

Интеграция результатов мониторинга технического состояния магистральных трубопроводов

С.Л. Голофаст
д.т.н., профессор¹
trasser@inbox.ru

А.Ю. Владова
д.т.н., в.н.с.²
avladova@ipu.ru

¹ООО «Газпром проектирование»,
Санкт-Петербург, Россия

²ИПУ РАН, Москва, Россия

Существующие системы мониторинга магистральных трубопроводов включают контроль технического состояния линейной части и оборудования; оценку влияния технологических процессов на окружающую среду; анализ качественных показателей материальных потоков на входе и выходе оборудования [1]. Основными проблемами пользователей являются ограниченный доступ к данным вследствие изоляции систем мониторинга друг от друга и отсутствие специально разработанных алгоритмов совместной обработки данных различной физической природы. Для решения данных проблем в работе проведен анализ существующих систем мониторинга магистральных трубопроводов, выделены основные контролируемые параметры, предложен подход к интеграции систем мониторинга по архитектуре и данным. Практической ценностью статьи является адаптация решений Big Data и методов Data Mining при построении датацентров на предприятиях нефтегазовой отрасли с целью интеграции, синхронизации и анализа технической информации.

Материалы и методы

Проектирование программного обеспечения, интеллектуальная обработка данных.

Ключевые слова

Big Data, газопровод, интеллектуальная обработка, аппаратно-программный комплекс, организационно-технологическая система управления

Организация мониторинга магистральных трубопроводов (МТ) предусматривает выбор контролируемых параметров, построение системы мониторинга, сбор и анализ значений контролируемых параметров, оценку технического состояния, сравнение текущего технического состояния с эталонным и историческим [2]. Вопросы совместной обработки данных измерений разнесенных датчиков рассмотрены в работах С.В. Бачевского, Е.Г. Борисова, Г.М. Машкова [3]. Некоторые авторы утверждают, что в применении к методам обработки данных дистанционного зондирования при совместном анализе различных комбинаций разнородных данных удается добиться значительного синергетического эффекта и создать базу для так называемой системы расширенного видения [4]. В работах других авторов обсуждена проблема создания геоинформационных и геотехнических систем мониторинга для определения воздействия природной среды на техногенные объекты и формулирования компенсирующих рекомендаций [5–7]. Впросам построения систем экологического мониторинга с возможностью доступа через веб-интерфейс посвящены работы [8, 9].

Существующие системы мониторинга и перспективы их развития

Современное развитие сети МТ происходит в сложных природных условиях, характеризующихся резкими температурными перепадами, неблагоприятными грунтами (обводненные почвы, многолетняя мерзлота), провоцирующими коррозию и изменение высотного положения [10]. С ростом наработки для поддержания значений технологических параметров в требуемых нормативной документацией диапазонах, эксплуатирующие организации вынуждены устанавливать дополнительные элементы систем мониторинга и выполнять возрастающий объем диагностирования, компенсирующих мероприятий и ремонтов. В таб. 1 представлена укрупненная классификация параметров и систем мониторинга МТ.

Необходимость совместного использования результатов мониторинга требует разработку новых методов анализа значений параметров различной физической природы. Ниже приведены краткие характеристики систем мониторинга МТ из таб. 1.

Единая система управления (ЕСУ) представляет собой территориально распределенную иерархическую компьютерную систему, объединяющую средства связи, автоматизации и телемеханизации, диспетчерского контроля и управления [11]. На основе информации датчиков ЕСУ решает задачи анализа объемов транспорта углеводородного сырья и показателей его качества; контроля герметичности МТ, контроля состояния электротехнического оборудования и параметров электроснабжения; расчёта технологического процесса.

Система обнаружения утечек (СОУ) основана на измерении величин давления и расхода продукта в режиме реального времени для контроля герметичности участка МТ и предназначена для выявления факта утечки, определения ее величины, места и времени [12].

Система контроля сейсмических воздействий (СКСВ) представляет собой аппаратно-программный комплекс [13], состоящий из: сейсмостанций, объединенных в сеть телеметрическими каналами связи, подключенными к сейсмостанциям, сейсморегистраторами, установленными на дно специально оборудованных скважин; программ обнаружения и обработки сигналов, установленных на диспетчерских пунктах; архивов хранения получаемой информации. При наступлении сейсмического события СКСВ определяет уровень опасности и выдает предупредительные сигналы или сигналы останова.

Система геотехнического мониторинга предназначена для анализа информации, снятой с точек инклинометрического контроля при оценке смещения грунта, с точек контроля уровня подземных вод для расчета устойчивости оползнеопасных склонов, с точек контроля положения МТ для оценки влияния нагрузок на МТ при развитии опасных геологических процессов.

