



Краткое техническое описание системы «САДКО»

1. Общие сведения о системе «САДКО»

Система «САДКО» может быть использована для работы, как в качестве самостоятельной автоматизированной системы, так и в качестве интегрированной подсистемы автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Система «САДКО» применяется для:

- автоматизированного контроля параметров: сжиженного под давлением газа; жидких нефтепродуктов (бензин, дизельное топливо, мазут и др.); растительных и минеральных масел и т.д.;
- контроля технологической, экологической и экономической безопасности нефтебаз, автозаправочных, газонаполнительных станций, нефтехранилищ;
- индикации и сигнализации аварийных состояний (перелив, занижение минимального уровня, превышение температуры);
- индикации нарушения режима хранения, несанкционированного отбора и т.д.

Система «САДКО» обеспечивает:

- контроль параметров хранения: уровня, температуры жидких и сыпучих продуктов, объёма (с использованием градуировочных таблиц резервуаров), массы (при наличии данных о плотности продукта в резервуаре или данных от гидростатических датчиков давления) с выдачей указанной информации оператору;
- индикацию наличия подтоварной воды в резервуаре с нефтепродуктом;
- выдачу аварийных сигналов при достижении максимально допустимого уровня наполнения резервуара продуктом, переливе емкостей, занижении минимального уровня, превышении температуры продукта максимально допустимого значения, нарушении режима хранения продукта;
- работу в локальной или глобальной сети ПК.

Внедрение систем «САДКО» даёт возможность предоставлять обобщенную информацию о запасах и движении продукта в резервуарном парке всем заинтересованным лицам посредством беспроводной локальной связи. Данная информация может быть структурно обобщена как в пределах одного объекта, так и в масштабах холдинговых структур.

2. Метод измерения и измеряемые параметры

Система обеспечивает в реальном масштабе времени:

- измерение уровня продукта в резервуаре;
- измерение температуры различных слоев жидких сред;
- расчёт средней температуры продукта;
- расчёт объема продукта в резервуаре;
- расчёт массы продукта в резервуаре.
- расчёт скорости изменения уровня продукта;
- определение (прогноз) времени наполнения (опорожнения) резервуара
- индикацию подтоварной воды в резервуаре.

В основу принципа работы измерительного канала уровня системы «САДКО» положен метод импульсной рефлектометрии. Сущность метода заключается в следующем.

В двухпроводную линию передачи – чувствительный элемент блока измерительных преобразователей уровня, установленный в резервуаре с контролируемой средой, посылается высокочастотный и маломощный зондирующий импульс, который распространяется по линии со скоростью V , определяемой диэлектрической проницаемостью среды ϵ .

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon}},$$

где $C=3 \cdot 10^8$ м/с – скорость распространения электромагнитной волны в воздухе.

На границе раздела двух сред с различной диэлектрической проницаемостью, например, воздух-жидкость или жидкость-жидкость, возникает резкий скачок волнового сопротивления – неоднородность. Импульс отражается от неоднородности волнового сопротивления с коэффициентом отражения Γ :

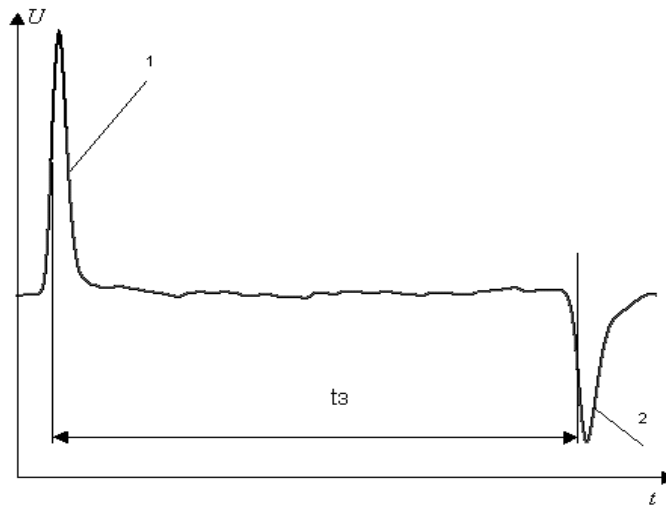
$$\Gamma = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}},$$

где ϵ_1 и ϵ_2 – диэлектрические проницаемости первой и второй сред соответственно.

