Научная статья
Original article
УДК 681.5.011

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ОБЪЕКТАМИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

DEVELOPMENT TRENDS OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MAIN OIL PIPELINE OBJECTS

Максимов Александр Сергеевич, магистрант, Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

Крютченко Евгений Александрович, магистр, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., Россия, г. Саратов

Научный руководитель: Темникова Ольга Евгеньевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры Трубопроводный транспорт, Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

Maksimov Alexander Sergeevich, undergraduate, Samara State Technical University, Russia, Samara

Kryutchenko Evgeny Alexandrovich, master, Saratov State Technical Yuri Gagarin University, Russia Saratov

Scientific adviser: Temnikova Olga Evgenievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pipeline Transport, Samara State Technical University, Russia, Samara

Аннотация: Статья носит обзорный характер основных направлений развития автоматизированных систем управления технологическими процессами магистральных нефтепроводов и используемых технологий. Был проведен анализ существующего оборудования, перспективы развития и усовершенствования. АСУТП создаются с целью обеспечения безопасной транспортировки нефти/нефтепродуктов с заданной производительностью. В статье подробно затронуты системы диспетчерского управления сбора данных – SCADA-системы, которые начинались от простейших систем телеметрии и сигнализации, а на сегодняшний день составляют огромные программно-прикладные комплексы, предназначенные для широкого спектра задач. Приведен анализ трех основных составляющих SCADA-системы, таких как: удаленный терминал, диспетчерский пункт управления, канал связи. Рассмотрены основные применяемые в них технологии и компоненты, такие как: промышленные PC, программируемые логические микроконтроллеры (PLC). Операционные системы Windows NT и UNIX, на которых реализуются различные технические решения для диспетчерских пунктов управления и удаленных терминалов. Рассмотрены задачи, которые решаются в режиме жесткого, мягкого реального и квазиреального времени. Предложен способ усовершенствования канала связи между пунктами контроля и управления на магистральном нефтепроводе посредством внедрения технологии мобильной связи в потенциально опасные места. Такая технология позволяет без нагрузки на основные процессы системы контролировать нефтепровод, используя при этом мобильную связь стандарта GSM, 3G, 4G. Так же в статье описаны недостатки современных отечественных АСУТП, и с чем эти недостатки связаны. Проведен анализ АСУТП из закрытых платформ и технологий в сторону стандартизации и принятия типовых общедоступных решений.

Annotation: The article is an overview of the main directions of development of automated process control systems of trunk oil pipelines and the technologies used. An analysis of the existing equipment, prospects for development and improvement was carried out. Automated control systems are created in order to

ensure the safe transportation of oil /petroleum products with a given capacity. The article deals in detail with the dispatch control systems of data collection - SCADA systems, which started from the simplest telemetry and alarm systems, and today constitute huge software and application complexes designed for a wide range of tasks. The analysis of three main components of the SCADA system is given, such as: remote terminal, control room, communication channel. The main technologies and components used in them are considered, such as: industrial PCs, programmable logic microcontrollers (PLC). Windows NT and UNIX operating systems, which implement various technical solutions for control rooms and remote terminals. The problems that are solved in the mode of hard, soft real and quasi-real time are considered. A method for improving the communication channel between control and control points on the main oil pipeline through the introduction of mobile communication technology in potentially dangerous places is proposed. This technology allows you to control the oil pipeline without loading the main processes of the system, while using GSM, 3G, 4G mobile communications. The article also describes the disadvantages of modern domestic automated control systems, and what these disadvantages are related to. The analysis of automated control systems from closed platforms and technologies towards standardization and adoption of standard public solutions is carried out.

Ключевые слова: АСУТП, КИП, транспортировка нефти, магистральный нефтепровод.

Key words: Automated process control system, oil pipeline, instrumentation, oil transportation

Стабильное развитие нефтехимической отрасли промышленности является одним из стратегических направлений в экономике России. В этой связи особую актуальность приобретает дальнейшее развитие нефтетранспортной инфраструктуры для обеспечения роста экспорта нефти, а также ее поставок на внутренние рынки. Для этого, необходимо выполнение большого комплекса работ:

- оптимизацию поставок нефти;
- объединение всей системы нефтяных трубопроводов в единую технологическую систему;
- обеспечение взаимодействия с операторами, потребителями и поставщиками нефти, действующими на территории России;
- организацию менеджмента качества нефти и воздействия на окружающую среду в соответствии с требованием международных стандартов ISO.

Поставленные задачи решаются на основе современных информационных технологий, которые уже успешно апробированы в смежных отраслях промышленности России.

