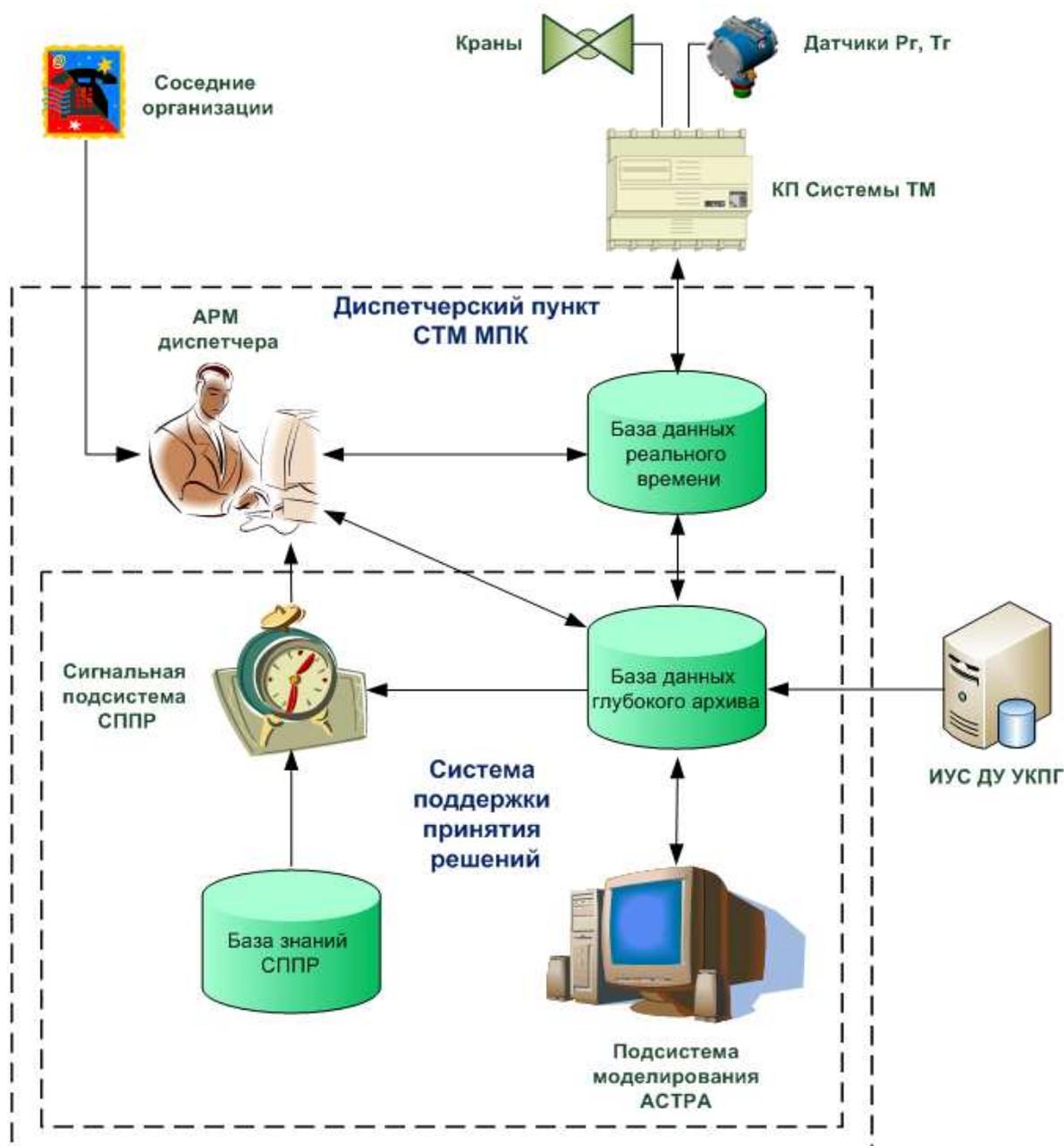


Рисунок 1 - Обобщенная структура ДП СТМ МПК с СППР

СППР функционирует в непрерывном режиме. В базе данных ПГА постоянно накапливаются данные, связанные с работой МПК. Данные телеизмерений (давления, температуры газа, состояния кранов, сигналы о резком падении давления) поступают автоматически от системы телемеханики. Данные по промыслам передаются от ИУС ДУ установками комплексной подготовки газа. Данные о расходах сторонних поставщиков и потребителей газа вводятся вручную с АРМ диспетчера через WEB-интерфейс.