Системы экологического мониторинга [14] предназначены для оценки экологической обстановки в зонах влияния промышленных объектов, формирования и ведение учетно-отчетной документации, предусмотренной требованиями природоохранного законодательства и нормативной базы РФ.

Поскольку системы мониторинга работают независимо друг от друга, то датчики данных систем контролируют только свои технологические параметры. Так как технологических параметров множество, необходимы операторы, следящие за наборами параметров разных систем мониторинга. В итоге, качество мониторинга технического состояния потенциально-опасных объектов управления зависит от опыта и квалификации операторов [15]. С точки зрения безопасности эксплуатации МТ, разделение контролируемых параметров по системам мониторинга — искусственный прием, поэтому возникает необходимость снизить его негативные последствия так, чтобы информационный поток отражал действительное изменение технического состояния объекта управления. Тенденция развития систем мониторинга технического состояния МТ идет по пути централизации верхнего уровня для решения задачи совместного, взаимосвязанного контроля всеми наборами параметров, а также предоставления пользователям (и другим системам) корпоративной компьютерной сети (ККС) доступа к результатам мониторинга [16].

Таким образом, значительное количество узлов контроля, удаленных в ряде

случаев друг от друга на тысячи километров и оснащенных разнородными датчиками, независимость контуров по контролируемым параметрам приводят к неконтролируемому росту объема исходной информации и необходимости разработки методов интеграции распределенной разнотипной информации.

Интеграция на уровне архитектуры систем

Несмотря на специфику задач, решаемых каждой системой мониторинга МТ, их архитектура обобщена и сведена в структурную

схему организационно-технологической системы управления (ОТСУ). Предложенная структура комбинированной двухконтурной ОТСУ (рис. 1) содержит следующие основные блоки:

- 1 — Требования проектной (ПД), исполнительской (ИД) и нормативной документации (НД);
- 2 — Эксплуатирующие организации;
- 3 — Объекты управления: магистральные трубопроводы (МТ);
- 4 — Системы мониторинга МТ;
- 5 — Аппаратно-программный комплекс,

включающий подблоки:

- 5.1 — Локальные хранилища архивов необработанных данных систем мониторинга;
- 5.2 — Веб-серверы, реализующие бизнес-логику интеллектуальной обработки данных;
- 5.3 — Серверы баз данных;
- 5.4 — Хранилище архива результатов мониторинга;
- 6 — Формирование управленческой информации.

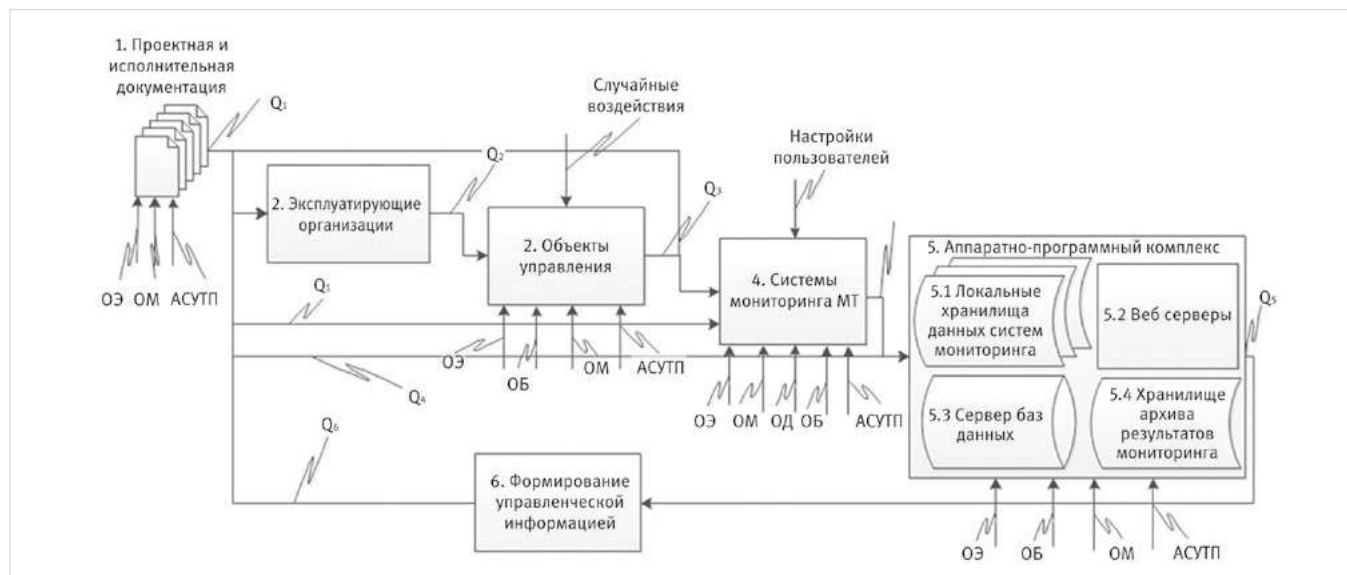


Рис. 1 — Структура организационно-технологической системы управления МТ
Fig. 1 — The structure of organizational and technological management system of the transfer pipeline