Отражённый импульс возвращается к началу линии. Аналоговый сигнал, содержащий информацию о зондирующем и отражённом импульсах, называется рефлектограммой (рисунок 1). Длительность рефлектограммы составляет десятки наносекунд. Время запаздывания отражённого импульса относительно зондирующего пропорционально расстоянию l до границы раздела двух сред:

$$l = \frac{1}{2} \cdot V \cdot t_3,$$

где t_3 – время двойного пробега зондирующего импульса до границы раздела двух сред.



1 – зондирующий импульс; 2 – отраженный импульс; где t_3 – время двойного пробега зондирующего импульса до границы раздела двух сред.

Рисунок 1 - Рефлектограмма

Для определения уровня жидкости и расстояния до границы раздела жидких сред чувствительный элемент опускают в резервуар с контролируемыми средами (рисунок 2). От зондирующего импульса отсчитываются все остальные координаты. Задержка первого отраженного импульса T_1 относительно зондирующего показывает время прохождения импульса до поверхности жидкой среды в резервуаре, то есть до границы раздела сред воздух-жидкость (например, воздух – нефтепродукт). Задержка второго отраженного импульса T_2 относительно зондирующего определяет время прохождения импульса по волноводу до границы раздела двух жидких сред (нефтепродукт - подтоварная вода).

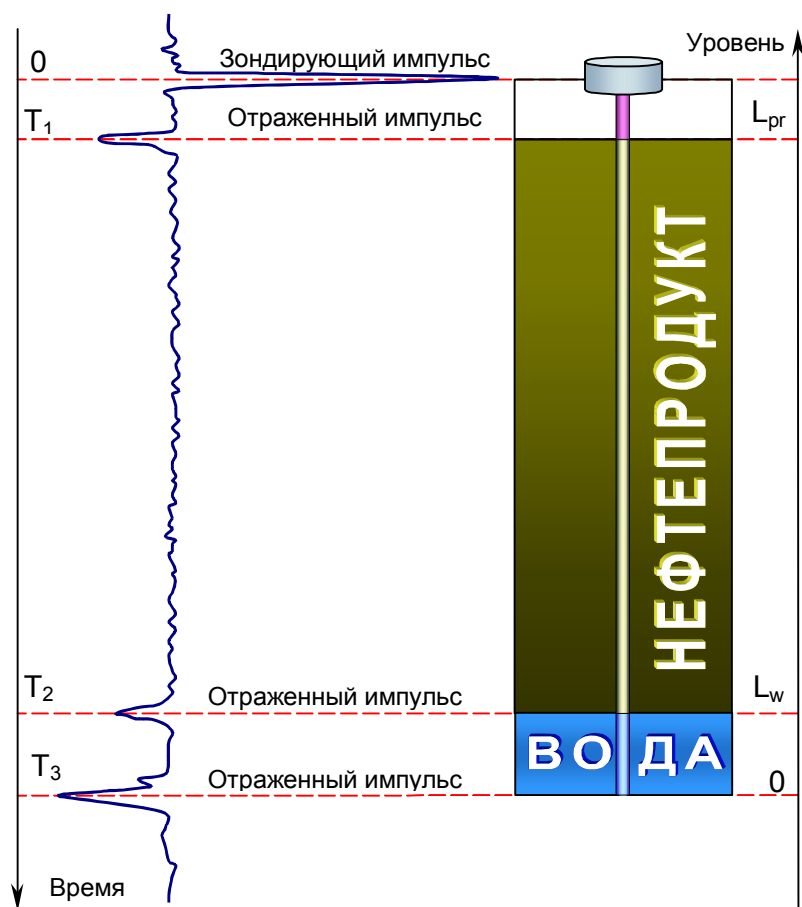


Рисунок 3 - Соответствие задержек зондирующего и отраженных импульсов уровням разделов сред. $T_{1,2,3}$ – время возвращения 1^{го}, 2^{го}, 3^{го} отраженного импульса соответственно.
 L_w – уровень подтоварной воды. $L_{пр}$ – уровень нефтепродукта.