Схема входных информационных потоков СППР приведена на рисунке 2.

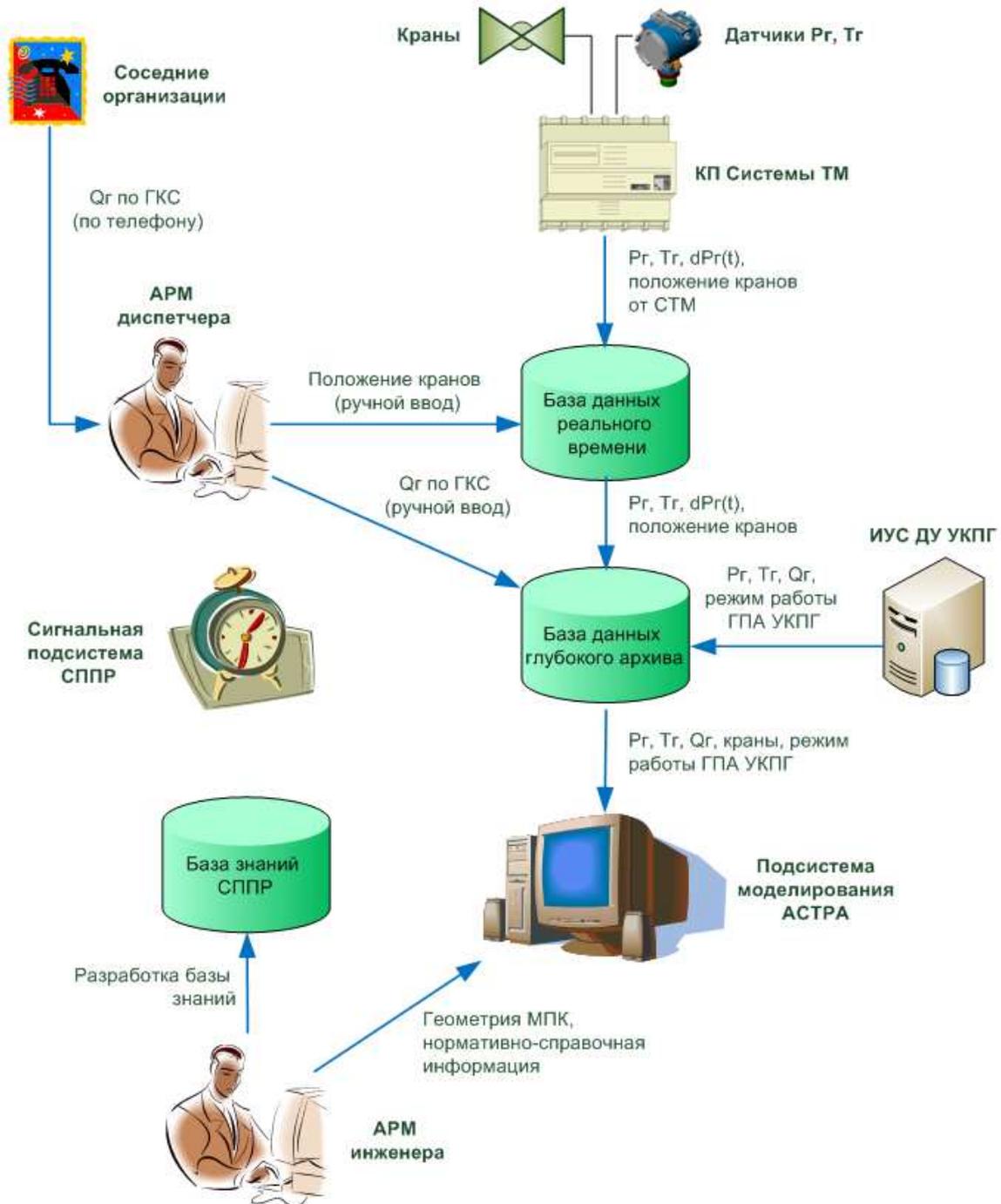


Рисунок 2 - Схема входных информационных потоков СППР

Схема выходных потоков данных показана на рисунке 3. Зеленым показана выходная информация СППР в штатном, красным – в аварийном режиме.

