

ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю.М. Зельдин, С.А. Лавров (ЗАО «АтлантикТрансгазСистема»)

На примере проекта, реализованного в Учебном центре ООО «Газпром трансгаз Чайковский», рассматривается комплексный подход к обучению специалистов различного профиля с использованием специализированного тренажерного комплекса. Обсуждаются как программно-технические решения тренажера, так и учебно-методические вопросы проведения занятий по различным программам.

Ключевые слова: тренажерный комплекс, газотранспортное предприятие, обучение, диспетчерский пункт.

Тренажерный комплекс учебного центра ООО «ГТГ Чайковский»

Подготовка квалифицированных кадров и постоянное повышение квалификации специалистов является одной из приоритетных задач, решаемых ПАО «Газпром». В многоуровневой отраслевой системе подготовки кадров важное место принадлежит дочерним обществам — газотранспортным и газодобывающим предприятиям ПАО «Газпром». Подготовка кадров проходит как непосредственно на рабочих местах, так и в специализированных учебных центрах. Подготовка специалистов в современных условиях невозможна без технических средств обучения, которые давно применяются в газовой промышленности. Развитие вычислительной техники и ПО привело к распространению таких технических средств обучения, как тренажерные комплексы, включающие сложное специализированное ПО для всесторонней имитации «поведения» изучаемого технологического объекта в различных ситуациях.

ООО «Газпром трансгаз Чайковский» является одним из ведущих газотранспортных предприятий ПАО «Газпром», занимает второе место в ПАО «Газпром» по объему транспортируемого газа, эксплуатирует 14 магистральных газопроводов. Протяженность газопроводов в однопоточном исполнении составляет около 11 тыс. км. Эксплуатируется 132 газораспределительных станции (ГРС), 62 компрессорных цеха (КЦ), 274 газоперекачивающих агрегата (ГПА) различных типов. Диспетчерское управление осуществляется по реализованной в ПАО «Газпром» иерархической схеме и автоматизировано на базе ПТК СПУРТ [1]; имеется центральный диспетчерский пункт (ЦДП) и 13 нижестоящих диспетчерских пунктов линейных производственных управлений (ЛПУ). На базе унифицированного решения — комплекса СТН-3000 — телемеханизирована большая часть газопроводов. В компрессорных цехах внедрены системы автоматического управления (САУ) ведущих российских и зарубежных производителей, значительная часть их создана на базе МСКУ производства ЗАО «НПФ Система-Сервис». Наиболее распространенной системой пожарной и газовой безопасности является ПК-4510.

Учебный центр ООО «Газпром трансгаз Чайковский» расположен в отдельном, вновь построенном здании, хорошо оснащен технически и проводит подготовку специалистов и рабочих широкого круга специальностей.

Рассмотрим тренажерный комплекс, разработанный на базе широко используемых на предприятии программно-технических средств автоматизации ЦДП, ЛПУ, КЦ и ГПА, а также линейной телемеханики. Перечисленные программно-технические средства составляют основу многоуровневой АСУТП магистральных газопроводов предприятия. Наличие программно-технических средств обучения на основе данных систем автоматики и телемеханики позволяет отследить и симитировать всю цепочку управления газотранспортной системой (ГТС) и охватить подготовку самого широкого круга специалистов, прежде всего, диспетчеров ЦДП и ЛПУ, сменного персонала КЦ, инженеров и слесарей служб АСУ и КИПиА.

Исходя из представленных аргументов, в 2007 г. было принято решение провести конкурс и приобрести учебный комплекс в следующей комплектации:

- тренажер диспетчерского управления на базе системы СПУРТ;
- тренажер системы управления ГПА на базе МСКУ-5000;
- тренажер системы линейной телемеханики на базе СТН-3000;
- тренажер пожарной и газовой безопасности на базе системы ПК-4510;
- стенд датчикового оборудования системы линейной телемеханики и САУ ГПА;
- стенд датчикового оборудования пожарной безопасности;
- коммуникационное оборудование.

Общая структура тренажерного комплекса приведена на рис. 1.