В состав системы автоматизированного дистанционного контроля количественных и качественных характеристик контролируемого продукта «САДКО» входят: персональный компьютер с программным обеспечением; базовый блок, измерительные преобразователи уровня и температуры; кабельные линии связи измерительных преобразователей с базовым блоком. Структурная схема системы «САДКО» представлена на рисунке 3.

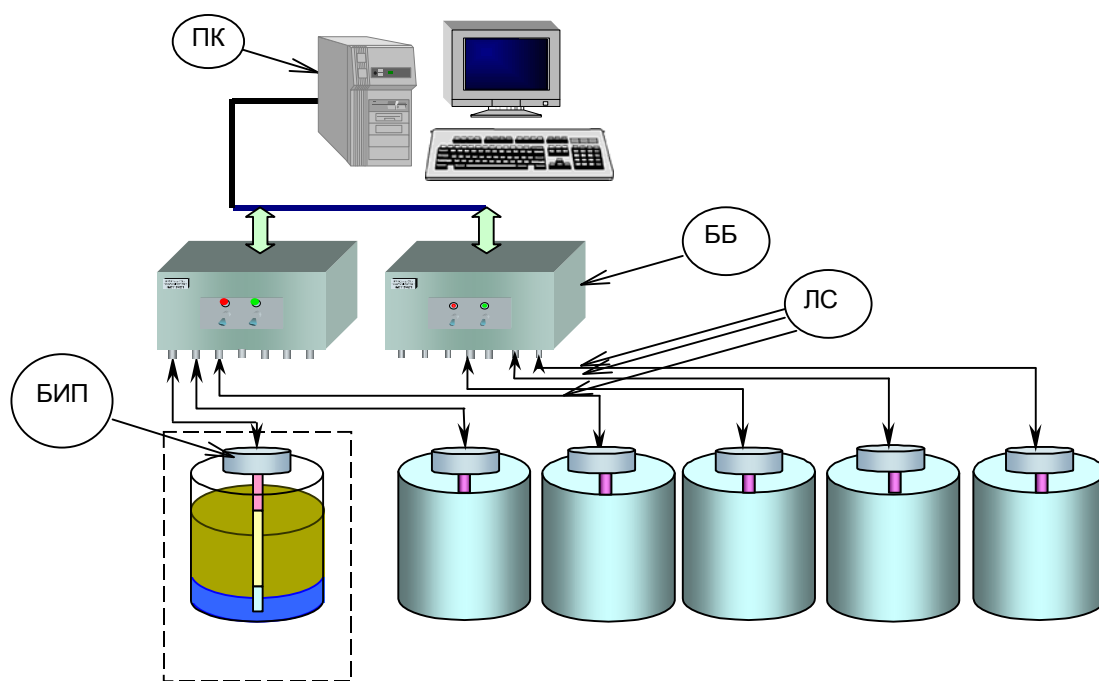


Рисунок 3 - Структурная схема системы «САДКО»

ПК – персональный компьютер, ББ – базовые блоки, БИП – блоки измерительных преобразователей, ЛС – линии связи.

2.2 Измерительный канал температуры реализован посредством использования выпускаемых промышленностью преобразователей температуры типа DS18B20, имеющих цифровой выход и позволяющих получать информацию в единицах измерения температуры (градусах Цельсия).