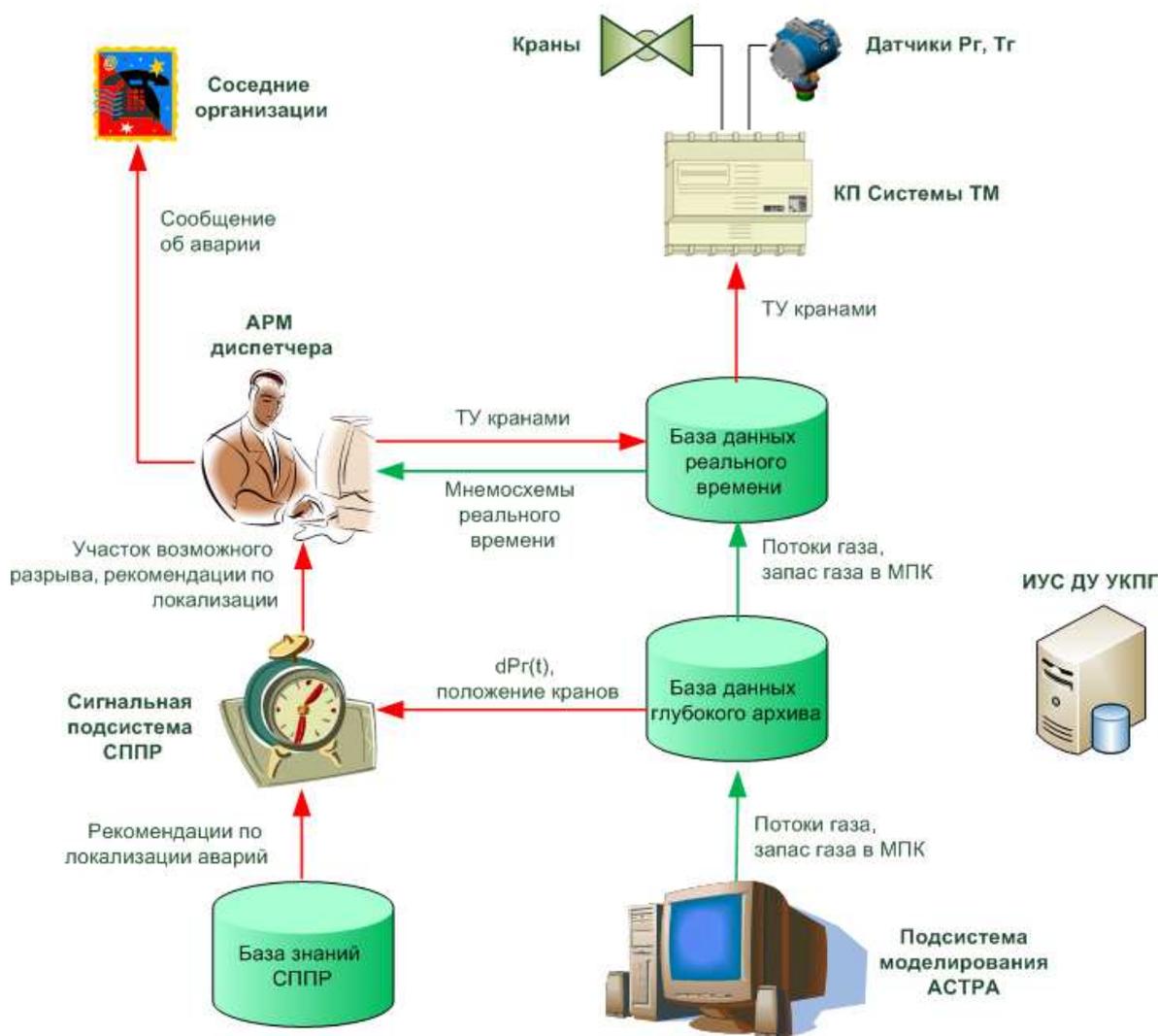


Рисунок 3 - Схема выходных информационных потоков СППР

4. Расчет направлений потоков и запаса газа

Для расчетов направлений потоков и запаса газа в коллекторе используется подсистема моделирования «Астра», в которую заложена общая схема МПК [13 – 15, 23]. Данные о текущем состоянии кранов, расходах и параметры телеизмерений, необходимые для расчетов, извлекаются из общей БД ПГА и передаются в «Астру». Рассчитанные значения через БД ПГА транслируются в систему реального времени и предоставляются диспетчеру на общей мнемосхеме МПК на АРМ диспетчера.

