

Л.И. Бернер, А.В. Роцин, Ю.М. Зельдин, А.А. Ковалев (АО «АтлантТрансгазСистема»)
Р.Р. Усманов, к.т.н., М.В. Чучалов, д.т.н., Р.Р. Закиров (ООО «Газпром трансгаз Казань»)

Развитие систем автоматизации и внедрение инновационных решений для телемеханики и диспетчерского управления транспортом газа в ООО «Газпром трансгаз Казань»

На примере дочернего общества ПАО «Газпром» ООО «Газпром трансгаз Казань» рассмотрены вопросы развития решений по автоматизации трубопроводного транспорта природного газа. Представлены инновационные разработки, связанные с системами телемеханики СТН-3000-Р и диспетчерского управления СПУРТ-Р разработки АО «АТГС».

Ключевые слова: системы автоматизации, цифровой двойник, телемеханика, диспетчерское управление, возобновляемые источники энергии.

Развитие систем автоматизации в ООО «Газпром трансгаз Казань»

В [1] рассказано об опыте внедрения комплексных решений по телемеханизации и автоматизации диспетчерского управления на основе комплексов СТН-3000 и СПУРТ разработки АО «АТГС» в ООО «Газпром трансгаз Казань». Рассмотрим вопросы развития созданной в 2000-х гг. комплексной многоуровневой системы управления [1], а также расширения её функциональных возможностей за счет внедрения новых инновационных решений и разработок.

ООО «Газпром трансгаз Казань» (<https://kazan-tr.gazprom.ru>) – это 100 % дочернее общество ПАО «Газпром», которое географически занимает ключевое положение в Единой системе газоснабжения (ЕСГ) России и транспортирует в центральные регионы РФ, а также транзитом на экспорт более 240 млрд м³ природного газа в год.

С точки зрения магистрального транспорта газа предприятие может рассматриваться как сравнительно небольшое (5,8 тыс. км магистральных газопроводов в многониточном исполнении и одна компрессорная станция). Однако уникальность предприятия заключается в том, что оно эксплуатирует не только магистральные газопроводы, но и более 43 тыс. км сетей низкого давления для поставки газа потребителям Татарстана – одного из наиболее газифицированных регионов страны. Газ подают более 200 газораспределительных станций (ГРС) и более 9 тыс. газорегуляторных пунктов (ГРП). Основными объектами автоматизации предприятия являются газопроводы, многоцеховая компрессорная станция «Арская», а также ГРС. Круглосуточное диспетчерское управление организовано по двухуровневой схеме – Центральный диспетчерский пункт (ЦДП) в г. Казани управляет газотранспортной системой через четыре филиала – Линейные производственные управления магистральных газопроводов (ЛПУМГ).

Комплексная автоматизация объектов общества выполнена в части диспетчерского управления на базе программно-технического комплекса (ПТК) СПУРТ, в части телемеханики линейной части и ГРС – на базе ПТК СТН-3000. Оба комплекса разработки и внедрения АО «АТГС» [1]. Компрессорная станция автоматизирована на базе решений специализированных предприятий – разработчиков: АСУТП компрессорных станций (АСУТП КС), систем автоматического управления компрессорным цехом (САУ КЦ) и газоперекачивающими агрегатами (САУ ГПА), которые интегрируются в диспетчерский пункт Шеморданского ЛПУМГ на базе СПУРТ (рис. 1).

