

05.11.16

# РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ СРЕДСТВ ОЧИСТКИ И ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ

И.Ф. Кильмухаметов, Э.М. Сафин

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г.Салават

Цель исследования – создание нового решения по автоматизации отслеживания местоположения внутритрубных объектов при его движении в трубопроводе. Выполнены следующие задачи: разработаны алгоритм отслеживания точного местоположения, логические программы работы эмулятора, панель оператора системы отслеживания местоположения внутритрубных объектов. Предложенное решение по автоматизации отслеживания местоположения внутритрубных объектов позволит повысить эффективность обслуживания трубопроводов. В результате разработана информационно-измерительная система отслеживания местоположения средств очистки и диагностики трубопроводов на базе ПЛК SIEMENS серии SIMATIC S7 -1200/1500.

*Ключевые слова:* внутритрубный объект, информационно-измерительная система, трубопровод, программируемый логический контроллер, GPS.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день трубопроводный транспорт является неотъемлемой частью нефтегазового комплекса. Практически весь объем добываемых нефти и газа транспортируется по системе магистральных трубопроводов, которая разделяемая на сеть нефтепроводов, газопроводов и нефтепродуктопроводов, проходит по территории многих субъектов страны. В России общая протяженность магистральных трубопроводов составляет около 1 млн. км, из которых более 250,6 тыс. км приходится на линейной части. Трубопроводный транспорт РФ оказывает решающее воздействие на формирование и позитивное развитие экономики государства в целом и регионов, будучи его составной частью. Во время эксплуатации трубопровод испытывает различные механические воздействия на стенку трубы перекачиваемым продуктом, коррозии, потеря первоначального устойчивого положения и формы из-за оползней и провалов грунтов, что приводит к возникновению напряжений в конструкции и разрушению трубопровода. Одним из способов решения данных проблем является – внутритрубная диагностика с применением различных внутритрубных объектов (ВТО), позволяющие своевременно обнаруживать дефекты трубопроводов, произвести очистку внутренних поверхностей трубопроводов от отложений и посторонних предметов, что снижает затраты на транспортировку нефти и позволяет повысить надежность, безопасность и эффективность эксплуатации [1].

Использование ВТО в свою очередь сопровождается рядом проблем, к которым относится определение их точного местоположения во время его движения в трубопроводе. Знание положения ВТО позволит предотвратить аварийные ситуации в случае

его остановки или застревания, т.е. произвести моментальное его извлечение с наименьшими затратами.

Перспективным направлением решения проблем отслеживания местоположения является автоматизация процессов отслеживания на основе современных программируемых логических контроллеров (ПЛК), работающих по определенным алгоритмам.

В настоящее время уже применяют несколько систем отслеживания местоположения ВТО, например «ССВС-001». Каждая система базируется на определенных способах обнаружения ВТО: механический, магнитный, электромагнитный, акустический и радиационный [2].

Проанализировав существующие системы отслеживания ВТО можно выделить следующие основные недостатки: установка дополнительных генераторов сигнала и источников питания, усложняющих конструкцию системы; нарушение целостности трубопроводов; быстрое затухание сигнала, низкая вероятность обнаружения остановившегося ВТО [3].

В данной работе представлена информационно-измерительная система отслеживания местоположения ВТО с использованием глобальных навигационных систем.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Система осуществляет отслеживание положения внутритрубного объекта, используя волны динамического давления генерируемые ВТО, при преодолении им локального препятствия, в качестве источника сигнала, а для получения точных временных меток моментов фиксации волн давления используется син-хронизация всех устройств с помощью сигналов спутниковых навигационных систем, GPS или ГЛОНАСС.

Информационно-измерительная система отслеживания местоположения ВТО реализована на основе программных и технических средств компании «SIEMENS» (Германия, г. Берлин). В качестве управляющего контроллера системы выбран ПЛК SIMANTIC S7-1200. В состав системы входят также навигационный приемник, блок телеметрии и датчики давления. Обобщенная структурная схема информационно-измерительной системы представлена на рис.1.

Конфигурирование ПЛК осуществляется в программном продукте Tia Portal, идущем в комплекте с контроллером, при этом настраиваются модули и каналы, необходимые для разрабатываемой системы.

Обобщенный алгоритм работы системы представлен на рис. 2.