База данных ПГА содержит перекодировочные таблицы, с использованием которых производится преобразование нормативно-справочной информации (алиас, атрибут в системе телемеханики МПК, имя тэга в ИУС ДУ, код параметра в «Астре») для обеспечения информационного обмена между разнородными подсистемами.

Результатом работы СППР в штатном режиме является информация о режиме работы МПК – величины и направления потоков газа в коллекторе, запас газа. Примеры экранов АРМ диспетчера с потоками газа приведены на рисунке 4.

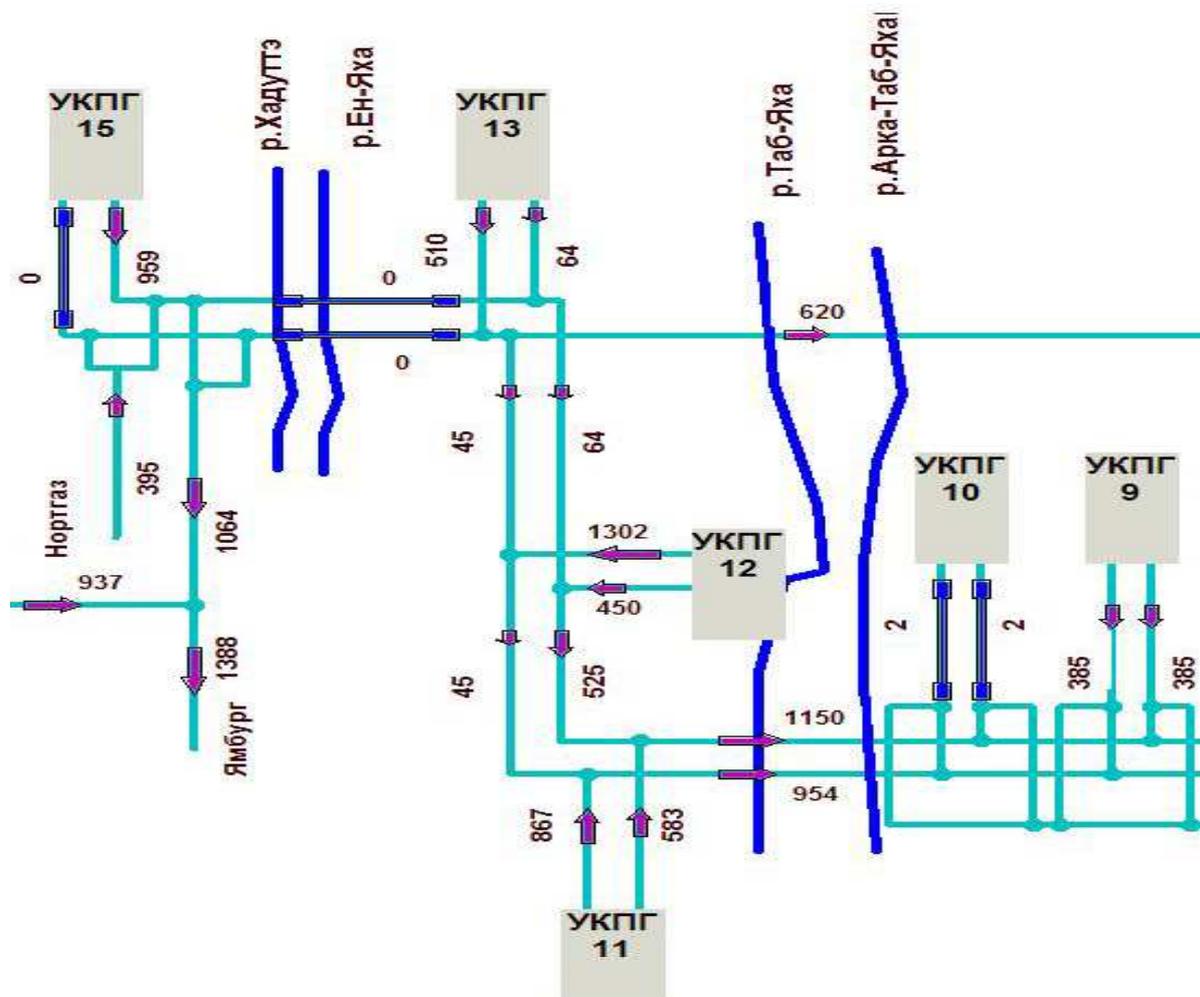


Рисунок 4 - Мнемосхема МПК, потоки газа (фрагмент участка коллектора)