Тип параметров	Величины	Система мониторинга
Геометрические	Линейные размеры участков МТ и дефектов, линейные и угловые перемещения МТ и опор, величины радиусов изгибов секций МТ, амплитуды колебаний	Внутритрубные инспекции, дополнительный дефектоскопический контроль
Технологические	Давление, вибрация, моменты сил, температура продукта, стенки трубы, распределение защитного потенциала по трассе, метрологические параметры, характеристики перекачиваемого продукта	Система дистанционного контроля и управления в реальном режиме времени, система обнаружения утечек, система электрохимзащиты
Сейсмические	Вертикальные и горизонтальные колебания грунта	Система сейсмологического мониторинга, включающая сеть сейсморегистраторов
Геологические	Местоположение и размеры опасных геологических процессов, влажность и плотность, прочность, пластичность и модуль деформации грунтов, коэффициент фильтрации, льдистость, степень пучинистости, засоленность, пористость, теплоемкость, коррозионная активность (при наличии ММГ) грунтов	Геоинформационные системы, системы мониторинга сложных геологических процессов, инженерно-геологические обследования, аэровизуальные обследования, дистанционное зондирование, дополнительные геодезические измерения
Геотехнические	Температура окружающей среды, вмещающего грунта, мерзлого грунта, температура и уровень грунтовых вод, работоспособность и эффективность работы термостабилизаторов, глубина сезонного промерзания\оттаивания	Система геотехнического мониторинга, основанная на регистрации параметров с помощью сети термо- и гидрологических скважин и термостабилизаторов
Геофизические	Глубина залегания МТ, геоэлектрические условия	Геоинформационные системы, геофизические обследования
Механические	Характеристики металла (толщина стенки, марка стали, диаметр, химический состав, тип и категоричность труб), характеристики сварных швов, сведения о параметрах и состоянии изоляционного покрытия, реологические свойства продукта	Электронный паспорт линейной части, объектов и сооружений МТ
Экологические	Пробы воды (температура, компонентный состав, кислотность, скорость течения, расход), воздуха, почвы, пары газонефтепродуктов из резервуаров и хранилищ, дальность и площадь распространения загрязнений	Системы экологического мониторинга, в том числе на основе геоинформационных систем, аэро- и космосъемка местности

Таб. 1 — Классификация параметров и систем мониторинга
Tab. 1 — The classification of parameters and surveillance systems

На объекты управления (блок 3) действует вектор внешних возмущений, измеренные значения параметров объектов управления поступают в блок 4 от датчиков, установленных на трассе МТ, а также после диагностических обследований [17]. Значения этих параметров заносятся в архивы неструктурированной информации (блок 5.1). В канале замкнутого контура ОТСУ блок 5 проводит обработку, синхронизацию и интеллектуальный анализ данных с учетом требований блока 1 и передает информацию в блок 6. Блоком 6 вырабатывается управленческая информация, поступающая в организации, занимающиеся эксплуатацией МТ (блок 2). Управляющие отделы отмечены внизу каждого блока: ОЭ — отдел эксплуатации, ОМ — отдел мониторинга, ОД — отдел диспетчеризации, ОБ — отделы безопасности, АСУТП — отдел автоматизации систем управления технологическими процессами. Компоненты векторов $Q_1 - Q_6$:

- Q_1 — Требования проектной, исполнительной и нормативной документации;
- Q_2 — Компенсирующие мероприятия, ремонты, диагностирования;
- Q_3 — Параметры объектов и трассы;
- Q_4 — Параметры мониторинга;
- Q_5 — Результаты анализа;
- Q_6 — Управленческая информация.

Анализ требований к аппаратно-программному комплексу

Подготовительная работа, проведенная совместно с эксплуатирующей организацией, анализ исходной информации и технических отчетов позволяет сформулировать список требований к АПК, которые приведены в таб. 2:

- функциональные требования охватывают поведение АПК в ответ на запросы пользователей;
- управленческие требования определяют размещение АПК, порядок администрирования и обеспечения безопасности;
- эргономические требования обеспечивают удобство работы конечных пользователей;
- архитектурные требования определяют структуру АПК;
- требования взаимодействия обеспечивают интеграцию АПК с существующими программными средствами.