Победителем конкурса на поставку стало ЗАО «АтлантикТрансгазСистема», которое предложило собственные тренажеры СПУРТ и СТН-3000 и выступило в тесной кооперации с НПФ «Ингойл» — разработчиком САУ ГПА, ЗАО «НПФ Система-Сервис» — поставщиком цеховых систем автоматики, ЗАО «Спецпожжинжиниринг» — поставщиком решений по пожарной безопасности, ООО «Квант» — специалистом по монтажу и наладке систем. Участие в создании тренажерного комплекса именно разработчиков и производителей изучаемых систем управления, автоматики и телемеханики позволило создать действующие макеты, максимально близко соответствующие оригинальным системам и наиболее эффективно организовать процесс обучения. Тренажерный комплекс был введен в эксплуатацию в конце 2008 г.

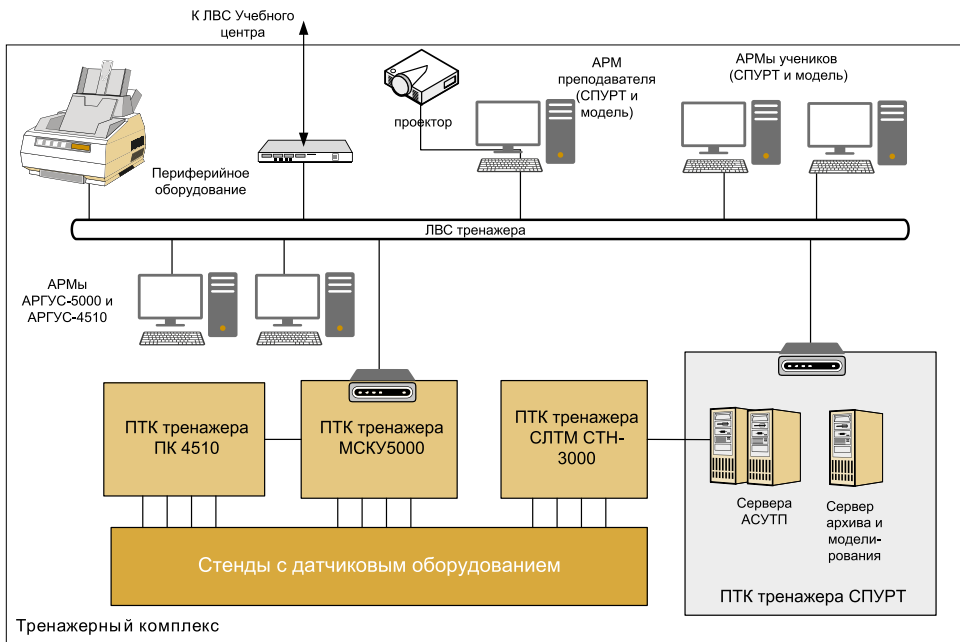


Рис. 1. Структурная схема тренажерного комплекса

Тренажер представляет собой ПТК, интегрирующий серийные образцы выпускаемых систем, оснащенные модернизированным ПО и вновь разработанными стендами датчиков. Все технические средства установлены в учебном классе, для офисной адаптации технических средств были выполнены некоторые доработки (габариты, питание от сети 220 В и др.) [2].

Тренажер диспетчера

Начнем рассмотрение с тренажера диспетчера на базе системы СПУРТ, дополненной специальным ПО «Веста-М» от ООО «Ингойл». Технически тренажер выполнен в виде стойки резервированных серверов с двумя рабочими местами (число которых может быть увеличено) и практически полностью соответствует по комплектации типовому диспетчерскому пункту

рейд служб АСУ и КИПиА;

- изучение устройства и вопросов обслуживания программно-технического комплекса СПУРТ для подготовки инженеров и слесарей

рейд служб АСУ и КИПиА; изучение вопросов управления газотранспортной сетью в штатных и аварийных ситуациях для подготовки диспетчерского персонала уровня центральной диспетчерской и диспетчерских служб ЛПУ. Техническая реализация тренажера в виде реального диспетчерского пункта ЛПУ позволяет легко организовать практические занятия по обслуживанию СПУРТ. Обучаемые изучают процессы запуска и останова системы, базовые диагностики, внесение допустимых исправлений в информационное обеспечение системы, замену неисправных накопителей (дисков) с последующим восстановлением системы с помощью резервной копии и другие вопросы. Изолированность тренажера от реальной ГТС делают безопасными тренировки

по включению/выключению системы. Ранее такое обучение было возможно только в учебном центре разработчика в Москве.