Цифры на схеме показывают величину расхода газа по участку, стрелки – направление потока. Величина стрелки пропорциональна расходу. Перекрытые участки показаны темно-синим цветом. Данная информация особенно важна для понимания текущего состояния коллектора. В отличие от магистрального газопровода, где газ течет в одном заранее известном направлении, в участках коллектора газ может протекать в разные стороны. При этом из-за кольцевой структуры и наличия перемычек давление газа в различных точках коллектора отличается незначительно. Это не позволяет точно определить величину и направление потоков по давлению.

Потоки газа на экране АРМ позволяют сменному диспетчеру правильно идентифицировать текущий режим (открытые и закрытые участки, направление работы северных промыслов – на Уренгой или на Ямбург), выявить неравномерность распределения потоков газа, оценить уровень загрузки коллектора и, в конечном счете, принять верное решение по управлению не только МПК, но и всеми объектами месторождения [13, 14, 22 - 24, 26]. При смене текущего режима коллектора СППР позволяет контролировать правильность производимых диспетчером переключений

запорной арматуры, а также правильность ручного ввода положений неавтоматизированных кранов.

5. Базы данных и базы знаний

Реляционная база данных (СУБД ORACLE) является ядром СППР. Она предназначена для хранения данных реального времени, нормативно-справочной информации, базы знаний в формате, необходимом для работы СППР. Приложения БД СППР управляют информационными обменами как внутри системы, так и вне ее.

В БД созданы следующие модели данных:

- модель Подсистемы глубокого архива (данные реального времени, нормативно-справочная информация);
- модель данных АСТРА, обслуживающая информационные обмены с Астрой;
- модель данных ИУС ДУ, обслуживающая информационные обмены с ИУСДУ;
- модель данных СППР, предназначенная для хранения информации об участках МПК.

Информация об участке логически привязана к данным реального времени, поступающим от Системы телемеханики МПК, и к наборам правил локализации аварий (базе знаний).

База знаний представляет собой заранее разработанные рекомендации по локализации разрывов для различных участков МПК. Разбиение коллектора на участки диктуется количеством КП СТМ. Для СППР участком считается отрезок трубопровода между двумя телемеханизированными кранами, которые позволяют отсечь его для локализации аварии. Рекомендации для каждого участка содержат:

- указания о переключениях запорной арматуры, необходимых для отсечения аварийного участка, при максимально возможном сохранении в работе подключенных УКПГ (в текстовом и графическом виде);
- указания по информированию должностных лиц, поставщиков и потребителей газа (если проводимые переключения их затрагивают), привлечению дополнительных специалистов и бригад для анализа ситуации;
- указания о дальнейшем наблюдении за параметрами, по которым можно будет оценить результативность принятых мер.

Как отмечалось выше, МПК может работать в нескольких стандартных режимах, влияющих на перечень мер по локализации аварии и дальнейший анализ ситуации. Были определены наборы ключевых кранов, положение которых однозначно определяет текущий режим работы коллектора. В базу данных введены рекомендации для каждого из возможных режимов.

6. Диагностирование и локализация аварий

С точки зрения локализации аварий, МПК разделен на участки, ограниченные автоматизированными кранами. Соответственно, данный участок можно отсечь от

коллектора с помощью команды телеуправления, поданной с АРМ диспетчера. На границах контролируемых участков присутствуют датчики давления (как правило, расположенные до и после крана).

Правила локализации разрывов заранее вводятся в базу знаний СППР для каждого участка коллектора, расположенного между действующими КП телемеханики.

В случае резкого падения давления газа на одном из КП телемеханики, в базу данных ПГА поступает соответствующая информация с фиксацией времени появления сигнала и данных о принадлежности точек падения давления к участку МПК. При наличии в БД или появлении в дальнейшем данных об аналогичном сигнале на другом КП, относящемся к тому же участку трубопровода, ситуация классифицируется как аварийная. Программный модуль «Сигнал», ведущий постоянный мониторинг сигналов о резком падении давления в базе данных ПГА, сигнализирует о возникновении аварии (разрыва) на участке.

