

Разработка автоматизированных обучающих комплексов на базе SCADA систем

А.А. Казанцев,
студ., 2-й курс магистр., Kazantcevandr@gmail.com,
ДВФУ, г. Владивосток

В представленной работе рассмотрено применение автоматизированных обучающих систем, как систем, направленных на уменьшение риска возникновения аварий. Спроектирована и рассмотрена простейшая АСО, показана ее работоспособность. Приведено сравнение системы с аналогичными действующими системами. Выделены дальнейшие пути развития.

Application of the automated training systems as systems aimed at reducing the risk of accidents is considered in the presented work. The simplest the automated training system is designed and considered, its operability is shown. Comparison of the system with similar operating systems is given. Further ways of development are singled out.

1. Основная часть

На основании данных Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору был проведен анализ аварийности на объектах трубопроводного транспорта.

В задачи службы входит в том числе:

- функции по контролю и надзору в сфере безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, промышленной безопасности, безопасности при использовании атомной энергии и другое;
- осуществление контроля и надзора в том числе за соблюдением требований промышленной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации, консервации и ликвидации опасных производственных объектов, изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании и ремонте технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, транспортировании опасных веществ на опасных производственных объектах; за безопасным ведением работ, связанных с пользованием недрами; за соблюдением требований технических регламентов в установленной сфере деятельности;
- регистрация опасных производственных объектов и ведение государственного реестра таких объектов.

Так, по данным «Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году», надзор осуществлялся в отношении 4522 опасных производственных объектов (ОПО) магистрального трубопроводного транспорта, из которых:

- 742 ОПО I класса опасности;
- 3352 ОПО II класса опасности;
- 422 ОПО III класса опасности;
- 6 ОПО IV класса опасности [4].

В 2016 году на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта произошло 11 аварий. В сравнении с 2015 годом количество аварий на объектах магистрального трубопроводного транспорта уменьшилось на 2.

Общий ущерб от произошедших аварий в 2016 году составил 262,6 млн. руб.

На рисунке 1 приведена динамика аварийности и производственного травматизма за 2010 – 2016 гг. на опасных производственных объектах.

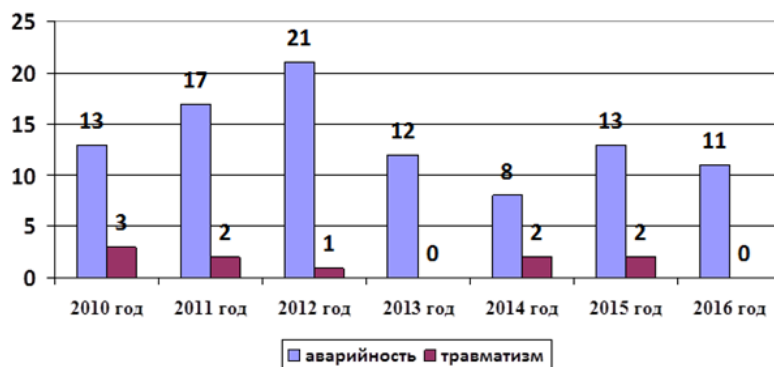


рис. 1 - Динамика аварийности и производственного травматизма за 2010 – 2016 гг. на опасных производственных объектах

Согласно отчёта, в период за 2010 – 2016 гг. произошло 95 аварий. Основная их часть произошла под воздействием внутренних опасных факторов, связанных с физическим износом, коррозией металла и растрескиванием тела трубы под напряжением. А 10% аварий произошли вследствие ошибочных действий персонала при эксплуатации, нарушения порядка проведения опасных работ и нарушения правил промышленной безопасности.

Для примера, 5 октября 2017г. в нижегородской области в компании «Лукойл Нижегороднефтеоргсинтез» произошло возгорание 2х резервуаров. В результате аварии погибло 4 человека, 5 госпитализированы с ожогами. Предполагаемой причиной возгорания называют нарушение правил промышленной безопасности [6].

Все это в очередной раз доказывает актуальность и необходимость создания новых и совершенствования старых систем для обучения персонала, подготовки его к действиям при аварийных ситуациях.