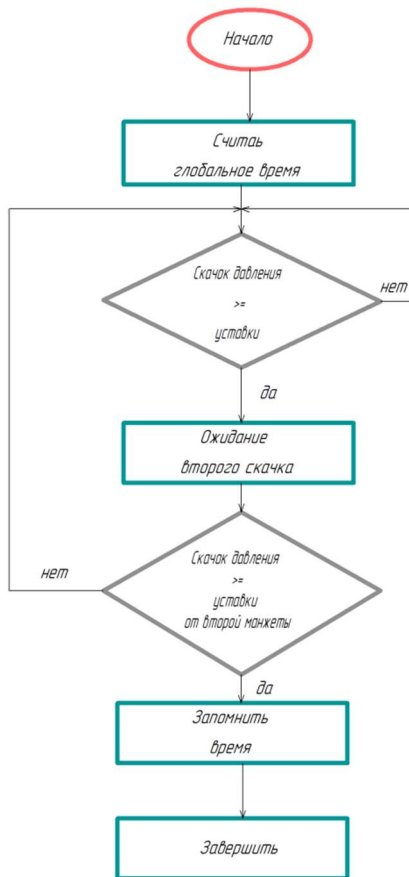


Рис. 2. Алгоритм отслеживания ВТО

Цикл контроллера начинается со считывания глобального времени. В момент времени когда значение давления превышает установленную уставку, скачок от первой манжеты, контроллер записывает в блок данных это время и ожидает через определённое время такой же скачок от второй манжеты.

Логическая программа контроллера позволяет реализовать практически любой алгоритм управления процессом, а ее конфигурирование не вызывает затруднений, это является одним из основных достоинств выбранного программно-технического комплекса [4].

В качестве панели оператора выбран продукт компания Weintek Labs. На экране панели оператора выводится текущее глобальное время, расстояние от первого датчика давления до ВТО, время обнаружения сигнала ВТО первым и вторым датчиком, а также вычисленное время прохождения гидродинамической неоднородности.

Эффективность систем отслеживания местоположения внутритрубных объектов оценивается в точности определения момента прохождения ВТО места установки датчика и измеряется в секундах.

Точность (эффективность) разрабатываемой информационно – измерительной системы составила в порядке 2 сек., при этом учтены недостатки имеющиеся у существующих систем, сравнительные данные представлены в таблице 1. [2,5,6,7].

Система отслеживания местоположения «ССВС-001» от фирмы «Тори» и «ПК-5» от научно-технического предприятия «Инженерно-производственный центр» являются более точными по сравнению с разрабатываемым, но имеют свои недостатки: установка источника и приемника сигнала усложняющих конструкцию, а также источника питания к ним, ограничивающего время непрерывной работы.

Табл. 1. Сравнительные данные систем отслеживания

Наименование систем	Способ обнаружения	Вид индикации	Точность отслеживания, сек.
Разрабатываемая система	Прием и регистрация перепада давления	Информация передается в диспетчерский пункт	2
ССВС-001	Прием и регистрация акустического сигнала, создаваемого излучателем	Информация передается в диспетчерский пункт	1
ДПС-7В	Прием и регистрация ультразвуковых колебаний	Местная световая и звуковая сигнализация.	3
МДПС-3	Регистрации колебаний магнитного поля, создаваемого ВТО	Местная световая и звуковая сигнализация.	3
ПК-5	Регистрация переменного магнитного поля, создаваемого излучателем	Местная световая и звуковая сигнализация	1,5

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение систем сопровождения ВТО с использованием глобальных навигационных систем упростит получение доступа к нужным данным, сведёт количество ошибок сотрудников к минимуму и позволит своевременно произвести извлечение ВТО, при его остановки или застревания.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трубопроводный транспорт. Проблемы и перспективы трубопроводного транспорта России [Электронный ресурс] // Веб-сайт «Экомонтаж инженерные системы». – 2021. – Режим доступа: <https://ecomont.ru/blog/140-truboprovodnyj-transport>.
2. Супрунчик В.В. Система сопровождения внутритрубных снарядов «ССВС-001»/ Супрунчик В.В., Коновалов Н.М., Мызников М.О. // Трубопроводный транспорт. – 2003.- № 12. С. 9–12.
3. Кильмухаметов И.Ф. Система сопровождения внутритрубных объектов / Кильмухаметов И.Ф., Сафин Э.М. // Научные исследования: проблемы и перспективы. Сборник научных трудов по материалам XXV Международной научно-практической конференции. – Анапа – 2021. – С.71–75.
4. Siemens S7-1200 Программируемый контроллер [Электронный ресурс] // ООО ПромЭнерго

Автоматика. Авторизованный дистрибьютор Siemens в России. – Режим доступа: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1200.htm>.

5. Сигнализатор прохождения очистного устройства ДПС-7В, Техническое описание и инструкция по эксплуатации, ООО Научно-техническое предприятие "Инженерно-производственный центр", Томск, Россия, 2008.

6. Сигнализатор прохождения очистного устройства МДПС-3, Техническое описание и инструкция по эксплуатации, ООО Научно-техническое предприятие "Инженерно-производственный центр", Томск, Россия, 2003.

7. Поисковый комплект ПК-5, ООО Научно-техническое предприятие, Руководство эксплуатации, "Инженерно-производственный центр", Томск, Россия, 2006.