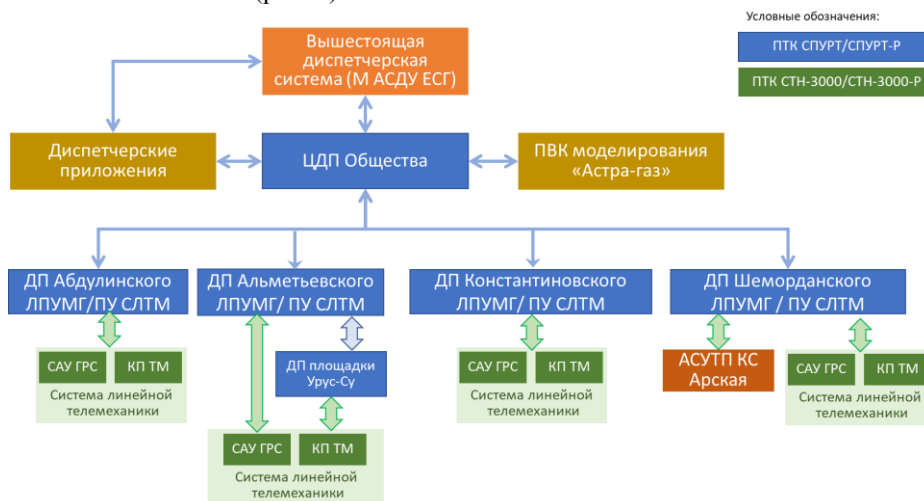


Рис. 1. Структура многоуровневой автоматизированной системы ООО «Газпром трансгаз Казань»

В части телемеханики и диспетчерского управления в Обществе применяются только системы СТН-3000 и СПУРТ, что существенно упрощает как построение самих систем автоматизации, так и их сопровождение и обслуживание «единым исполнителем» - АО «АТГС». Упрощается процесс освоения техники сотрудниками служб эксплуатации, снабжение запасными частями, обновления программного обеспечения и др. Применение однотипных решений дает положительный эффект только при высоком качестве эксплуатируемых систем, надежности и профессионализме разработчика и изготовителя – АО «АТГС».



Рис. 2. ЦДП ООО «Газпром трансгаз Казань». На видеостене – экраны подсистемы реального времени «СДКУ» СПУРТ (фото www.kazan-tr.gazprom.ru)



Рис. 3. КС «Шеморданская», данные о работе которой поступают в СОДУ на базе СПУРТ-Р (фото www.kazan-tr.gazprom.ru).

За период 2017-2022 гг. системы на базе СПУРТ и СТН-3000 развивались функционально, увеличивался объем автоматизации и внедрения новых компонентов.

Расширилась базовая функциональность системы оперативно-диспетчерского управления (СОДУ) СПУРТ на уровнях ЦДП (рис.2) и ЛПУМГ, обрабатывались пожелания и заявки пользователей – специалистов диспетчерских служб. Одними из последних разработок стали: поддержка со стороны АО «АТГС» расширения функциональности ЦДП в части перехода с 2-х часового на 1-часовой цикл отчетности перед вышестоящей диспетчерской ПАО «Газпром», расширение отчетности, подключение

к диспетчерским системам новых объектов автоматизации.

Постоянно увеличивалось число внедренных контролируемых пунктов (КП) телемеханики и САУ ГРС – к 2022 г. их число достигло 80 и 20 комплектов соответственно. Расширяется объем данных, поступающих в СОДУ из систем автоматизации компрессорной станции (рис.3).

Важнейшей задачей стало импортозамещение, для реализации которого АО «АТГС» были разработаны, испытаны по Регламенту ПАО «Газпром», прошли сертификацию СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ и включены в Единый Реестр материально-технических ресурсов,

допущенных к применению на объектах ПАО «Газпром» и соответствующих требованиям ПАО «Газпром», две новые разработки на базе российских элементов – телемеханика СТН-3000-Р и диспетчерский комплекс СПУРТ-Р [2, 3]. С 2017 г. АО «АТГС» новые КП, САУ, диспетчерские комплексы поставляет только на базе СТН-3000-Р и СПУРТ-Р.

Работы по замене действующей системы диспетчерского управления планируется начать в ближайшие годы. Замена будет проходить поэтапно, покомпонентно и без потери управляемости газотранспортной системой – заложенные в СПУРТ-Р возможности позволяют взаимодействовать с диспетчерскими на базе «исторической» СПУРТ. Проведен полный переход на поставку и внедрение новых комплектов КП и САУ исключительно на базе СТН-3000-Р. При этом новые КП и САУ включаются в состав уже действующих систем телемеханики и работают с комплектами СТН-3000 по единым каналам связи и с общими пунктами управления. Такая возможность предоставляется полной совместимостью «старых» и «новых» КП и САУ в части программного обеспечения и информационных обменов. Отметим, что импортозамещение путем «мягкого» перехода на новую технику с сохранением наработанных программ и информационного обеспечения является еще одним примером в пользу эффективности и рациональности применения единой системы телемеханики и диспетчерского управления в рамках предприятия.