Термопреобразователи соединены между собой в подвеску, что позволяет контролировать температуру в нескольких (до 6-ти) точках по высоте резервуара.

3. Общие технические и метрологические характеристики

3.1 Диапазон измерения уровня жидких и сыпучих сред - от 0,2 до 30 м.

3.2 Граница зоны нечувствительности в нижней части чувствительного элемента блока измерительных преобразователей уровня допускается, мм

- для продукта	до 200;
- для воды	до 2

3.3 Граница допустимой основной погрешности измерительного канала уровня в диапазоне от 0,5 до 30 м - не более ± 3 мм.

3.4 Диапазон измерения температуры - от минус 55 до плюс 120°C.

3.5 Граница допустимой абсолютной погрешности измерения температуры в диапазоне от минус 10 до плюс 80°C - не более $\pm 0,5$ °C.

3.6 Граница допустимой абсолютной погрешности измерения температуры в диапазоне от минус 30 до минус 10 и от плюс 80 до плюс 120°C - не более $\pm 2,0^\circ\text{C}$.

3.7 Погрешность расчета массы нефтепродуктов (согласно ГОСТ 26976 «Нефть и нефтепродукты. Методы измерения массы»):

- для статического метода – не более 0,35% - при условии ввода значения плотности продукта вручную, определённой с погрешностью не более $\pm 0,5 \text{ кг/м}^3$, и погрешности калибровочных таблиц резервуаров не более 0,1 %; не более 0,5% - при условии ввода значения плотности продукта вручную, определённую с погрешностью не более $\pm 0,5 \text{ кг/м}^3$, и погрешности калибровочных таблиц резервуаров 0,2 %;

- для гидростатического метода – не более 0,35% – при условии ввода данных от гидростатических датчиков давления с погрешностью не более $\pm 0,075 \%$ и погрешности калибровочных таблиц резервуаров не более 0,1 %; не более 0,5% – при условии ввода данных от гидростатических датчиков давления с погрешностью не более $\pm 0,075 \%$ и погрешности калибровочных таблиц резервуаров 0,2 %

4. Возможности программного обеспечения (ПО)

ПО, устанавливаемое на ПК, разработано специалистами ООО «АМКО Комплект», является неотъемлемой частью системы «САДКО» и необходимо для обработки измерительной информации, отображения результатов измерения и взаимодействия с оператором.

ПО состоит из нескольких частей: сервера измерений и пользовательского интерфейса оператора.

Устройство и описание ПО, а также сведения по установке, наладке и устранению ошибок описаны в «Руководстве программиста», входящем в комплект поставки системы «САДКО».

В зависимости от особенностей объекта эксплуатации системы «САДКО» (количество измерительных каналов, набор контролируемых параметров, вспомогательные функции) возможны принципиальные различия построения интерфейса пользователя. Описание и порядок работы с программой приведены в «Руководстве оператора», входящем в комплект поставки системы «САДКО».

Сервер обрабатывает измерительную информацию, поступающую от блоков измерительных преобразователей системы, и передает данные, содержащие текущее значение уровней в метрах и температуры в градусах Цельсия, в интерфейс оператора. Для передачи данных могут быть использованы текстовые файлы, интерфейсы сокетов или COM/DCOM.

Пользовательский интерфейс выполняет следующие функции: расчет вторичных параметров (объем, свободный объем, масса, скорость движения продукта в резервуаре, прогноз времени наполнения/опорожнения резервуара), отображает результаты измерений и состояние оборудования в удобном

для оператора виде, взаимодействует с оператором, реагируя на его команды, осуществляет сигнализацию аварийных состояний, ведет журналы событий и измерений, формирует отчет о состоянии резервуарного парка. Для ведения журналов измерений и событий используется база данных под управлением сервера Firebird 1.5.

Сервер измерений и пользовательский интерфейс могут работать как на одном, так и на разных ПК. Возможно также использование одного ПК в качестве сервера и нескольких других, объединенных в локальную сеть, в качестве клиентов.