В случае возникновения аварийной ситуации (разрыва газопровода) срабатывает сигнальная система СППР, и на экран АРМ диспетчера, в виде автоматически всплывающего окна выводится информация о предполагаемом разрыве и рекомендации по действиям диспетчера в сложившейся ситуации, сопровождаемые звуковым сигналом. Пример соответствующего экрана приведен на рисунке 5.

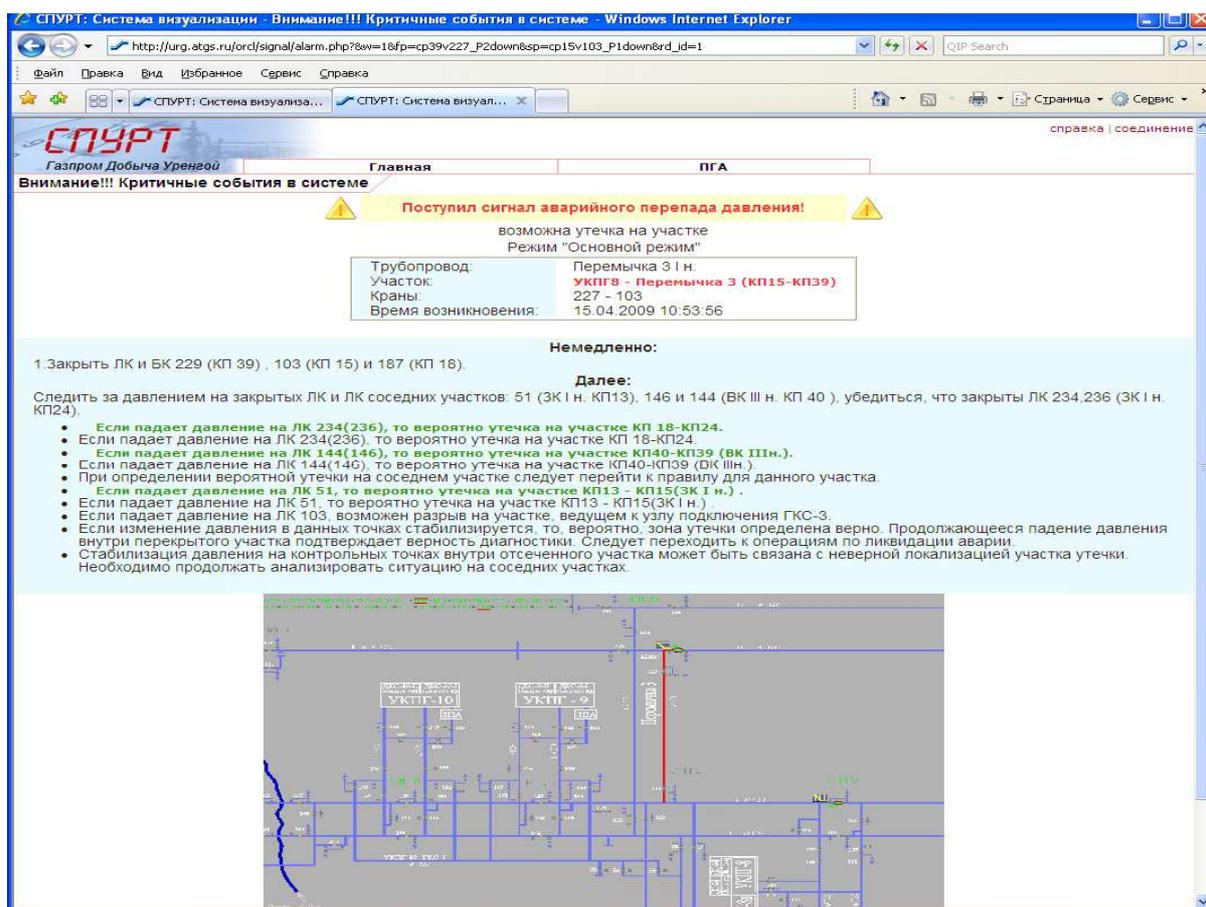


Рисунок 5 - СППР: рекомендации по действиям диспетчера при срабатывании сигнальной системы

На экране представлены следующие сведения:

- наименование трубопровода;
- наименование участка возможного разрыва, с указанием КП системы телемеханики и телемеханизированных кранов, между которыми предполагается разрыв;
- время обнаружения разрыва;
- указания о немедленных действиях (действия 1-й очереди);
- указания о последующих действиях (действия 2-й очереди).

