Научная статья
Original article
УДК 681.518.5

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И СИСТЕМА ТЕЛЕМЕХАНИКИ ТРУБОПРОВОДА

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND PIPELINE TELEMECHANICS SYSTEM

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 автоматизации системы управления технологическими процессами магистральных нефтепроводов и применяемых технологий, а в частности систем телемеханики кабельного и беспроводного типа. Рассмотрены различные направления создания АСУТП: геоинформационные, геологического, гидродинамического моделирования, кроссплатформенные системы, промышленной и мобильной автоматизации, которые в свою очередь делятся на нижний уровень автоматизации, уровень промышленных контроллеров, уровень систем управления производственными процессами, системы планирования ресурсов предприятия. Так же в статье представлен детальный анализ систем линейной телемеханики от верхнего к нижнему уровню. Рассмотрен метод и способы внедрения мобильной связи в управляющие системы магистрального нефтепровода. Так как основные требования, которые предъявляются к таким системам – это гибкость, масштабируемость, удобство эксплуатации, распределенное управление - приведен оптимальный алгоритм создания таких систем. Выявлены плюсы и минусы управляющих систем на основе мобильной связи. Выдвинуты способы дополнения мониторинга опасных зон нефтепровода. Приведено сравнение кабельного сообщения пунктов управления и контроля и беспроводного на основе сотовой связи стандарта GSM, 3G, 4G. Магистральный трубопровод оснащается пунктами контроля и управления (ПКУ), которые взаимодействуют с местными диспетчерскими пунктами (МДП). В некоторых районах прокладка кабельного сообщения между ПКУ и МДП связана с большими трудностями исходя из этого была построена упрощенная схема установки систем мониторинга и пожаротушения в потенциально опасных местах (сложных географических районах, местах возможного вандализма), отдаленных от ПКУ магистрального нефтепровода.

Annotation: The article is an overview of the main directions of automation of the process control system of oil trunk pipelines and the technologies used, and in particular of telemechanics systems of cable and wireless type. Various directions

of automated control systems creation are considered: geoinformation, geological, hydrodynamic modeling, cross-platform systems, industrial and mobile automation, which in turn are divided into the lower level of automation, the level of industrial controllers, the level of production process control systems, enterprise resource planning systems. The article also presents a detailed analysis of linear telemechanics systems from the upper to the lower level. The method and methods of introducing mobile communications into the control systems of the main oil pipeline are considered. Since the main requirements for such systems are flexibility, scalability, ease of operation, distributed management, the optimal algorithm for creating such systems is given. The pros and cons of control systems based on mobile communication are revealed. Ways of supplementing the monitoring of hazardous areas of the pipeline have been put forward. The comparison of cable communication of control and control points and wireless based on cellular communication of GSM, 3G, 4G standard is given. The main pipeline is equipped with control and control points (PKU), which interact with local control points (TIR). In some areas, the laying of cable communication between the PKU and the TIR is associated with great difficulties. Based on this, a simplified scheme for installing monitoring and fire extinguishing systems in potentially dangerous places (difficult geographical areas, places of possible vandalism), remote from the PKU of the main oil pipeline, was built.

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

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

Одна из основных частей валового национального продукта – нефть [1]. Благодаря нефтяной промышленности, формируется большая часть государственного бюджета страны, стабильно формируются рабочие места, развивается инфраструктура, даже в тех районах, где по совокупности других факторов ее бы не было.

С другой стороны, значительная прибыль нефтяной отрасли создает предпосылки к успешному развитию и введению инноваций и современных технологий, которые в свою очередь упрощают управление и систематизацию процессов работы с нефтью.

Различные качества характеристик добываемой нефти привели к появлению целого ряда разнообразного оборудования, технологических схем подготовки и транспортировки нефти [2]: установки по электрическому обессоливанию нефти (ЭЛОУ), термохимические установки подготовки нефти (ТХУ), установки комплексной подготовки нефти (УКПН). Задачи автоматизированных систем в таких установках – это обеспечение оперативного контроля качества получаемой нефти, а также компьютерное управления всеми этапами [3].

Как известно, любые установки имеют множество технологических блоков: задвижки, клапана, насосы, датчики – за которыми и должен осуществляться автоматизированный контроль дистанционно как при наличии оператора, так и без него. Требования к улучшению качества нефти приводят к увеличению технологических блоков и систем, увеличение размеров комплексов и их оснащенности.

Приведем различные направления создания АСУ:

1. Системы геологического, гидродинамического моделирования, основная цель которых – это упрощение и оптимизация процессов поиска, разведки и добычи нефти. Такие модели сейчас являются неотъемлемой частью проектной документации.

2. Геоинформационные системы, их цель – это сбор, анализ и хранение графических данных, визуализаций и представлений, моделей. Другими словами, это цифровые карты.