Более сложно используется тренажерный комплекс для обучения диспетчерского персонала предприятия вопросам контроля и управления ГТС. Можно выделить три направления занятий:

- изучение интерфейса СПУРТ и методов работы с системой (без опасности воздействия на ТП);
- изучение поведения ГТС (прогнозные расчеты) после выдачи каких-либо управляющих воздействий;

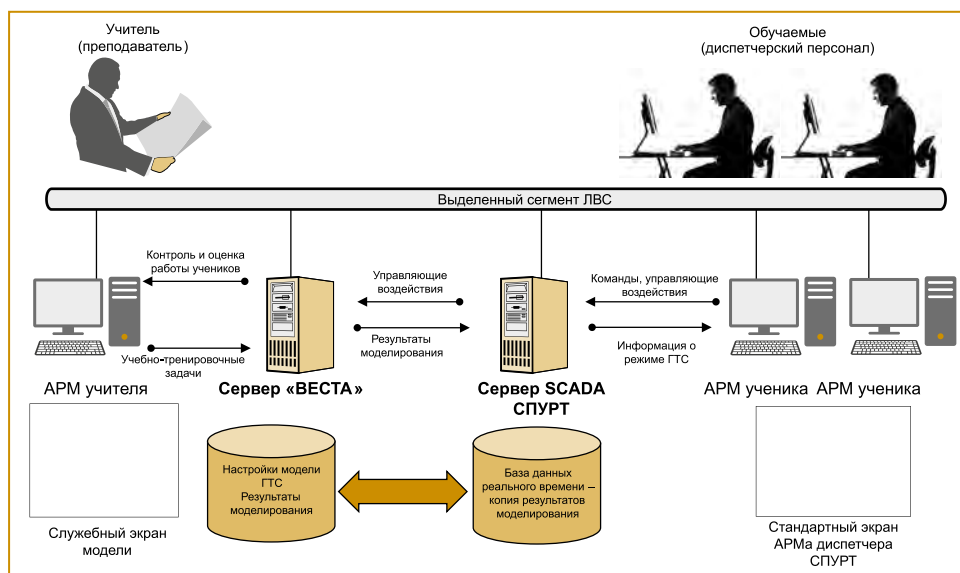


Рис. 2. Структурная схема организации программной части тренажера

- диагностика аварийных ситуаций и локализация аварийных участков.

Характерной особенностью представляемого тренажерного комплекса является реализация интерфейса пользователя (обучаемого) на базе стандартного пакета СПУРТ, аналогичного используемому диспетчером на рабочем месте. Такой подход позволяет эффективно изучать не только методы управления и поведение ГТС, но и собственно экранные формы, функции и возможности СПУРТ как инструмента диспетчера. Последовательность изучения базовых компонентов SCADA и архива и методов работы с ними определяется преподавателем.

Изучение поведения ГТС, диагностика и локализация аварий также проводится с рабочего места на базе СПУРТ. Обучение может проводиться для диспетчеров предприятия при полнофункциональном динамическом моделировании работы ГТС предприятия и для диспетчеров подразделений при моделировании участка газотранспортной системы.

Рассмотрим возможные варианты проведения занятий. Для проведения прогнозных расчетов обучаемый, получив задание инструктора на изменение режима ГТС (например, на увеличение объема подачи газа по определенному направлению), принимает решение и выдает команды средствами СПУРТ на ГПА, запорную арматуру и др. Динамическая модель «Веста-М» получает от СПУРТ введенные команды, обрабатывает их и рассчитывает в динамике изменение всех параметров ГТС, включая давления и расходы в контрольных точках и др. Результаты расчета отображаются средствами СПУРТ и контролируются как диспетчером, так и преподавателем. При выполнении прогнозного расчета задается так называемый временной масштаб или коэффициент ускорения, который может варьироваться в диапазоне от 1:1 до 10:1 (то есть моделирование с ускорением времени в 10 раз).