Инновационная деятельность и системы автоматизации

Развитие систем автоматизации в ООО «Газпром трансгаз Казань» не ограничивается расширением числа оснащенных КП и САУ объектов, импортозамещением и модернизацией «классических» задач оперативно-диспетчерского управления. Предприятие проводит активную инновационную деятельность, создает и внедряет в реальное производство новые механизмы, приборы, методы обработки информации, повышающие

эффективность работы и увеличивающие безопасность эксплуатации газотранспортной и газораспределительных систем.

По итогам 2020 г. ООО «Газпром трансгаз Казань» впервые стало победителем конкурса среди дочерних обществ ПАО «Газпром» в области изобретательской и рационализаторской деятельности. По состоянию на начало 2022 г. в ООО «Газпром трансгаз Казань» зарегистрировано 105 объектов патентных прав, в 2021 году признано рационализаторскими около 3,5 тыс. предложений, общий экономический эффект от внедрения всех инновационных решений составил более 150 млн. руб. . [6]

Часть разработок связана с системами автоматизации и диспетчеризации, которые либо являются источником данных для реализации инновационных методов, либо непосредственно реализуют методы и алгоритмы обработки данных, позволяющие получить новые результаты. Рассмотрим некоторые из инновационных разработок, непосредственно связанных с развитием систем автоматизации на базе СТН-3000/СТН-3000-Р и СПУРТ/СПУРТ-Р в ООО «Газпром трансгаз Казань» (рис. 3).

Развитие телемеханики с ВИЭ

Применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в системе телемеханики является одним из важнейших современных трендов в ПАО «Газпром». Малое энергопотребление, гибкость программирования, другие решения позволяют эффективно применять возобновляемые источники электроэнергии, прежде всего, солнечные батареи, в контролируемых пунктах телемеханики СТН-3000 и СТН-3000-Р [4]. КП с ВИЭ активно внедряются и в ООО «Газпром трансгаз Казань». Одна из причин отказа от постоянных линий электропитания – сложности и высокая стоимость отвода земель в районах с интенсивной хозяйственной деятельностью. Татарстан как республика с высоким уровнем развития сельского хозяйства и высокой плотностью населения относится как раз к таким регионам. Использование КП с ВИЭ, прежде всего, для автоматизации небольших крановых площадок на однопиточных или двухпиточных газопроводах и газопроводах-отводах позволяет существенно сократить сроки реализации проектов по телемеханизации и сэкономить существенные средства.

Автоматизация поддержки принятия решений

С системами телемеханики непосредственно связаны разработки в области поддержки принятия диспетчерских решений при нештатных и аварийных ситуациях. Некоторые вопросы работ в данном направлении рассмотрены в [5]. Специалистами эксплуатационных служб ООО «Газпром трансгаз Казань» и АО «АТГС» разрабатывается система автоматизированного принятия решений для нештатных режимов линейной части многопиточного магистрального газопровода с целью отключения аварийного участка за минимальное время.

В решении данной задачи задействованы как КП телемеханики СТН-3000-Р, так и пункт управления СПУРТ/СПУРТ-Р. На основе данных телемеханики пункт управления постоянно рассчитывает и отображает режимы работы участков МГ: в работе (газ по участку идет), остановлен (под/без газа), авария. Возможен ручной ввод режима «Проводятся плановые работы» и состояния крана «В ремонте». Отображение состояний участков на мнемосхеме АРМ диспетчера само по себе существенно увеличивает наглядность схемы и позволяет избежать ошибок при переключении запорной арматуры.

Идентификация аварии и выделение аварийного участка производится по волне давления. На основе алгоритма, позволяющего выбрать необходимые для переключения краны, направление переключений с учетом запрещенных к открытию участков (на которых ведутся плановые работы), неисправных и неуправляемых кранов, автоматически рассчитывается и предлагается диспетчеру план переключений. Для определения плана переключений разработана система, которая базируется на графе газотранспортной системы, целевых функциях доставки газа до конечных точек линейного участка МГ с учетом ограничений (локализация аварийного участка, запрет на использование остановленных участков, запрет на переключение

кранов «в ремонте» и т.п.). Действие алгоритма поясняет рис. 4.