3. Системы, обеспечивающие высокую производительность вычислений – мощное и быстрое вычислительное оборудование.

4. Системы промышленной и мобильной автоматизации. Мобильной - необходимы для полевых работ, в местах аварий, или труднодоступных районах. Промышленная автоматизация подразделяется на уровни:

4.1. Нижний уровень автоматизации, обычно представляется контрольно-измерительными приборами, приборами автоматики, исполнительными устройствами управления, пультами, сигнализациями. [7]

4.2. Уровень промышленных контроллеров (PLC - Programmable Logic Controllers), или же уровень АСУТП.

4.3. Уровень систем управления производственными процессами (MES - Manufacturing Execution Systems)),

4.4. Системы планирования ресурсов предприятия (ERP – Enterprise Resource Planning Systems) – это системы для управления внешними и внутренними мощностями предприятия. [8]

5. различный софт и кроссплатформенные системы, такие как SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

Создание всех перечисленных систем и моделей неразрывно связано и с недостатками и тормозящие факторы развития отечественных систем АСУТП:

1. Недостаток радиоэлектронной базы для электроники отечественного поставщика.

2. Связанные с кризисным положением, неблагоприятные условия для развития малых и средних предприятий, выпускающих высокотехнологичное оборудование.

3. Нехватка финансов на программы технического переоснащение нефтегазовых компаний.

На сегодняшний день создано уже значительное количество типовых решений, применения АСУТП. В данной статье попробуем более детально разобраться в существующих системах телемеханики.

Магистральный трубопровод оснащается пунктами контроля и управления (ПКУ), которые взаимодействуют с местными диспетчерскими пунктами (МДП). В некоторых районах прокладка кабельного сообщения

между ПКУ и МДП связана с большими трудностями, как с точки зрения географического местоположения, так и с большими финансовыми затратами. ПКУ предназначен для размещения в нем средств управления узлами системы управления и обеспечивает бесперебойную работу распределенной системы управления.

Система линейной телемеханики необходима для контроля и управления оборудованием магистральных нефтепроводов, ее можно разбить на несколько уровней:

1. Верхний – это сервера, диспетчерские и инженерные рабочие места, коммуникационное оборудование.
2. Средний, который выполнен в шкафах и включает: программируемые логические контроллеры, системы электропитания, различные устройства защиты от помех и гроз.
3. Нижний уровень – это датчики и исполнительные механизмы.

Основные требования, которые предъявляются к таким системам – это гибкость, масштабируемость, удобство эксплуатации, распределенное управление.

В соответствие с этими требованиями в труднодоступных местах к значительному упрощению процесса создания распределенных систем находит применение связь GSM. [9]

Телемеханические системы на основе стандарта связи GSM имеют ряд преимуществ перед кабельными или радиосистемами:

1. Общедоступная частота (не требуется лицензирование частот, как с радиосистемами).
2. Нет необходимости в дополнительных усилителях и повторителях сигнала, как в случае с радиомодемами.
3. Меньшая стоимость, чем у кабельных каналов.

Но данная система имеет и недостатки:

1. Отсутствие типовых решений для сложных промышленных объектов.

2. Не все географические точки страны покрыты связью стандартна GSM. Устаревание стандарта GSM и необходимость перехода на 3G или 4G. Ведь на сегодняшний момент покрытие современных стандартов не значительно меньше, чем у GSM.

3. В сравнение с кабельным каналом связи – теряется защищенность данных и возможно управление извне. Т.е. появляется проблема защиты соединения.

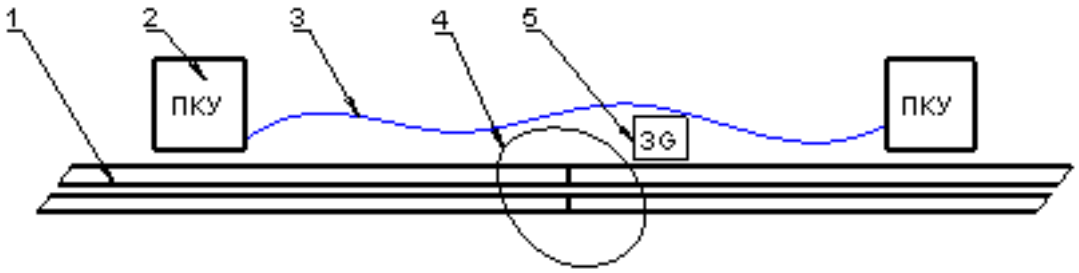


Рисунок 1 – Упрощенная схема магистрального нефтепровод, где 1 – магистральный нефтепровод, 2 – пункт контроля и управления, 3 – кабельная линия связи между ПКУ, 4 – потенциально опасное место (например близкое прохождение автодороги, сложный рельеф местности, подверженный изменениям, населенный пункт), 5 – мобильный пункт мониторинга опасного места на основе 3G/4G связи.