В рамках обучения диагностике и локализации аварийных и нештатных ситуаций преподаватель задает через специальный интерфейс комплекса «Веста-М» учебно-тренировочную задачу из заранее подготовленного перечня либо произвольно указывает место, время, характер и параметры аварии. Варианты заданных учебно-тренировочных задач (пример):

- появление ложных сигналов телеуправления объектами ГТС (например, самопроизвольная перестановка крана);
- частичный или полный разрыв трубопровода;
- образование гидратно-конденсатных засорений в трубопроводе;
- аварийное отключение газоперекачивающих агрегатов или цеха в целом и другие.

После задания ситуации модель «Веста» начинает динамическое моделирование режима работы ГТС. Обучаемые, не зная о месте и характере сымитированной аварии, должны диагностировать ситуацию, определить место возникновения (причину),

принять решение о ее ликвидации или локализации при максимально возможном соблюдении заданного плана поставок газа и всех технологических ограничений. Обучаемые используют различные управления ГТС из числа разрешенных преподавателем. Оценка действий диспетчера отражается в протоколе решения задач по ряду параметров, как то: потерянный газ, недопоставленный газ, расход топливного газа, аварийные отключения ГРС и ГПА, переключения кранов, нарушения по максимальному давлению, нарушения по мощности и помпажу ГПА.

Опыт обучения диспетчеров показал важность и полезность тренировок для диспетчеров с различным стажем работы. Важность и полезность обучения проявилась в сокращении ошибок диспетчерского персонала, в сокращении времени анализа нештатных и аварийных ситуаций и принятии решений по их ликвидации с минимальными затратами и в дальнейшем повышении качества принимаемых решений по управлению объектами газотранспортной системы.

Тренажер системы телемеханики

Тренажер системы телемеханики в составе тренажерного комплекса дополняет цепочку диспетчерского управления «ЦДП — диспетчерский пункт ЛПУ — контролируемый пункт телемеханики» и позволяет осуществлять тренировки специалистов и слесарей службы КИПиА по вопросам, связанным с устройством и эксплуатацией телемеханики СТН-3000. Универсальность СТН-3000 и унификация решений по автоматизации различных объектов на базе единого ПТК телемеханики позволяет изучать с помощью тренажера вопросы контроля и управления линейной частью, станциями катодной защиты, узлами редуцирования газа, газораспределительных станций, других объектов. Тренажер состоит из контролируемого пункта системы линейной телемеханики СТН-3000 на базе контроллера ControlWave; к контроллеру подключено несколько характерных датчиков (давления, температуры), а также исполнительный механизм ЭПУУ 4 и имитаторы телесигнализаций положения крана (набор переключателей).

Тренажер позволяет проводить занятия по изучению устройства контролируемого пункта СТН-3000, подключения контролируемого пункта к системе СПУРТ и датчиковому оборудованию, ПО, выявлять и устранять неисправности, модифицировать ПО и др.

Тренажер САУ ГПА-25 Р на базе МСКУ-5000 и станда датчиков

Тренажер по работе с САУ газоперекачивающим агрегатом на базе МСКУ-5000 разработан в тесной кооперации специалистов ЗАО «АтлантикТрансгаз-Система» и ЗАО «НПФ Система-Сервис» и предназначается для подготовки как оперативного, так и технического персонала служб КИПиА ЛПУ магистральных газопроводов. Представляемый трена-



Рис. 3. Стенд датчикового оборудования

жер ориентирован на изучение работы и управления ГПА-25 Р с двигателем ДН-80. Тип управляемого агрегата в тренажерном варианте МСКУ-5000 определяется ПО и может быть изменен. Тренажер реализован на базе серийной САУ ГПА МСКУ-5000 в варианте, доработанном для решения задач обучения.

Тренажер МСКУ-5000 ориентирован на два направления подготовки специалистов: изучение устройства МСКУ-5000, датчиков и ПО АРГУС-5000; тренировка операторов (сменных инженеров) по управлению работой ГПА. Для обучения управлению ГПА в различных режимах работ служит специально разработанная программная модель ГПА.

Для изучения устройства МСКУ, а также изучения методов работы с АРГУС-5000 (на базе ПО Siemens WinCC) используется собственно ПТК МСКУ-5000-01 и специальный стенд датчиков, изготовленный ЗАО «НПФ Система-Сервис» и ООО «НПП Квант» (рис. 3).