*Кильмухаметов Ильдус Фанисович – магистрант филиала ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический университет" в г. Салавате, тел.8-927-086-67-78, e-mail:dys00@mail.ru.*

*Сафин Эльдар Маратович – к.ф.м.н., доцент кафедры "Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий" филиала ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический университет" в г. Салавате, e-mail: eldar4u@rambler.ru*

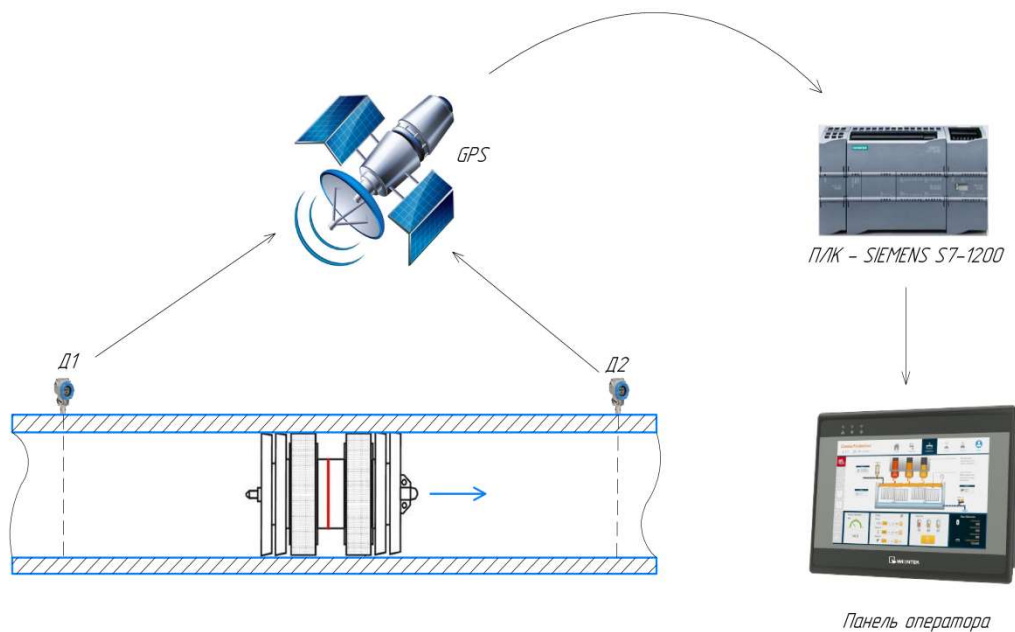


Рис. 1. Обобщенная структурная схема информационно-измерительной системы отслеживания местоположения ВТО

# DEVELOPMENT OF AN INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM FOR TRACKING THE LOCATION OF PIPELINE CLEANING AND DIAGNOSTICS FACILITIES

**I.F. Kilmukhametov, E.M. Safin**

*Branch of FGBOU VO "Ufa State Petroleum Technical University", Salavat*

**Abstract** – The purpose of this article is to develop a new solution for automating the tracking of the location of in-line objects during its movement in the pipeline. The following tasks were completed: an algorithm for tracking the exact location, logical programs for the emulator, and a virtual model of the system for tracking the location of in-line objects were developed. Hypothesis: the proposed solution for automating the tracking of the location of in-line facilities makes it possible to increase the efficiency of pipeline maintenance. As a result, an information and measurement system for tracking the location of pipeline cleaning and diagnostics tools based on the SIEMENS SIMANTIC S7 -1200/1500 series PLC was developed.

**Index terms:** in-line object, information and measurement system, pipeline, programmable logic controller, GPS.

## REFERENCES

1. Pipeline transport. Problems and prospects of pipeline transport in Russia [Electronic resource] // Web-site "Eco-installation engineering systems". – 2021. – The access mode: <https://ecomont.ru/blog/140-truboprovodnyj-transport>.
2. Suprunchik V. V., Konovalov N. M., Myznikov M. O. System of support of in-line projectiles "SSVS-001" // Pipeline transport. – 2003. - No. 12. P. 9-12.
3. Kilmukhametov I. F. System of support for inline objects / Kilmukhametov I. F., E. M. Safin // research: problems and prospects. Collection of scientific papers based on the materials of the XXV International Scientific and Practical Conference. - Anapa-2021. - P.71-75.
4. Siemens S7-1200 Programmable controller [Electronic resource] // ООО Promenergo Avtomatika. Authorized Siemens distributor in Russia. - Access mode: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1200.htm>.
5. The indicator of the passage of the cleaning device DPS-7V, Technical description and manual, LLC Scientific and technical enterprise "Engineering-production center", Tomsk, Russia, 2008.
6. The indicator of the passage of the cleaning device MDPS-3, Technical description and manual, LLC Scientific and technical enterprise "Engineering-production center", Tomsk, Russia, 2003.
7. Search kit PK-5, LLC Scientific and technical enterprise, Manual operation, "Engineering and production centre", Tomsk, Russia, 2006

*Kilmukhametov Ildus Fanisovich – master of the branch of FGBOU VO "Ufa State Petroleum Technical University" in Salavat, tel.8-927-086-67-78, e-mail:dys@mail.ru.*

*Safin Eldar Maratovich – candidate of physico-mathematical sciences, docent of the Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises branch of FGBOU VO "Ufa State Petroleum Technical University" in Salavat, e-mail:eldar4u@rambler.ru.*