В случае согласия диспетчера с предложенной последовательностью переключений процесс запускается «одной кнопкой». Как при автоматическом, так и при ручном переключении отслеживается состояние (режим работы) участков, при изменении режима меняется цветовая раскраска.

На момент написания статьи представленное решение

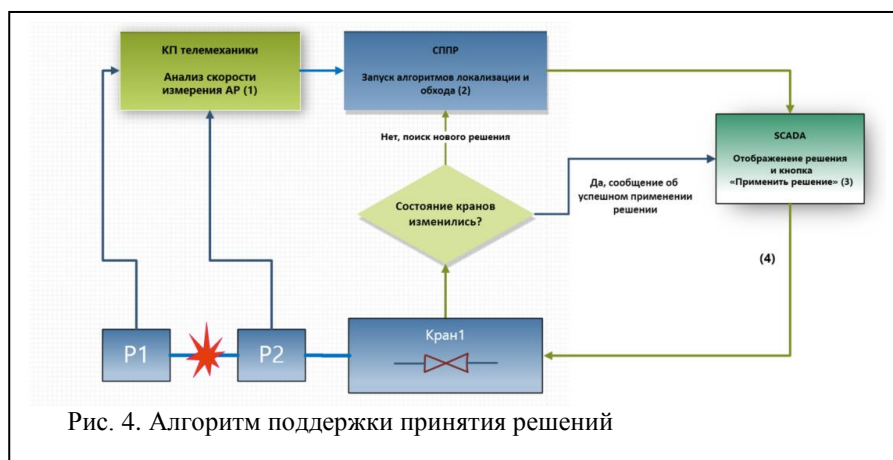


Рис. 4. Алгоритм поддержки принятия решений

находится в стадии разработки – переход от отладки отдельных методов и алгоритмов к целостной системе. Внедрение разработки на практике позволит исключить влияние человеческого фактора из процесса принятия решений в аварийной (то есть по определению стрессовой) ситуации, повысить надежность и безопасность управления газотранспортной системой.

Анализ состояния газоперекачивающего агрегата

В Обществе разработана и введена в опытную эксплуатацию автоматизированная система предиктивной диагностики (АСПД) состояния газоперекачивающего агрегата (ГПА) по параметрам энергоэффективности¹. Предиктивный (предсказывающий) анализ проводится путем расчета и оценки коэффициента технического состояния центробежного нагнетателя и газотурбинной установки ГПА за выбранный период. Анализ проводится в целях повышения эксплуатационной надежности ГПА, оптимизации их ремонтно-технического обслуживания, экономии производственных и топливно-энергетических ресурсов, а также выявления и предупреждения о рисках аварий по причине критических изменений в конструкции ГПА, возникших в процессе эксплуатации.

Разработанный инструментарий предиктивного анализа технического состояния ГПА строится на аналитической зависимости интегральных показателей, без влияния климатических условий и режима работы: коэффициента технического состояния центробежного нагнетателя (КТС ЦБН) и коэффициента технического состояния газотурбинной установки (КТС ГТУ). Анализ генеральной совокупности этих значений по наработке ГПА с помощью методов математической статистики и последовательной аппроксимации различными видами функций, позволяет на основе коэффициента детерминации выявить наиболее подходящую зависимость, которая является основой оценки технического состояния ГПА на заданный период для его учета при определении сроков проведения ремонта. Специализированные расчеты и финальная оценка состояния проводятся в рамках специально разработанного специалистами ООО «Газпром трансгаз Казань» программного комплекса АСПД. В свою очередь, автоматизированный сбор данных из САУ ГПА, подготовку



Рис. 5. Визуализация информации о ГРС

исходных данных; обработку (отбраковка) исходных данных, расчет коэффициента технического состояния (КТС ГТУ, КТС ЦБН) с визуализацией информации на АРМ производственно-диспетчерской службы осуществляет специальное дополнение к программному комплексу СПУРТ разработки АО «АТГС».

По состоянию на май 2022 г., система находилась в стадии опытно-промышленной эксплуатации на одном из цехов КС «Шеморданская».