Интеграция на уровне архитектуры аппаратно-программного комплекса

Для формирования управленческих воздействий информацию, получаемую из различных источников, предложено собирать и

синхронизировать в едином хранилище. При инженерном проектировании АПК использована клиент-серверная веб-ориентированная архитектура, при которой на сервере хранятся данные и код, обмен данными производится через ККС с помощью протокола передачи гипертекста HTTP (рис. 2). Для сохранения привычной логики локальные архивы данных систем мониторинга [18] размещают в исходных местах хранения. При проведении интеллектуального анализа данные подвергаются пакетной обработке и синхронизации и сохраняют в реляционную базу данных для оперативной обработки. Обработанные данные переносят в архив результатов мониторинга для долговременного хранения и удаляют в исходном месте размещения. Оптимальным вариантом хранения архивов является решение, построенное на технологиях Hadoop, которые создавались для масштабируемых отказоустойчивых хранилищ на массовом оборудовании и обладают встроенными возможностями анализа неструктурированных данных.

Интеграция на уровне данных и типов пользователей

Интеграция на уровне данных устроена слойно — поток неструктурированных данных проходит предобработку, в результате которой формируются пакеты предобработанных данных, куда затем добавляются предобработанные данные других локальных хранилищ. Результатом интеграции является индексированный поток пакетов, подвергающихся интеллектуальной обработке, после которой данные отправляются в хранилище. Каждая система мониторинга, собирающая данные, спроектирована для конкретных целей определенных типов пользователей (диспетчеров, служб эксплуатации, геологов и геодезистов, экологов), но эти же данные могут оказаться полезными для целей других типов пользователей (экономистов, юристов, управленцев, служб безопасности и др.). Предварительный анализ пользовательских профилей позволяет разработать специфицированные методы обнаружения шаблонов в отдельных и пересекающихся множествах данных и правильно их интерпретировать [19]. Например, моделирование теплового поля трассы МТ и выделение из термометрических измерений подпоследовательностей, типичных для устойчивого растепления грунта, позволяет обнаруживать аномалии на ранней стадии и проводить классификацию участков трассы.

Существующие алгоритмы выявления похожих подпоследовательностей используют техники оптимизации поиска (индексирование, отбрасывание заведомо непохожих

подпоследовательностей), различные меры подобия, а также динамическую трансформацию шкалы времени, которая позволяет сравнивать временные ряды, полученные при различной скорости изменения данных. Для построения пространственного индекса используют дискретное преобразование Фурье, вейвлет преобразования, суффиксные деревья и др. [20].

Таким образом, предложена адаптированная сервис-ориентированная архитектура аппаратно-программного комплекса для синхронизированной обработки данных с помощью методов интеллектуального анализа.

Итоги

Выделена общность архитектур систем мониторинга, характеризующаяся на нижнем уровне датчиками физических процессов и промежуточными центрами сбора данных, на среднем и верхнем уровнях — локальными и глобальными центрами обработки данных, решающими задачу анализа технического состояния объекта.

В основе предлагаемой системы лежат потоки данных и методы извлечения знаний, позволяющие формировать управленческие воздействия путем объединения этих знаний с уже имеющимися архивами информации [21].

С помощью алгоритмов машинного обучения, выявляющих закономерности в собираемых данных, выполняют оценку и прогноз технического состояния магистральных трубопроводов.

Выводы

Интеграция данных, поступающих с различных датчиков и измерительных приборов, радикально повышает эффективность мониторинга технического состояния МТ.

Поскольку объем получаемой информации растет экспоненциально во времени, а значительная часть этой информации редко востребована, представлен подход к удешевлению систем хранения на основе нереляционных хранилищ данных. Предлагаемое решение предоставляет возможность одновременной работы с неструктурированной и структурированной информацией.

Список литературы

1. Ицкович Э.Л. Необходимый автоматический контроль и учет работы технологических агрегатов // Датчики и системы. 2015. №5. С. 47–54.
2. Петухов В.В., Высотин О.В. Особенности методов мониторинга при создании сложных ИС. Материалы Второй международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем». М: ИПУ РАН. 2008. С. 127–128.