Для минимизации возможных аварий важно уметь правильно оценивать возможные риски аварий и, на основании этих данных, принимать соответствующие решения. Этот процесс называется «управление рисками».

Управление рисками (риск-менеджмент; англ. risk management) — процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией.

В настоящее время повышение квалификации персонала возможно, как на обучающих системах, включающих в состав реальное оборудование, так и полностью виртуальных системах.

Наиболее распространенной формой таких систем является применение комбинированных комплексов: виртуальной среды, программно осуществляющей моделирование необходимых ситуаций и оценку действий персонала, в сочетании с физической моделью, имитирующей реальное оборудование.

В качестве примера может служить интерактивный учебно-тренажерный комплекс "Подготовка операторов нефтеперекачивающих станций" производственного объединения «Зарница» [9]. Данная система представлена моделью НПС с трубопроводной обвязкой, элементы которой контролируются ПЛК, и программным решением, реализованным в ПО Proficy iFIX.

Однако, зачастую такие модели, как и реальное оборудование, требуют больших капиталовложений. В отличие от альтернативного варианта – обучение персонала с использованием компьютерных имитационных тренажеров. Такие тренажеры, помимо моделирования ситуаций, подразумевают имитацию оборудования, с которым работает персонал, что позволяет значительно сократить затраты.

Примером такой системы является автоматизированные обучающие системы «План локализации и ликвидации аварийных ситуаций на нефтеперекачивающей станции» от компании ООО «Профессиональная группа» [8]. Данное решение реализовано с применением только программного оборудования и использует в себе 3D-моделирование.

Имеющиеся в настоящее время на рынке тренажеры такого типа используют в своем составе платное ПО, что, в свою очередь, требует закупки лицензий. Однако, и эти затраты могут быть сокращены использованием их бесплатных аналогов, которые почти ничем не уступают первым.

Ниже приведена классическая структура обучающего комплекса:

- ✓ Математическая модель, генерирующая ситуацию (аварийную или рабочую) путем создания сигналов, имитирующих технологические параметры объекта или процесса.
- ✓ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), имитирующая АСУТП.
- ✓ Система оценки действий персонала. В этом звене происходит составление отчетов о действиях обслуживающего персонала.

Для дальнейшего рассмотрения проблемы была спроектирована простейшая модель подобной обучающей системы.

Средой разработки является демонстрационная версия программы AdAstra Research Group TRACE MODE в связке с пакетом MathWorks Matlab по протоколу OPC.

В качестве примера был рассмотрен цикл заполнения резервуара марки РВСПК-50000. Плотность нефти принята по [7] 852 кг/м^3 , при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

По [5] цикл заполнения резервуара РВСПК-50000 делится на 2 периода:

Первый период - от начала заполнения до всплытия плавающей крыши. В этот период плавающая крыша находится на опорах. При заполнении после окончания строительства резервуара или после его капитального ремонта скорость движения нефти в приемо-раздаточном патрубке до всплытия плавающей крыши не должна превышать $1,2 \text{ м/сек}$ [2], что соответствует расходу $1300 \text{ м}^3/\text{час}$ в одном патрубке Ду 700 мм .

Второй период - от уровня всплытия плавающей крыши до верхнего нормативного уровня. Скорость нефти в приемо-раздаточном патрубке при заполнении после затопления струи не превышает максимально допустимую величину 7 м/сек в одном патрубке Ду 700 мм , что обеспечивает электростатическую безопасность, соответственно расход не более $11569 \text{ м}^3/\text{час}$.

Для проверки работоспособности системы было смоделировано 2 сценария:

Базовый сценарий 1. Оператор НПС открывает задвижку 1, в резервуар начинает поступать нефть по описанным выше условиям. В момент, когда уровень нефти достигает отметки «Верхний нормативный уровень», что соответствует $14,3 \text{ м}$ [1], согласно [3] на АРМ оператора поступает визуальная и звуковая сигнализация. Оператор в этот момент закрывает задвижку 1 [2]. Подача нефти в резервуар прекращается. После чего оператор в рабочем порядке открывает задвижку 2 для опорожнения резервуара.