Программное обеспечение реализовано в среде Delphi 7 и предназначено для работы под управлением операционной системы MS Windows 9x/2000/XP на IBM PC совместимой ПК. Аппаратные требования к ПК аналогичны таковым для операционной системы, но для оптимальной работы рекомендуется конфигурация не ниже следующей:

- процессор уровня Pentium 2 ГГц;
- оперативная память 512 Мб;
- жесткий диск 20 Гб;
- видео адаптер с 64 Мб памяти;
- монитор 17", поддерживающий режим 1024x768x85 Гц
- приводы CD-RW и гибких дисков;
- USB порты;
- СОМ порты;
- сетевая карта;
- звуковая карта и аудио-колонки;
- клавиатура и манипулятор «мышь»;
- источник бесперебойного питания;
- принтер (опционально).

Необходимым аппаратным требованием является наличие последовательных портов для связи ПК с ББ и сетевой карты для передачи данных между ПК, входящими в локальную сеть. Следует также убедиться, что звуковая карта может проигрывать звук с параметрами (частота дискретизации, разрядность, количество каналов) звуковых сообщений.

При использовании нового ПК или при переустановке операционной системы необходимо провести установку программного обеспечения. Простое копирование файлов программ не даст желаемого результата, так как для работы программы-сервера необходим процессор баз данных BDE, зарегистрированный в системном реестре, а для пользовательского интерфейса – сервер баз данных Firebird 1.5, а также установленный аудио кодек MPEG Layer3. Переустановка программного обеспечения может также потребоваться в случае нарушения его целостности (сбой операционной системы или неквалифицированные действия оператора).

Защита информации от несанкционированного вмешательства через ПК обеспечивается средствами операционной системы и установлением индиви-

дуальных паролей на программу-сервер и интерфейсную программу оператора.

5. Применение системы «САДКО» для коммерческого учёта нефтепродуктов

Основная погрешность измерительных каналов уровня и температуры системы «САДКО» нормируется для нормальных условий и подтверждается свидетельством о государственной метрологической аттестации.

Система «САДКО» обеспечивает учёт нефтепродуктов в соответствии с действующей на территории Украины «Инструкции о порядке поступления, транспортировки, хранения, отпуска и учёта нефти и нефтепродуктов на предприятиях и в организациях Украины» № 185/3978 от 07.10.99 г.».

Согласно указанной инструкции, учёт нефти и нефтепродуктов на предприятиях по обеспечению нефтепродуктами ведётся в единицах массы. Количество нефти и нефтепродуктов определяется одним из методов, предусмотренных ГОСТ 26976 «Нефть и нефтепродукты. Методы измерения массы».

Для стационарных резервуаров применимы объёмно-массовый статический и гидростатический методы измерения массы.

Пределы допустимой погрешности указанных методов: $\pm 0,5\%$ - при измерении массы продуктов от 100т и больше, $0,8\%$ - при измерении массы продуктов до 100 т и отработанных нефтепродуктов.

Согласно Закону Украины «О метрологии и метрологической деятельности», система «САДКО», используемая для коммерческого учёта массы нефтепродуктов должна быть метрологически аттестована в условиях эксплуатации. Выполняют такие работы органы Госстандарта Украины, в частности, Государственный научно-исследовательский институт (ГНИИ) «Система» (г. Львов), который является головной организацией по аттестации информационно-измерительных и управляющих систем в Украине.

Метрологическая аттестация сводится к непосредственному сличению массы принятого (отпущенного) продукта в резервуар (из резервуара), по показаниям системы «САДКО» и измеренную прямым методом – взвешиванием на весах статического взвешивания (погрешность весов - не более $0,1\%$).

6. Система «САДКО» допущена разрешением государственного департамента промышленной безопасности охраны труда и горного надзора Украины на применение во взрывоопасных зонах № 2553.06.30-31.62.4 от 29.09.2006 г.