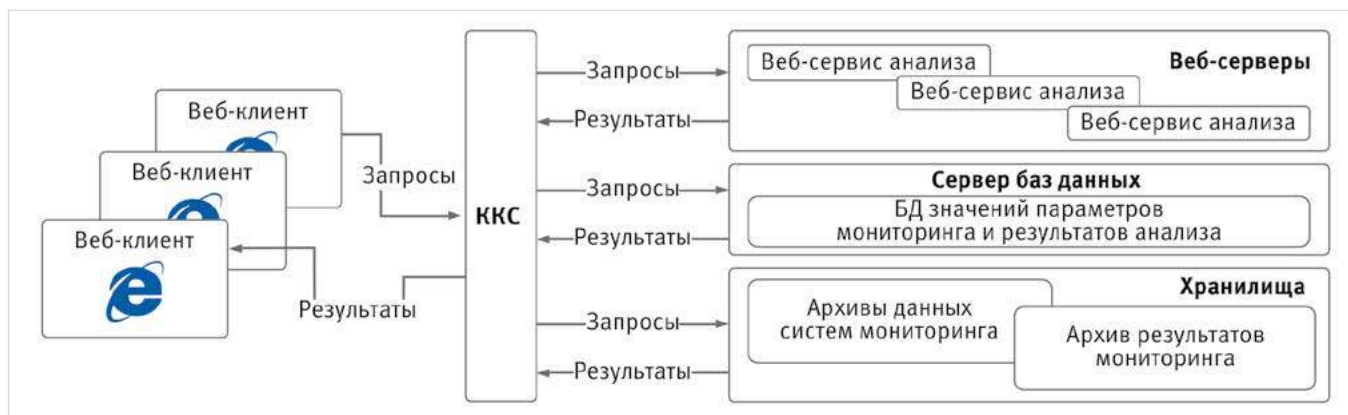


Рис. 2 — Архитектура АПК

Fig. 2 — The architecture of the hardware-software complex

3. Бачевский С.В., Борисов Е.Г., Машков Г.М. Повышение точности оценивания неизвестных параметров путем совместной обработки избыточных измерений в системе пространственно-разнесенных датчиков // Датчики и системы. 2015. №12. С. 16–20.
4. Виноградов А.Н., Егоров В.В., Калинин А.П., Родионов А.И. и др. Возможности мультисенсорного зондирования в решении задач распознавания природных и антропогенных объектов // Датчики и системы. 2015. №12. С. 29–34.
5. Овсяченко Н.И. Опыт использования материалов дистанционного зондирования Земли в оценке сейсмической опасности // Инженерные изыскания. 2011. №1. С. 58–65.
6. Бешенцев А.Н. Геоинформационная система мониторинга природопользования // Информационные технологии. 2015. Т. 21. №8. С. 625–629.
7. Назришоев Х.А. Комплексный мониторинг основных геотехнических сооружений Рогунского гидроузла с применением закладной контрольно-измерительной аппаратуры // Инженерные изыскания. 2015. №12. С. 22–32.
8. Спирякин Д.Н., Тхань Фонг Ку Автономное беспроводное устройство для мониторинга концентрации CO // Датчики и системы. 2015. №6. С. 42–46.
9. Самотаев Н.Н., Иванова А.В., Облов К.Ю., Соловьев С.А. и др. Мультисенсорная система с беспроводным каналом связи для мониторинга газового состава среды // Датчики и системы. 2015. №1. С. 38–41.
10. Силин Я.В., Остройковский В.А. К методу статистического анализа надежности нефтепромысловых трубопроводов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2008. №5. С. 43–49.
11. Башлыков А.А., Афров А.М., Вдовин В.В. и др. Единое автоматизированное управление распределенными объектами трубопроводных транспортных систем // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2008. №1. С. 46–57.
12. Поляков В.А., Шестаков Р.А. К вопросу обеспечения точности измерения системы обнаружения утечек в нефтепроводе // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2015. №4. С. 76–79.
13. Степнов А.А., Гаврилов А.В., Коновалов А.В., Отемолер Л. Новая архитектура автоматизированной системы сбора, хранения и обработки сейсмологических данных // Сейсмические приборы. 2013. Т.49. №2. С. 27–38.
14. Поздняков П., Мещеряков А.В., Ракунов С.В., Сапрыкина К.М. Информационные системы экологического мониторинга на базе ГИС в деле освоения шельфовых месторождений // Нефть, газ и бизнес. 2015. №1. С. 19–22.
15. Захаркин М.А., Кнеллер Д.В. Применение методов и средств усовершенствованного управления технологическими процессами (АРС) // Датчики и системы. 2010. №10. С. 57–71.
16. Ицкович Э.Л. Современные тенденции развития автоматической части систем управления технологическими процессами // Датчики и системы. 2015. №11. С. 68–76.
17. Кореньков В., Мицын В.В., Дмитриенко П.В. Архитектура системы мониторинга центрального информационно-вычислительного комплекса ОИЯИ // Информационные технологии и вычислительные системы. 2012. №3. С. 31–42.
18. Морозов Д. Масштабируемое хранилище журналов // Открытые системы. СУБД. 2015. №1. С. 20–21.
19. Цымблер М., Мовчан А. Обнаружение подпоследовательностей во временных рядах // Открытые системы. СУБД. 2015. № 2. С. 42–43.
20. Смирнов Н. Big Data для нефтяников. Режим доступа: <https://www.osp.ru/cw/2012/18/13016696/>
21. Голофаст С.Л., Владова А.Ю., Лободенко И.Ю. Проектирование, разработка и сопровождение информационной системы геотехнического мониторинга магистрального трубопровода // Наука и технологии транспорта нефти и нефтепродуктов. 2016. №2. С. 80–87.