Базовый сценарий 2. Оператор НПС открывает задвижку 1, в резервуар начинает поступать нефть по описанным выше условиям. В момент, когда уровень нефти достигает отметки «Верхний нормативный уровень», согласно [3] на АРМ оператора поступает визуальная и звуковая сигнализация. Однако, по каким-то причинам, оператор не закрывает задвижку 1, и подача нефти в резервуар продолжается. В момент достижения уровня нефти отметки «Верхний допустимый уровень», что соответствует $15,3 \text{ м}$ [1], на АРМ оператора поступает визуальная и звуковая сигнализация, срабатывает аварийная автоматическая защита, осуществляющая закрытие задвижек на НПС на входе РП [3].

Для математического моделирования контролируемых параметров был использован пакет Matlab. На рисунке 2 показано динамическое изменение этих параметра «Высота наполнения резервуара».

На рисунке 3 представлен интерфейс АРМ оператора. На экране АРМ оператора выведены кнопки открытия/закрытия задвижек и, в режиме реального времени, выводятся следующая информация:

- Состояние резервуара
- Средняя температура нефти,
- Плотность нефти,
- Время окончания операции,
- Скорость заполнения (опорожнения) резервуара,
- Готовность резервуара к приему нефти,
- Уровни заполнения резервуара.

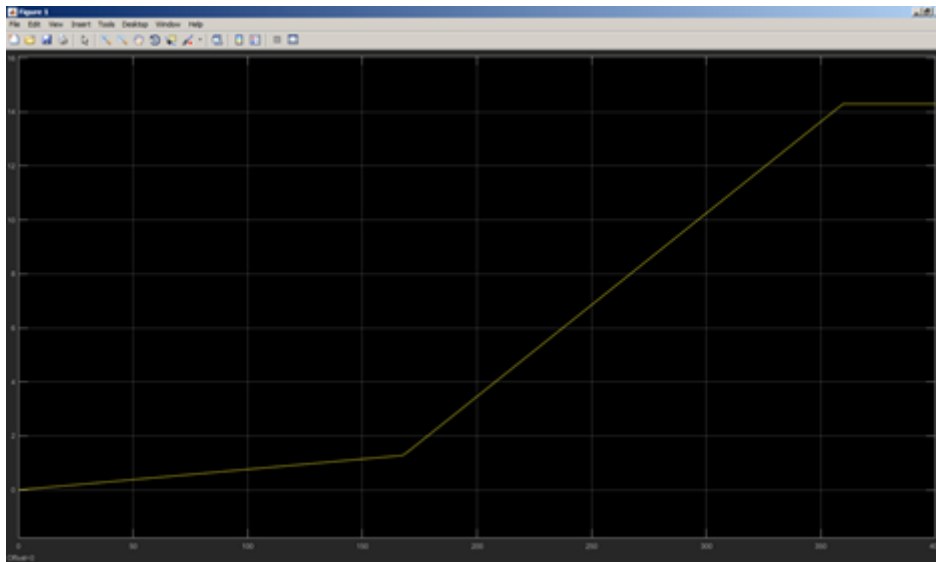


рис. 2 – Динамические изменения параметра «Высота наполнения резервуара»