В частности, выполнением комплекса проектных работ по созданию АСУ ТП магистральных нефтепроводов (МН).[1]

Системы автоматизации и телемеханизации технологических процессов магистральных трубопроводов создаются с целью обеспечения безопасной транспортировки нефти/нефтепродуктов с заданной производительностью и должны обеспечивать:

- управление технологическим оборудованием МТ из операторной, МДП, РДП (ТДП);
- автоматическую защиту и блокировку управления технологическим оборудованием МТ;
- автоматическую защиту линейной части МТ от превышения давления;
- автоматическое регулирование давления, расхода, температуры и показателей качества нефти;
- автоматическое регулирование давления, расхода нефтепродуктов;
- обнаружение утечек нефти и нефтепродуктов на линейной части МТ;

- регистрацию, архивирование и отображение информации о работе технологического оборудования МТ;
- связь с другими системами автоматизации и информационными системами. [2]

В данной статье более подробно затронем системы диспетчерского управления сбора данных – SCADA-системы. Такие системы на сегодняшний день являются самыми перспективными методами в развитие АСУТП. SCADA-системы обеспечивают сбор информации в режиме реального времени со всех контролируемых объектов. Эта информация анализируется, обрабатывается и на ее основе может производиться управление. На рисунке 1 представлена обобщённая схема SCADA системы.

SCADA взяли свое начало от простейших систем телеметрии и сигнализации. Но на сегодняшний день в любую систему входя три основных составляющие, про которые дальше и пойдет речь:

- Remote terminal unit (RTU) – удаленный терминал

Основные тенденции развития удаленных терминалов – улучшение их производительности, пропускной способности, развитие интеллектуальных систем обработки информации. Двумя главными конкурирующими направлениям являются промышленные PC и PLC (программируемые логические контроллеры). PLC – специальные контроллеры, основная задача которых: в режиме реального времени управлять и обрабатывать различные процессы, принимаемые с датчиков, других устройств и контроллеров. В сравнение с промышленными PC PLC способны работать в более жестких условиях с лучшей производительностью, за счет более узкой направленности, чем у PC. При этом PC способны решать более широкий и универсальный спектр задач. В ряду промышленных контроллеров наиболее популярны и известны такие как Siemens, Mitsubishi. Большинство контроллеров в современном мире хорошо и эффективно встраиваются в различные системы связи, шины, и программируются на языках высокого уровня. На их основе успешно строятся отказоустойчивые системы, менее дорогостоящие чем на

промышленных PC. Стандарт МЭК 1131-3 [3] определяет 5 языков программирования PL контроллеров: Ladder Diagram, Function Block Diagram, Sequential Function Chart, Structured Text, Instruction List. 3 из которых - графические, а оставшиеся 2 - текстовые.

- Communication system (CS) – канал связи

Каналы связи для современных систем отличаются большим разнообразием: кабельные, радиоканалы, сотовая связь. На большинстве нефтяных магистральных трубопроводах используется кабельное сообщение между ПКУ, в некоторых географических районах прокладка кабеля вызывает затруднения, связанные, как и с рельефом местности, так и с высокой стоимостью. Например, для мониторинга потенциально опасных мест прохождения нефтепровода, отдаленных от ПКУ в будущем, могут быть разработаны системы на основе мобильной связи, различных стандартов (3G/4G), где могут устанавливаться датчики и сенсоры, передающие информацию в режиме реального времени. Мобильная связь обеспечит меньшие финансовые затраты для оборудования таких точек, к тому же общедоступная частота – не требует специального лицензирования, как например радиочастота. Но и нельзя не учесть и минусы такого канала связи – отсутствие защиты данных, т.е. будет необходимо разработать протокол защиты данных.

- Master Terminal Unit (MTU) – диспетчерский пункт управления

Основные тенденции развития связаны с развитием архитектуры клиент-сервер в большинстве систем SCADA. Здесь схема состоит из 4 функциональных компонентов:

1. User interface. Одна из важнейших частей системы, с характерными чертами: стандартизация интерфейса на разных платформах, технологии объектно-ориентрованного программирования (ООП), стандартные общеизвестные средства программирования C++, C#, Visual Basic for Application. Отдельно можно упомянуть операционные системы: споры между UNIX и Windows системами идут постоянно, но в последнее

время все больше оборудования переходит на Windows NT, за счет ее открытой архитектуры и наличия множества эффективных средств разработки, так же большее ее распространение для массового пользователя приводит к наличию большего количества фирм, занимающихся разработками ПО для широкого спектра задач. Так же Windows NT зачастую загружается на устройства в режиме низкого приоритета, а основная задача на операционной системе реального времени, например IRMX в режиме высокого, это позволяет работать даже при критических ошибках в Windows. Но жесткие режимы для работы в реальном времени обычно необходимы в удаленных пунктах управления, а в диспетчерских пунктах – все операции проходят в режиме мягкого реального времени.

2. Data Management. Все больше наблюдается переход от узконаправленных баз данных в сторону большинства корпоративных баз данных, таких как Microsoft SQL. Другими словами – типовых решений.

3. Networking services. Все большее применение находят стандартные сетевые протоколы и сетевые технологии. Различные службы управления, защиты, мониторинга не основных систем могут выполняться отдельно от основного кода SCADA, что оставляет основные управляющие мощности свободными и независимыми.