Тип требования	Описание требования
Функциональные	Анализ профиля пользователя и настройка контекста запросов к данным
	Многомерный статистический анализ данных для разных типов пользователей
	Интеллектуальный анализ данных в соответствии с профилем пользователя
	Редактирование данных
	Автоматическая проверка достаточности и корректности введенных данных
	Синхронизация данных, полученных из разных источников
Управленческие	Аутентификация пользователей
	Использование зеркальных серверов
	Удаленный доступ пользователей к результатам анализа данных мониторинга
Эргономические	Сортировка, поиск и фильтрация наборов данных для разных типов пользователей
	2d, 3d визуализация
	Генерация таблиц по фиксированным формам
	Настройка профиля пользователя в соответствии с его типом
	Развернутая система помощи, подсказок, комментариев
	Соблюдение корпоративной цветовой гаммы, начертания и размеров шрифтов
Архитектурные	Наличие веб-интерфейса для работы с запросами пользователей
	Многопользовательский доступ
	Хранение истории изменения данных
	Возможность расширения АПК за счет добавления расчетных модулей
	Интеграция данных мониторинга
	Длительное дешёвое хранение значений параметров систем мониторинга
	Масштабируемость по количеству хранилищ данных и поддержке большего объема памяти
Расширяемость АПК при появлении новых функциональных требований	
Взаимодействие	Интеграция АПК в имеющуюся инфраструктуру
	Корректная работа с UTF-8 и с русскими кодировками
	Экспорт и импорт данных в ряд текстовых и графических форматов
	Осуществление рассылок через установленный почтовый сервер

Таб. 2 — Обобщенные требования к аппаратно-программному комплексу
 Tab. 2 — Generic requirements for the hardware and software complex

Integration of results of monitoring technical conditions of transfer pipelines

UDC 65.011.56:622.691

Authors:

Sergey L. Golofast — Sc.D., professor¹; trasser@inbox.ru

Alla Yu. Vladova — Sc.D., the leading researcher²; avladova@ipu.ru

¹Gazprom proektirovanie, St-Petersburg, Russian Federation

²Institute of Control Sciences RAS, Moscow, Russian Federation

Abstract

The existing systems of monitoring of transfer pipelines include control over the technical condition of linear part and equipment; assessment of technological processes impact on the environment; analysis of qualitative indicators of material flows at the entrance and exit of equipment [1].

The main issues of users are limited access to the data due to isolation of monitoring systems from each other and absence of specially developed algorithms of joint processing of data of a different physical nature. To solve such issues, the present article provides an analysis of existing systems of monitoring of transfer pipelines, defines main controlling parameters, suggest an approach to integration of monitoring systems of architecture and data. The practical value of this article is adaptation of such solutions as Big Data and Data Mining methods while establishing data centres at enterprises of oil and gas industry to integrate, synchronize and analyse the technical information.

Materials and methods

Projections of software, intellectual data processing.

Results

It was defined the similarity of architectures of monitoring systems, that is characterised at the lower level by transducer of physical processes and intermediary centres of data collection, and at the medium and upper levels by local and global centres of data processing, that help to analyse the technical conditions of an object. At the bottom of the supposed system there are data flows and methods of retrieving the knowledge, which enable to form managerial impact by combining such knowledge with information archives already in place [21].

Using the algorithms of machine learning, identifying consistent patterns in the collected data, it is possible to conduct assessment and forecast of the technical conditions of transfer pipelines.

Conclusions

1. Before carrying out the operation of squeezing inhibitor, it is recommended to perform the procedure of the bottomhole treatment with an aqueous solution of caustic soda in order to remove the already existing gypsum deposits in the bottomhole formation zone to achieve a more complete adsorption of the inhibitor onto the rock.
2. When selecting reagents for future squeezing it is recommended to choose multicomponent commodity forms of inhibitors. In addition to the active base, they contain additional components (alcohols, surfactants, etc.) that promote a more complete sorption of the reagent to the formation.