Одним из оптимальных способов использования мобильной связи на магистральном трубопроводе – это установка систем мониторинга и пожаротушения в потенциально опасных местах (сложных географических районах, местах возможного вандализма), отдаленных от ПКУ. Простейшая схема проиллюстрирована на рисунке 1. Пропускная способность канала связи позволит установить камеры, датчики, сенсоры, системы пожаротушения в случае утечки и возгорания нефти.

Можно предложить следующую методологию по созданию систем телемеханик на основе сотовой связи:

1. Разработка технологии передачи информации (все необходимые требования, согласование с сотовыми оператора).
2. Разработка защищенного протокола обмена информации и алгоритмов.
3. Разработка ПО.
4. Реализация разработанных алгоритмов.
5. Оценка производительности и эффективности технологии, тестирование.

Таким образом, в развитие АСУ ТП наблюдается последовательное усложнение задач, ставящихся системам управления. Наблюдается развитие от управления отдельными установками и параметрами к автоматизации процессов в целом, и разработке целостных систем [7]. Возможно, в дальнейшем появятся АСУ основанные на интеллектуально составляющей машинного обучения – нейронных сетях, которые смогут в режиме реального времени просчитывать и реагировать на критические ситуации без участия человека. При этом вопрос мгновенного реагирования на критические и аварийные ситуации до сих пор остается открытым. Будет ли в дальнейшем использоваться проводная коммуникация, или же коммуникация посредством связи GSM, 3G, 4G – однозначно сказать нельзя. Самая высокая производительность будет достигаться за счет комбинирования этих методов.

Использованные источники:

1. Е.Д. Агафонов, Г.В. Ващенко. Современные тенденции информатизации и автоматизации нефтегазовой отрасли. / Е.Д. Агафонов, Г.В. Ващенко // Сибирский федеральный университет. – 2016. – С. 1340–1348.
2. У.М. Мваку. Автоматизированные системы управления технологическими процессами подготовки и транспортировки нефти. / У.М. Мваку, В.Ю. Корнилов // – 2011. – 5 с.
3. Оборудование и АСУТП для автоматизации объектов добычи, транспортировки и подготовки нефти / Каталог. Уфа: МОАО «Нефтеавтоматика», – 2006. – 120 с.

4. Генеральная схема развития газовой отрасли на период до 2030 года. Москва, – 2008.
5. ГОСТ Р 58362-2019. Автоматизация и телемеханизация технологического оборудования. –Москва: Стандартинформ, – 2019. – 47 с.
6. Системы автоматизированного управления различного уровня для объектов добычи, транспорта и подземного хранения газа / Каталог продукции Газпром автоматизация. – 326 с.
7. Д.К. Луков Автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) // г. Зеленоград. – С. 3.
8. ООО «Энергоавтоматика», Москва, – 2016. http://www.energoavtomatika.ru/
9. Д.Д. Зыков. Система телемеханики магистрального трубопровода на основе связи стандарта GSM. // Томск. – 2007. – 22 с.
10. Российский нефтегаз под санкциями: Основные угрозы для отрасли. Экспертно-аналитический доклад. Фонд национальной энергетической безопасности. Москва, – 2015.

Used sources:

1. E. D. Agafonov, G.V. Vaschenko. Modern trends in informatization and automation of the oil and gas industry. / E. D. Agafonov, G.V. Vaschenko // Siberian Federal University. - 2016. - S. 1340-1348.
2. W.M. Mwaku. Automated control systems for technological processes of oil preparation and transportation. / MIND. Mwaku, V.Yu. Kornilov // - 2011 .-- 5 p.
3. Equipment and process control systems for automation of oil production, transportation and treatment facilities / Catalog. Ufa: MOAO "Nefteavtomatika", - 2006. - 120 p.
4. General scheme for the development of the gas industry for the period up to 2030. Moscow, - 2008.
5. GOST R 58362-2019. Automation and telemechanization of technological equipment. –Moscow: Standartinform, - 2019. - 47 p.

6. Automated control systems of various levels for production facilities, transport and underground storage of gas / Product catalog Gazprom avtomatizatsiya. - 326 p.
7. D.K. Lukov Automated process control systems (APCS) // Zelenograd. - S. 3.
8. LLC "Energoavtomatika", Moscow, - 2016. http://www.energoavtomatika.ru/
9. D.D. Zykov. Trunk pipeline telemechanics system based on GSM communication. // Tomsk. - 2007.-- 22 p.
10. Russian oil and gas under sanctions: The main threats to the industry. Expert and analytical report. National Energy Security Fund. Moscow, - 2015.

© 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. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И СИСТЕМА ТЕЛЕМЕХАНИКИ ТРУБОПРОВОДА// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №11/2021.