Используя стенд, можно осуществлять физическое воздействие на датчики с помощью входящего в состав тренажера сервисного оборудования, а также симитировать неисправность датчика. Для изучения прохождения информации по цепочке «датчик — САУ — АРМ» в ПО внесены специальные доработки; АРГУС-5000 реализует специальный режим «обработка параметров» и имеет окно отображения сигналов с датчиков. С помощью стенда датчиков и ПО АРГУС-5000 можно эффективно проводить занятия по калибровке датчиков различных типов,

по сдаче метрологии каналов измерения, по использованию специального ПО для конфигурирования датчикового оборудования и др.

Занятия по **управлению работой ГПА в различных режимах работы** ориентированы на сменных инженеров или операторов газокompрессорных цехов. Для занятий используются штатные функции АРГУС, а также модель нужного типа ГПА. Модель реализована на средствах программирования Simatic S7 (Step 7) и выполняется в контроллере МСКУ-5000. Интерфейс с моделью поддерживают специально добавленные функции АРГУС-5000, которые в расширенном варианте обеспечивают принудительное задание значений телеизмерений и телесигнализаций, а также задание событий (аварий) для изучаемого типа агрегата.

Обучение управлению ГПА в различных режимах предполагает проведение следующих видов тренировок действий персонала: штатная работа по управлению ГПА; нештатные ситуации; отработка аварийных защит ГПА; подготовка и запуск ГПА в режимах «Кольцо» и «Магистраль»; аварийный и нормальный останов ГПА; смена режима работы ГПА; дистанционное управление исполнительными механизмами и кранами газовой обвязки; другие тренировки.

Модель имитирует реакцию ГПА на выданные команды (в том числе изменение режима), включая комплексную имитацию изменения значений телеизмерений и телесигнализаций, соответствующую реальной работе ГПА. Специальная процедура в составе АРГУС-5000 обеспечивает ручное задание значений контролируемых параметров агрегата для описания начального режима моделирования и для создания нештатной работы ГПА. Можно задавать аварийную ситуацию также из числа ранее описанных учебно-тренировочных задач. Реакция ГПА на аварийную ситуацию, имитация работы ГПА в заданной аварийной ситуации, включая аварийные остановки со стравливанием и без стравливания газа, также полностью отрабатывается имитационной моделью. Соответствующие изменения параметров работы ГПА отображаются обучаемому через интерфейс системы АРГУС-5000.

В процессе тренировки обучаемый последовательно осуществляет контроль состояния агрегата и, согласно указаниям преподавателя, переводит агрегат в различные режимы работы. Набор режимов, которые поддерживает имитационная модель агрегата в составе тренажера, определяется типом агрегата.

Применение тренажера позволяет эффективно проводить обучение персонала, снижая вероятность ошибочных и неправильных действий при управлении реальным агрегатом, а также при обслуживании САУ ГПА и других средств автоматизации.

Тренажер системы пожарной безопасности на базе ПК-4510 и стенда датчиков

Для большей эффективности обучения и снижения стоимости тренажерного комплекса в це-

лом тренажер МСКУ-5000 используется совместно с тренажером ПК-4510. Основой тренажера является серийный периферийный контроллер пожаротушения ПК-4510-01 с программным обеспечением АРГУС-4510, доукомплектованный специально разработанным стендом датчикового оборудования. Контроллер тренажера настроен на контроль одной зоны (помещение), контроль других зон отключен (может быть восстановлен при расширении стенда датчиков). Поставляемый с тренажером стенд оснащен всеми вариантами датчиков и сигнализаторов, используемых на компрессорных станциях.

Тренажер не имеет программных средств имитации пожара/загазованности, однако стенд позволяет воздействовать на датчики и приводить к их срабатыванию. Стенд также оснащен специальным пультом для имитации обрыва цепи и короткого замыкания.

Тренажер обеспечивает всю необходимую базу для проведения детального изучения распространенного в отрасли пожарного контроллера и датчикового оборудования, отработки практических навыков использования и обслуживания оборудования на объектах.

Результаты использования и перспективы развития тренажеров

Тренажерный комплекс уже несколько лет используется для решения задач подготовки самых различных специалистов и демонстрирует высокую эффективность применения. Обучаемые знакомятся с реальными образцами программно-технических комплексов, осваивают методы работы с ними, а также имеют возможность изучить поведение сложной

газотранспортной системы и газоперекачивающего агрегата в различных режимах работы, включая аварийные ситуации.