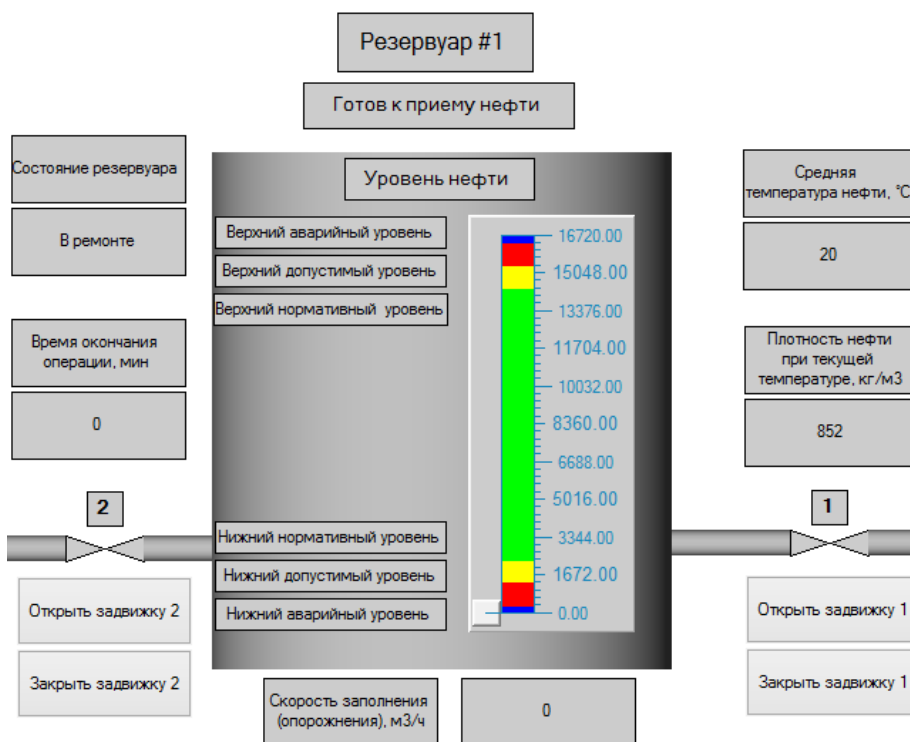


рис.3 - Интерфейс АРМ оператора

По итогам работы программа составляет отчет. Отчетность предоставляется в виде html-документа с указанием всех изменений системы, срабатывания систем автоматической защиты.

Все изменяемые параметры системы фиксируются программой в трендах. Это позволяет отследить динамику работы с целью выявления возможных ошибок, приведших к аварийной ситуации.

Основные преимущества предлагаемой технологии:

- Возможность гибкой настройки системы под конкретную задачу,
- Условная бесплатность (Решение реализовано в бесплатном ПО. Нет необходимости переплачивать за использование лицензий)

2. Экономическая эффективность от применения предлагаемой разработки

Для оценки экономической эффективности был проанализирован рынок автоматизированных обучающих систем. Лидерами на этом рынке являются компании ООО «Профессиональная группа» и производственное объединение «Зарница».

Цены на предлагаемые товары разнятся от 50 000 – 1 000 000 руб. в зависимости от задачи и комплектации. Системы, поставляющиеся с физическими моделями, стоят на порядок дороже, чем те, что выполнены сугубо программно.

Экономическая эффективность от применения предложенной в работе системы достигается за счет применения бесплатного ПО, что позволяет сэкономить на приобретении лицензий.

Заключение

Выполненная работа показывает работоспособность предложенной АСО. Спроектированная система может быть гибко настроена практически под любую технологическую задачу.

В будущем необходимо продумать и рассмотреть конкретный технологический процесс, приближенный к реальности. Опробовать такую систему на практике.

Также необходимо рассмотреть возможности связи компонентов системы между собой по различным протоколам.

Литература

1. ОР 13.01-60.30.00-КТН-003-1-01. Регламент расчета полезной емкости резервуарного парка и разработки технологических карт на резервуары и резервуарные парки. Введ. 2001. ОАО "АК "Транснефть";
2. РД 153-39.4-078-01 Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз. Введ. 2001. ОАО "АК "Транснефть";
3. РД 35.240.50-КТН-109-13 (с изм. 1 2013) Автоматизация и телемеханизация технологического оборудования площадочных и линейных объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Основные положения. Введ. 2013. ОАО "АК "Транснефть";
4. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году – Москва, 2017 – 397 с.
5. Сальников, А.В. Резервуар вертикальный стальной с двудечной плавающей крышей для нефти и нефтепродуктов объемом 50000 м³ (РВСПК – 50000): метод. указания / А.В. Сальников, Р.В. Агиней. – Ухта: УГТУ, 2006. – 54 с.;
6. В Нижегородской области произошел пожар на НПЗ «Лукойла». Погибли четыре человека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://meduza.io/news/2017/10/05/v-nizhegorodskoy-oblasti-proizoshel-pozhar-na-npz-lukoyla-bez-vesti-propali-pyat-chelovek>
7. Нефть ESPO [Электронный ресурс]. Режим доступа: petrodigest.ru/info/neft/sorta-nefti/sorta-rossijskoj-nefti/espo;
8. ООО «Профессиональная группа» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.professionalgroup.ru/>;
9. Производственное объединение «Зарница» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zarnitza.ru/>.