

# СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЯНОГО ОБЪЕКТА

В.П. Скурихин, А.А. Сидорова  
Томский политехнический университет  
E-mail: Vps10@tpu.ru

## Введение

Система дистанционного контроля промышленной безопасности опасных производственных объектов (далее СДК ПБ) – комплекс программных и программно-аппаратных средств, а также специализированных технических средств, обеспечивающих непрерывное получение, обработку и передачу в режиме реального времени информации. Система получает значения параметров технологических процессов и процессов обеспечения функционирования опасного производственного объекта; информацию о состоянии систем противоаварийной защиты и их срабатывании, состоянии технических устройств, а также о регистрации аварий и инцидентов на опасном производственном объекте.

Целью создания СДК ПБ нефтяного объекта является управление рисками возникновения аварий на опасных производственных объектах, раннее распознавание и прогнозирование развития предаварийных ситуаций, обеспечение возможности принятия превентивных мер для предотвращения аварий. В качестве объекта исследования выбрана система добычи и хранения нефти в резервуаре с использованием штангового насоса.

## Штанговый насос

Штанговым называют вертикальный объемный насос с проходным плунжером или поршнем. Штанговые насосы чаще всего используют в нефтяной промышленности для выкачивания нефти из скважин.

Рассмотрим работу штангового насоса. При перемещении плунжера вверх за счет увеличения объема в камере создается разрежение, в результате чего жидкость через всасывающий клапан попадает в полость насоса. Запорный элемент напорного клапана в этот момент прижат к седлу, а значит этот клапан закрыт. Во время движения плунжера вниз объем рабочей камеры уменьшается, давление в ней возрастает, под действием этого давления всасывающий клапан закрывается, а напорный отрывается. Жидкость через напорный клапан начинает поступать в полость над плунжером. При каждом цикле в полость скважины будет поступать новая порция жидкости, которая постепенно будет подниматься вверх по скважине.

## SCADA система

SCADA – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью АСУ ТП, АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и, для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC/DDE серверы. Программный код может быть как написан на одном из языков программирования, так и сгенерирован в среде проектирования [1].

## OPC сервер

OPC – семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами [2] (рисунок 1).

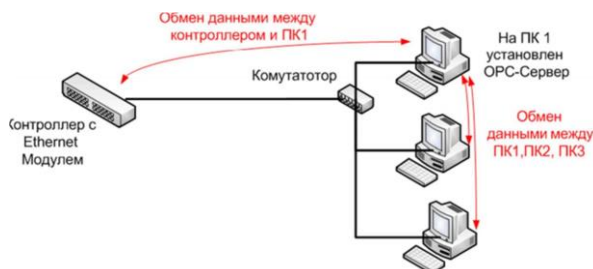


Рис. 1. Функциональная система OPC

## Система контроля нефтяного объекта

Функциональная схема системы автоматического регулирования уровня нефти в резервуаре представлена на рисунке 2.

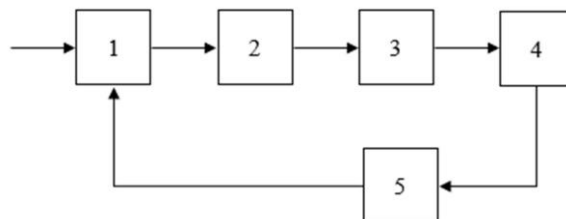


Рис. 2. Функциональная схема САР уровня нефти в резервуаре

Схема состоит: 1 – регулирующее устройство, 2 – усилительно преобразовательное устройство, 3 – исполнительный механизм (штанговый насос с электродвигателем), 4 – объект управления (резервуар), 5 – датчик уровня [3, 4].

На вход регулирующего устройства поступает заданная уставка уровня нефти в резервуаре и фактически измеренный уровень. Далее, путем сравнения этих показателей регулирующим устройством формируется управляющее воздействие. Затем управляющее воздействие поступает на усилительно преобразовательное устройство, а далее поступает на электродвигатель штангового насоса. При достижении нужного уровня работа прекращается [3].

### Система безопасности нефтяного объекта

Для обеспечения безопасной работы нефтяного объекта необходимо быстро фиксировать неисправности и принимать соответствующие меры для минимизации ущерба. Приведем пример некоторых рисков и средств реагирования на них.

Смоделируем ситуацию, когда внутри штангового насоса произошла сильная разгерметизация. Таким образом, не будет создаваться разрежение, качать нефть будет невозможно, следовательно, электродвигатель будет работать впустую. Для быстрого обнаружения этой проблемы необходимо внутри насоса вставить датчик давления.

С обмоток двигателя необходимо постоянно снимать напряжение для исключения повреждения линии электропередачи. Данная проблема решается с помощью остановки технологического процесса и последующей наладки, либо используя автоматический ввод резерва.

Для выполнения задачи обзорного наблюдения за территорией и технологическими объектами необходимо установить телекамеры.

### Система дистанционного контроля и безопасности объекта

Для создания системы дистанционного контроля и безопасности необходимо объединить указанные выше системы.

Программируемый логический контроллер будет использован для связи датчиков и исполнительных механизмов с OPC сервером. В качестве SCADA использовался пакет прикладных программ MATLAB [5], в котором было произведено моделирование системы автоматического регулирования уровня нефти в резервуаре.

Среда программирования CODESYS [6] была использована для формирования программы управления и создания связи между OPC сервером и ПЛК. В результате работы составлена программа, реализующая моделирование заполнения резервуара. После загрузки программы в ПЛК и настройки связи с OPC сервером, используя

стандартные инструменты ППП MATLAB, были выведены используемые в программе переменные, а также построен график изменения уровня нефти в резервуаре (рисунок 3). Также были изучены возможности изменения состояния переменных, их считывания, формирование базы данных.

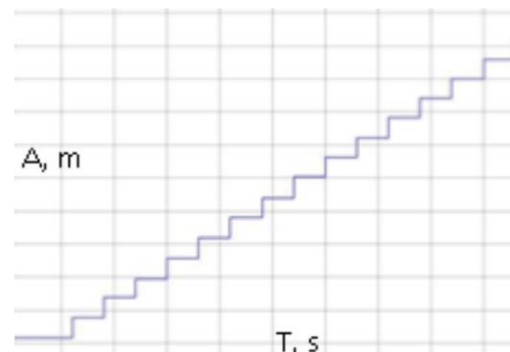


Рис. 3. График изменения уровня нефти в резервуаре

### Заключение

В работе были изучены базовые принципы работы нефтяного объекта, проанализированы возможные риски на объекте. Были исследованы штатные и аварийные ситуации, а также поведение системы при их возникновении. Дистанционный контроль и безопасность нефтяного объекта осуществляется с помощью ПЛК соединённого с OPC сервером, созданным ПО CODESYS, а диспетчерское управление и сбор данных производится, используя ППП Matlab.

### Список использованных источников

1. Matlab. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Штанговый\\_глубинный\\_насос](https://ru.wikipedia.org/wiki/Штанговый_глубинный_насос), свободный (дата обращения: 25.12.2019).
2. SCADA система. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>, свободный (дата обращения: 25.12.2019). Солодовников В.В. Техническая кибернетика.
3. Теория автоматического регулирования. Книга 1. Математическое описание, анализ устойчивости и качества систем автоматического регулирования. М.: Мир. 1967. – 770 с.
4. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы: учебник. – М.: ФИЗМАТ, 2007 г. – 292 с.
5. Matlab. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/>, свободный (дата обращения: 25.12.2019).
6. Codesys. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CoDeSys>, свободный (дата обращения: 25.12.2019).