Keywords

Big Data, gas pipeline, intellectual processing, hardware and software complex, organisational and technological management system

References

1. I Itskovich E.L. *Neobkhodimyy avtomaticheskii kontrol' i uchet raboty tekhnologicheskikh agregatov* [Necessary automated control and operational recording for technological aggregates]. *Sensors & Systems*, 2015, issue 5, pp. 47–54.
2. Petukhov V.V., Vysotin O.V. *Osobennosti metodov monitoringa pri sozdanii slozhnykh IS* [Particularities of monitoring methods while creating complex IS]. *Materials of the Second Global Conference "Management of high scale systems development"*. Moscow: IPU RAN, 2008, pp. 127–128.
3. Bachevskiy S.V., Borisov E.G., Mashkov G.M. *Povyshenie tochnosti otsenivaniya neizvestnykh parametrov putem sovместной obrabotki izbytochnykh izmereniy v sisteme prostranstvenno-raznesennykh datchikov* [Improving the accuracy of estimation of unknown parameters by joint processing of redundant]. *Sensors & Systems*, 2015, issue 12, pp. 16–20.
4. Vinogradov A.N., Egorov V.V., Kalinin A.P., Rodionov A.I. and oth. *Vozmozhnosti mul'tisensornogo zondirovaniya v reshenii zadach raspoznavaniya prirodnykh i antropogennykh ob"ektov* [The investigation of multisensor sensing possibilities in the tasks of natural and anthropogenous objects recognition]. *Sensors & Systems*, 2015, issue 12, pp. 29–34.
5. Ovsyuchenko N.I. *Opyt ispol'zovaniya materialov distantsionnogo zondirovaniya Zemli v otsenke seismicheskoy opasnosti* [Background of using materials of distance profiling of the Earth for estimation of seismic danger]. *Engineering Surveys*, 2011, issue 1, pp. 58–65.
6. Beshentsev A.N. *Geoinformatsionnaya sistema monitoringa prirodopol'zovaniya* [The geoinformation system of long-term monitoring of nature use]. *Information technologies*, 2015, Vol.21, issue 8, pp. 625–629.
7. Nazrishoev Kh.A. *Kompleksnyy monitoring osnovnykh geotekhnicheskikh sooruzheniy Rogunskogo gidrouzla s primeneniem zakladnoy kontrol'no-izmeritel'noy apparatury* [Integrated monitoring of the main hydraulic structures of the Rogun Water-Engineering System using embedded control instrumentation]. *Engineering Surveys*, 2015, issue 12, pp. 22–32.
8. Spiryakin D.N., Tkhan' Fong Ku *Avtonomnoe besprovodnoe ustroystvo dlya monitoringa kontsentratsii SO* [Development of wireless sensor node of CO with independent power supply]. *Sensors & Systems*, 2015, issue 6, pp. 42–46.
9. Samotaev N.N., Ivanova A.V., Oblov K.Yu., Solov'ev S.A. and oth. *Mul'tisensornaya sistema s besprovodnym kanalom svyazi dlya monitoringa gazovogo sostava sredy* [Multi-sensor system with wireless connection channel for monitoring gas composition of the environment]. *Sensors & Systems*, 2015, issue 1, pp. 38–41.
10. Silin Ya.V., Ostreykovskiy V.A. *K metodu statisticheskogo analiza nadezhnosti neftepromyslovykh truboprovodov* [For the method of statistical analysis of oil pipelines reliability]. *Avtomatizatsiya, telemekhanizatsiya i svyaz' v neftyanoy promyshlennosti*, 2008, issue 5, pp. 43–49.

11. Bashlykov A.A., Afrov A.M., Vdovin V.V. and oth. *Edinoe avtomatizirovannoe upravlenie raspredelennymi ob"ektami truboprovodnykh transportnykh sistem* [United automated control over objects of pipeline transport systems]. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika*, 2008, issue 1, pp. 46–57.
12. Polyakov V.A., Shestakov R.A. *K voprosu obespecheniya tochnosti izmereniya sistemy obnaruzheniya utechek v nefteprovoде* [To the question of ensuring the accuracy of measurements in oil pipeline leak detection system]. *Science & Technologies: Oil and Oil Products Pipeline Transportation*, 2015, issue 4, pp. 76–79.
13. Stepnov A.A., Gavrilov A.V., Konovalov A.V., Otemoler L. *Novaya arkhitektura avtomatizirovannoy sistemy sbora, khraneniya i obrabotki seysmologicheskikh dannykh* [New architecture of earthquake data acquisition, storage and processing system]. *Seismic instruments*, 2013, issue 2 (23), pp. 27–38
14. Pozdnyakov P., Meshcheryakov A.V., Rakunov S.V., Saprykina K.M.