Для увеличения скорости восприятия текстовая информация продублирована графической. На прилагаемом к тексту изображении (копии экрана Системы телемеханики) участок возможного разрыва выделен красной линией. Краны, которые необходимо немедленно закрыть, обведены красными кругами. Значком  указаны места контроля давления после перекрытия кранов. В верхней части изображения красным выделены символы КП, щелчок на которых вызывает на экран АРМ диспетчера мнемосхему с участком разрыва.

7. Заключение

Анализ Межпромыслового коллектора выявил, что из-за кольцевой структуры и наличия перемычек в некоторых случаях велика неоднозначность в определении участка разрыва. СППР учитывает эту особенность. Если отсечение наиболее вероятного участка разрыва не привело к локализации аварии, диспетчеру предлагается перейти к следующему участку. Рекомендации для следующего участка вызываются щелчком на пункте меню, выделенном зеленым цветом. Таким образом, действия диспетчера разбиваются на несколько этапов, что в конечном итоге заведомо обеспечивает локализацию аварии и сохранение работоспособности коллектора в целом.

Указания СППР носят рекомендательный характер, окончательное решение принимает диспетчер. На него же ложится анализ, не вызвано ли падение давления не разрывом, а другими причинами (например, стравливанием газа через свечу).

Список информационных источников

- [1] Бернер Л.И. Применение методов искусственного интеллекта в программных комплексах автоматизации проектирования структур мульти-микропроцессорных систем управления // Всесоюзный научно-практический семинар «Интеллектуальное программное обеспечение ЭВМ», Терскол, 13-19 мая 1990. Тезисы докладов, ч. 2 – Ростов-на-Дону – Терскол, 1990.
- [2] Остроух А.В. Основы построения систем искусственного интеллекта для промышленных и строительных предприятий: монография / А.В. Остроух. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2008. - 280 с. - ISBN 978-5-94385-033-2.
- [3] Остроух А.В. Системы искусственного интеллекта в промышленности, робототехнике и транспортном комплексе: монография / А.В. Остроух -

- Красноярск: Научно-инновационный центр, 2013. – 326 с. - ISBN 978-5-906314-10-9.
- [4] Бернер Л.И., Богданов Н.К., Зельдин Ю.М., Ковалев А.А. Интегрированное решение по автоматизации диспетчерского управления предприятий ОАО «Газпром» // Доклады III научно-технической конференции «Компьютерные технологии поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газотранспортными и газодобывающими системами». Москва, ВНИИГАЗ 10-13.04.07. С. 94-113.
- [5] Бернер Л.И., Богданов Н.К., Ковалев А.А. Интегрированные решения по автоматизации газотранспортных и газодобывающих обществ ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. - 2007. - № 7. - С. 38-42.
- [6] Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Илюшин С.А., Ковалев А.А., Семиков С.Е., Шерман Д.Д. Автоматизация транспорта нефтепродуктов // Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика. – 2002. - №5. - С. 25-26.
- [7] Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Климов Ю.В., Ковалев А.А. Саватеев В. В., Чичелова В.Е. Тренажерный комплекс для газотранспортного предприятия ОАО «Газпром» (на примере ООО «Газпром трансгаз Чайковский») // Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика. – 2010. - №6.
- [8] Бернер Л. И., Зельдин Ю.М., Ковалев А. А. Некоторые вопросы обеспечения безопасности систем диспетчерского управления // Приборы и Системы. Контроль и Управление. Диагностика. – 2008. - №6.
- [9] Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Ковалев А.А., Ланчаков Г.А., Никаноров В.В. Система поддержки принятия решений в составе системы телемеханики межпромыслового коллектора // Газовая промышленность. - 2007. - № 2.
- [10] Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Ковалев А.А., Ланчаков Г.А., Никаноров В.В. Система поддержки принятия диспетчерских в АСУТП реального времени // Газовая промышленность. – 2007. - № 5. - С. 35-37.
- [11] Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Ковалев А.А., Рошин А.В. Комплексный подход к автоматизации диспетчерского управления в ООО «Газпром трансгаз Чайковский» // Материалы конференции «Проблемы развития автоматизации и механизации процессов добычи, переработки и транспорта газа и газового конденсата». Краснодар, 27-28.03.2008. С. 32.
- [12] Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Ковалев А.А., Рошин А.В. Программный комплекс «Автоматизированная система оперативного диспетчерского управления» (АСОДУ) // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009611863 10.04.2009г.
- [13] Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Ковалев А.А., Семиков С.А., Шерман Д.Д. Автоматизация транспорта нефтепродуктов // Приборы и Системы. Контроль и Управление. Диагностика. – 2002. - №5.
- [14] Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Ланчаков Г.А., Никаноров В.В. Система телемеханики межпромыслового коллектора ООО «Газпром добыча Уренгой» с системой поддержки принятия решений // Проблемы освоения месторождений Уренгойского комплекса: Сборник научных трудов/ ООО «Газпром добыча Уренгой». – М.: Недрa 2008. – С. 262 – 273.
- [15] Бернер Л.И., Илюшин С.А., Лавров С.А. Система сбора, передачи и обработки информации для неэлектрифицированных кустов газовых скважин // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2004. - №4.
- [16] Бернер Л.И., Илюшин С.А., Ковалев А. А., Корнеева О. В., Рошин А.В. Опыт ЗАО «АтлантикТрансгазСистема» по созданию систем телемеханики и