4. Real-time services. За счет вынесения всех неосновных действий в отдельные сервисы и освобождение диспетчерских пунктов управления от нагрузки, процессорные мощности можно сконцентрировать на задачах реального и квази-реального времени, т.е. обмен информацией между ДПУ и SCAD: действия по управлению системой, информирование и передача событий и уведомлений на интерфейс оператору.

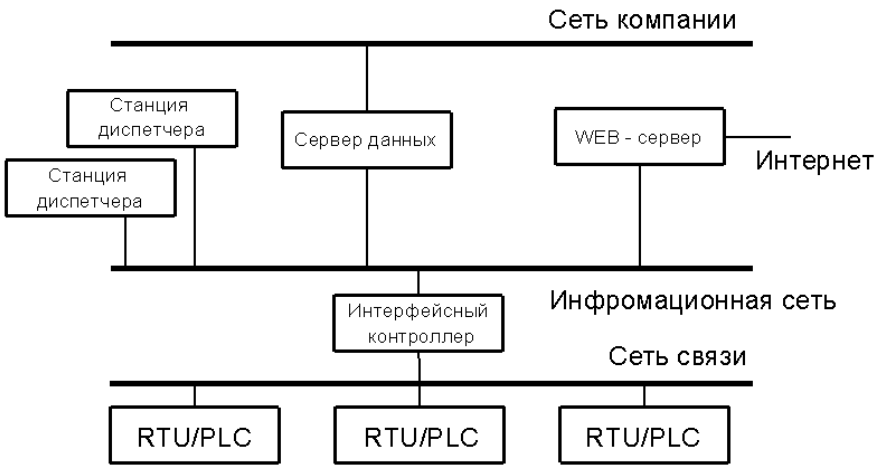

Рисунок 1 – Упрощенная блочная схема системы управления

К большому сожалению, большинство АСУТП – импортного производства. Это связано с недостатками развития радиоэлементной базы отечественного производства, кризисными условиями для развития малых и средних предприятий – которые производят высокотехнологичное оборудование.

Таким образом, в начале развития АСУТП каждый производитель промышленных микроконтроллеров, программного обеспечения типа SCADA, производили свои закрытые платформы и оборудование, способное взаимодействовать с узким списком устройств. В нынешнем же мире, все идет к глобализации и стандартизации оборудования, протоколов и интерфейсов, что позволяет в большей степень совмещать оборудования, выстраивать более гибкие управляющие системы.

Использованные источники:

1. Системы автоматизированного управления различного уровня для объектов добычи, транспорта и подземного хранения газа / Каталог продукции Газпром автоматизация. – 326 с.
2. РД-35.240.50-КТН-109-17. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Автоматизация и телемеханизация технологического оборудования площадочных и линейных объектов. Основные положения. - Москва: ПАО «Транснефть», – 2019. – С.9

3. РД-35.240.50-КТН-241-19. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Системы автоматизации и телемеханизации технологического оборудования площадочных и линейных объектов. Нормы проектирования – Москва: ПАО «Транснефть», – 2019. – 384 с.
4. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования. – М.: Стандартинформ, – 2017. – 147 с.
5. Каталог промышленного оборудования компании Schneider Electric. URL: http://www.modicon.ru
6. ОТТ-06.02-72.60.00-КТН-022-1-05 "Общие технические требования АСУ ТП и ПТС компании. Функциональные требования к ПЛК".
7. ОТТ-06.02-72.60.00-КТН- 033-1-05 "Общие технические требования АСУ ТП и ПТС компании. Программное обеспечение".

Used sources:

1. Automated control systems of various levels for production facilities, transport and underground storage of gas / Product catalog Gazprom avtomatizatsiya. - 326 p.
2. RD-35.240.50-KTN-109-17. Main pipeline transportation of oil and oil products. Automation and telemechanization of technological equipment of site and linear facilities. Basic provisions. - Moscow: PJSC "Transneft", - 2019. - P.9
3. RD-35.240.50-KTN-241-19. Main pipeline transportation of oil and oil products. Automation and telemechanization systems for technological equipment of site and linear facilities. Design standards - Moscow: PJSC "Transneft", - 2019. - 384 p.
4. GOST R IEC 61131-3-2016. Programmable controllers. Part 3. Programming languages. - M .: Standartinform, - 2017 .-- 147 p.
5. Catalog of industrial equipment from Schneider Electric. URL: http://www.modicon.ru

6. OTT-06.02-72.60.00-KTN-022-1-05 "General technical requirements for automated process control systems and PTS of the company. Functional requirements for the PLC".
7. OTT-06.02-72.60.00-KTN-033-1-05 "General technical requirements of the automated process control system and PTS of the company. Software".

© Максимов А.С., Крютченко Е.А. 2021 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №11/2021.

Для цитирования: Максимов А.С., Крютченко Е.А. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ОБЪЕКТАМИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №11/2021.