Цифровой двойник ГРС

Перспективной разработкой в области цифровых двойников,

проводимой специалистами Общества, является система контроля технического состояния газораспределительных станций ГРС (рис.5). Важной задачей является обеспечение контроля технического состояния ГРС и оптимальности режима эксплуатации, своевременного выявления неисправностей и принятия превентивных мер. В качестве эффективного метода решения задачи рассматривается создание цифровых двойников ГРС с возможностями комплексного хранения и обработки информации.

Предполагается, что разработка будет осуществляться по следующим основным направлениям:

- 1) внедрение трендового контроля за показателями технологического оборудования ГРС;
- 2) ведение электронного журнала фиксации проводимых на ГРС регламентных работ, а также комплексных испытаний систем автоматического управления ГРС, систем контроля загазованности и пожарной сигнализации;
- 3) разработка цифровой модели ГРС с возможностью последующей интеграции в автоматические системы управления оборудованием станций.

Контроль текущих показателей функционирования ГРС, ведение архивов показателей, а также протоколирование событий и аварийных ситуаций осуществляет САУ ГРС на базе СТН-3000-Р. Вычислительные возможности контроллера САУ позволяют вести обработку информации и реализовывать определенные расчет и вычислительные алгоритмы. Исходя из этого, САУ ГРС получающие информацию от САУ пункта управления ЛПУМГ на базе СПУРТ-Р, являются важными компонентами разрабатываемого «цифрового двойника».

¹ <https://kazan-tr.gazprom.ru/d/textpage/91/401/perspektivnye-razrabotki-vnedryaemye-na-predpriyatii.pdf>

Заключение

Рассмотрены вопросы развития многоуровневой интегрированной комплексной системы автоматизации ООО «Газпром трансгаз Казань», включая направления новых разработок и инновационного развития. Опыт эксплуатации системы показывает положительные результаты применения унифицированных решений (платформ) телемеханики и диспетчерского управления в рамках одного предприятия. Система автоматизации является основой для разработки инновационных методов и подходов к управлению газотранспортной и газораспределительной системами. Дальнейшее применение результатов исследований и опытных разработок на практике позволят расширить функциональные возможности систем управления, повысив эффективность и надежность функционирования как региональной, так и системы газоснабжения в масштабах страны.

Бернер Л.И. – д-р техн. наук, проф., ген. директор АО «АтлантикТрансгазСистема»,

Рощин А.В. – канд. техн. наук, первый зам. ген. директора по производству,

Зельдин Ю.М. - канд. техн. наук, зав. отделом ИУС АО «АтлантикТрансгазСистема»,

Ковалев А.А. – канд. техн. наук, зам. ген. директора по развитию

АО «АтлантикТрансгазСистема»,

Усманов Р.Р. – канд. техн. наук, ген. директор ООО «Газпром трансгаз Казань»,

Чучкалов М.В. – д-р техн. наук, главный инженер – первый зам. генерального директора

ООО «Газпром трансгаз Казань»,

Закиров Р.Р. - начальник производственного отдела автоматизации

ООО «Газпром трансгаз Казань»

Список литературы

- 1) *Гимранов Р.К., Зайнуллин И.М., Илюшин С.А., Лавров С.А. Эксплуатация однородной системы линейной телемеханики на базе СТН-3000 и ПТК СПУРТ Р // Автоматизация в промышленности. 2017. №4.*
- 2) *Рощин А.В., Тимофеев Р.Ю. СТН-3000-Р – реализация программы импортозамещения компонентов системы телемеханики СТН-3000 производства АО «АТГС» // Автоматизация в промышленности. 2017. №4.*
- 3) *Зельдин Ю.М., Хадеев А.С., Бениаминов П.Е. Программно-технический комплекс СПУРТ-Р – реализация программы импортозамещения для систем оперативно-диспетчерского управления // Автоматизация в промышленности. 2017. №4.*
- 4) *Буц В.В., Савенков К.Г., Рощин А.В., Лавров С.А. Современные решения и подходы к телемеханизации объектов линейной части // Газовая промышленность. 2021. №2.*
- 5) *Никаноров В.В., Марченко С.Г., Бернер Л.И., Зельдин Ю.М. Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности систем диспетчерского контроля и управления газотранспортной системой // Газовая промышленность. 2021. №2.*