- диспетчерского управления непрерывными технологическими процессами // Автоматизация и ИТ в нефтегазовой области. – 2010. - №1. - С. 28-35.
- [17] Бернер Л.И., Илюшин С.А., Лавров С.А., Сушков С.И., Лыков А.Г. Система сбора, передачи и обработки информации неэлектрифицированных кустов газовых скважин // Промышленные АСУ и контроллеры. - 2004. - №1.
- [18] Бернер Л.И., Илюшин С.А., Мостовой А.В., Чичелов В.А. Интегрированная многоуровневая АСУ предприятия «Пермтрансгаз» // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2002. - №5. - С. 7-13.
- [19] Бернер Л.И., Илюшин С.А., Рошин А.В. АО «АтлантикТрансгазСистема» - 10 лет на рынке автоматизации // Промышленные контроллеры АСУ. - 2002. - №5. - С. 2-3.
- [20] Бернер Л.И., Ковалев А.А., Лавров С.А., Сушков С.И. Автоматизация газораспределительных станций на основе программно-технических средств СТН-3000 // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2004. - №1.
- [21] Бернер Л.И., Рошин А.В. Функции автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления // Логическая поддержка процессов управления: сб. научн. тр. МАДИ (ГТУ). – М., 2009.- С. 66-74.
- [22] Бернер Л.И., Ковалёв А.А. Моделирование и прогнозирование режимов работы газотранспортных сетей системы поддержки принятия диспетчерских решений // Автоматизация и управление в технических системах. – 2012. – № 1. – С. 55-61.
- [23] Бернер Л.И., Харитонов А.В., Харитонов М.В. Математические методы идентификации состояния трубы магистрального газопровода высокого давления // Автоматизация и управление в технических системах. – 2012. – № 2. С. 103 – 106.
- [24] Николаев А.Б., Остроух А.В., Марсов В.И., Илюхин А.В. Сравнительный анализ систем экстремального регулирования процессов транспортирования нефтегазовой смеси // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 3 – стр. 35-39.
- [25] Остроух А.В. Об одном походе к построению автоматизированной навигационной системы мониторинга и диспетчерского контроля и учета работы транспорта нефтедобывающих предприятий / А.В. Остроух, Д.Б. Ефименко, В.Н. Жучков // Инженер-нефтяник. – 2011. - №2. - С. 43-47.
- [26] Nickolayev A.V., Ostroukh A.V., Zamytskikh P.V., Gubanov A.I. Automated system of oil quantity and quality indexes estimation // EUROPEAN JOURNAL OF NATURAL HISTORY. – 2011. – № 3 – С. 96-98.
- [27] Остроух А.В., Николаев А.Б., Сальный А.Г., Кухаренко В.Н. Общие принципы построения SCADA-систем // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2(4). – С. 8-12.