Разработка, выполненная в ООО «Газпром трансгаз Чайковский», была высоко оценена руководством Департамента по управлению персоналом ПАО «Газпром» — в декабре 2008 г. на отраслевом конкурсе разработок для учебных центров работа удостоена Первой премии.

В 2009 г. аналогичный тренажер внедрен в ООО «Газпром трансгаз Казань», готовится внедрение тренажерного комплекса на ряде других предприятий.

Тренажерный комплекс имеет существенный потенциал развития функциональности, прежде всего, в части обучения управлению газотранспортной системой. Представляется перспективным и расширение программно-технических комплексов СПУРТ, СТН-3000 и МСКУ-5000 для более полного представления вариантов реализации данных систем и изучения различных типов ГПА. Возможны и другие доработки, направленные на дальнейшее повышение качества решения и уровня подготовки специалистов.

Список литературы

1. Анушин С.Е., Колошко В.В., Бернер Л.И., Роцин А.В. Многоуровневая вертикально и горизонтально интегрированная АСУТП ООО «Газпром трансгаз Чайковский» // Автоматизация в промышленности. 2014. № 8. С. 59-64.
2. Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Климов Ю.В. и др. Тренажерный комплекс для газотранспортного предприятия ОАО «Газпром» (на примере ООО «Газпром трансгаз Чайковский») // Приборы и Системы. Контроль и Управление. Диагностика. М: Научтехлитиздат. 2010. № 6. С. 5-11.

Зельдин Юрий Маркович — канд. техн. наук, заведующий отделом ИУС,

Лавров Сергей Анатольевич — заведующий отделом АСУТП

ЗАО «Атлантик Трансгаз Система».

Контактный телефон (495) 660-08-02.

E-mail: zeldin@atgs.ru, lavrov@atgs.ru

Решение компании Honeywell усовершенствовало управление ТП на ООО «Ильский НПЗ»

Подразделение «Промышленная автоматизация» корпорации Honeywell объявило о внедрении системы автоматизации производственных процессов Exregion HS на базе контроллеров HC 900 на ООО «Ильский НПЗ» - крупном производственном комплексе, входящем в число ведущих нефтеперерабатывающих заводов Краснодарского края. Решение компании Honeywell позволяет повысить эффективность и продуктивность работы оператора установки по переработке нефти.

Компания Honeywell поставила на завод полный комплекс услуг по построению на объекте ООО «Ильский НПЗ» единой интегрированной системы управления производством Exregion HS на базе гибридных контроллеров HC 900. Решение Honeywell успешно функционирует на установке по переработке нефти АТ-5 мощностью 1,8 млн т. Система управления Exregion HS на базе гибридных контроллеров HC 900 удовлетворяет требования управления и сбора данных на АТ, благодаря чему на установке поддерживается стабильная и эффективная работа систем управления и мониторинга.

Решение Exregion HS включает ряд компонентов Exregion PKS, которые позволяют создать специализированную и функциональную систему автоматизации малых и средних объектов в ряде отраслей. Технология Exregion HS улучшает работу опера-

ционных блоков, позволяя оптимизировать рабочие процессы и расширить доступ к ключевым производственным параметрам и данным. Благодаря повышению производительности операторов, технология Exregion HS позволит удовлетворить растущий спрос на продукцию НПЗ в регионе.

Exregion HS — это мощная программная платформа, которая включает инновационные приложения для человеко-машинного интерфейса, диспетчерской системы дистанционного контроля и управления, а также сбора данных. Созданная на основе проверенной технологии Exregion, Exregion HS — это интегрированное и экономичное решение для небольших операционных блоков. Система поддерживает до 8000 точек и 10 станций оператора, резервирует серверы и сетевые структуры, интегрирует видео как переменную процесса. Exregion HS работает на базе гибридных контроллеров HC 900, которые реализуют контурное и логическое управление, а также имеют модульную конструкцию, позволяющую удовлетворить требования управления и сбора данных для широкого диапазона технологического оборудования. Эта мощная объединенная система совместно с улучшенной технологией управления Exregion HS предоставляет пользователю идеальное решение задачи управления процессом.

<http://www.honeywellprocess.com>