Informatsionnye sistemy ekologicheskogo monitoringa na baze GIS v dele osvoeniya shel'fovykh mestorozhdeniy [Information system of environmental monitoring based on GIS in the development of offshore fields]. *Neft', gaz i biznes*, 2015, issue 11, pp. 19–22.

15. Zakharkin M.A., Kneller D.V. *Primenenie metodov i sredstv usovershenstvovannogo upravleniya tekhnologicheskimi protsessami (ARS)* [Applications of advanced process control techniques]. *Sensors & Systems*, 2010, issue 10, pp. 57–71.
16. Itskovich E.L. *Sovremennye tendentsii razvitiya avtomaticheskoy chasti sistem upravleniya tekhnologicheskimi protsessami* [Current trends in the development of automatic part of process control systems]. *Sensors & Systems*, 2015, issue 11, pp. 68–76.
17. Koren'kov V., Mitsyn V.V., Dmitrienko P.V. *Arkhitektura sistemy monitoringa tsentral'nogo informatsionno-vychislitel'nogo kompleksa OIYa* [Architecture of monitoring system for JINR central informational computing complex].

Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy, 2012, issue 3, pp. 31–42.

18. Morozov D. *Masshtabiruemo khranilishche zhurnalov* [Scalable storage of logs]. *Open Systems. DBMS.*, 2015, issue 1, pp. 20–21.
19. Tsymler M., Movchan A. *Obnaruzhenie podposledovatel'nostey vo vremennykh ryadakh* [Detection of subsequence in time lines]. *Open Systems. DBMS.*, 2015, issue 2, pp. 42–43.
20. Smirnov N. *Big Data dlya neftyanikov* [Big Data for oil industry specialists]. Available at: <https://www.osp.ru/cw/2012/18/13016696/>
21. Golofast S.L., Vladova A.Yu., Lobodenko I.Yu. *Proektirovanie, razrabotka i soprovozhdenie informatsionnoy sistemy geotekhnicheskogo monitoringa magistral'nogo truboprovoда* [Projection, development and maintenance of information system for geo-technical monitoring of transfer pipeline]. *Science & Technologies: Oil and Oil Products Pipeline Transportation*, 2016, issue 2, pp. 80–87.



ООО «СУРЭЛ»
190020, Россия, г. Санкт-Петербург
Старо-Петергофский пр. д.18 лит. Е пом. 7Н
т.: (812) 786-50-39, 747-29-62, 252-76-76, 327-54-94
ф.: +7 (812) 786-50-39, 252-76-76, 327-91-76
surel@sp.ru

ПОЛИУРЕТАНЫ СИЛОКСАНЫ СИЛИКОНЫ

Научно-производственная фирма ООО «СУРЭЛ» образована в 1991 году. Ведущее предприятие по производству силиконовых и уретановых эластомеров.

НОМЕНКЛАТУРА ПРОДУКЦИИ:

1. ПОЛИУРЕТАНЫ

- форполимеры (преполимеры) на основе простых и сложных полиэфиров для изготовления эластомеров твердостью по Шору от 35 до 95 А, по Шору – 55,60 D.
- форполимеры (преполимеры) для производства пластиков серии СУРЭЛ-ПЛАСТ твердостью по Шору 70,75,80D.
- форполимеры (преполимеры) на основе капролактона для производства эластомеров.

Эластомеры характеризуются: маслястойкостью в сочетании с гидролитической стабильностью, сочетанием эластичности при низких температурах и повышенной теплостойкости. Твердость по Шору А 60, 75, 90.

- защитные полиуретановые покрытия (АИП);
- универсальное связующее для резиновой крошки;
- композиции уретановые на основе простых и сложных полиэфиров для получения уретановых эластомеров «холодного» отверждения для изготовления эластомеров;
- радиационно-термо-морозо-агрессивостойкие фторуретаны для производства эластомеров.

2. СИЛОКСАНЫ (СИЛИКОНЫ)

- силиконовые композиции (силиконовые) композиции, компаунды и герметики для электроники и других областей.

3. ОТВЕРДИТЕЛИ

Номенклатура продукции разработана с учетом всех возможных требований. Вместе с тем, мы готовы разработать новые продукты в соответствии с техническими требованиями заказчика.