

УДК 65.011.56: 622

Э.М. Мехтиев

Современные подходы при создании системы управления техническим обслуживанием контрольно-измерительными приборами и автоматики на нефтегазодобывающих предприятиях

Рассматриваются вопросы проектирования архитектуры системы управления техническим обслуживанием контрольно-измерительных приборов и автоматики, включающей в себя различные подсистемы и элементы как составляющие для организации бизнес-процессов технического обслуживания крупных производственных предприятий в нынешних реалиях при создании сложных цифровых моделей и места подобных систем в составе информационного пространства. Определены функциональные требования, которым должна удовлетворять система управления при реализации, предложены подходы по разработке и актуализации нормативов обслуживания. С учетом общей тенденции увеличения количества собираемой и обрабатываемой информации с полевого уровня, множества технологических объектов, а также повышения автономности и сложности управляющих систем задача по организации своевременного обслуживания и ремонта и обработке результатов традиционными методами становится не решаемой. Обеспечение независимой оценки качества и своевременности работ, невозможность искажения информации об обслуживании является ключевым моментом для построения прозрачных взаимоотношений при организации сервисного обслуживания. В данной статье изложены методы и алгоритмы бизнес-процессов, необходимые при проектировании и внедрении подобных систем. На основе описанной методики разработана информационная система, проведена оценка экономического эффекта по итогам ее внедрения и адаптации.

Ключевые слова: система управления техническим обслуживанием, ТОиР, нормативы технического обслуживания, бизнес-процессы.

doi: 10.21293/1818-0442-2021-24-1-55-61

Стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий, широкое проникновение сетей сотовых операторов в повседневную жизнь, значительное удешевление автономных устройств породило в последнем десятилетии переход от привычного понятия автоматизации технологических процессов к цифровизации производства и как следствие запуск на предприятиях нефтегазового комплекса проектов создания «цифровых месторождений», моделей «цифровых двойников» и пр. Для специалистов и разработчиков в данной области основным различием между этими понятиями является возможность получения конечными пользователями, сотрудниками и руководителями предприятий новых информационно наполненных, взаимосвязанных цифровых сервисов, в том числе охватывающих вспомогательные процессы производства. При этом данные сервисы должны быть доступны, в том числе вне традиционного рабочего места, для оперативного принятия решений в круглосуточном режиме работы.

Обработка больших массивов данных и выборка наиболее важных позволяют избавиться от рутинных операций, сконцентрироваться на наиболее проблемных и системных задачах. Вместо традиционных систем «лоскутной автоматизации» приходят системы со сквозными процессами и возможностью обратиться к первоисточнику информации: датчику или средству измерения, исключаются многократные перегрузки и конвертации данных, снижающие достоверность и доказуемость. Применение в производственной деятельности современных инфор-

мационных решений для управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования направлено на повышение эффективности производства и персонала предприятий, снижение себестоимости, увеличение производительности, в условиях глобальной нестабильности, а также в условиях ограничения потребления основными потребителями продукции [1–3].

На фоне постоянного увеличивающегося количества оборудования и сложности внедряемых систем для подразделений информационных технологий нефтегазодобывающих предприятий наиболее актуальной становится задача организации технического обслуживания и ремонта средств контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), затраты на данную статью бюджета могут составлять до 3% в общей себестоимости продукции. Наиболее распространенным подходом к организации технического обслуживания и ремонта является его осуществление по факту достижения очередного нормативного срока или проведение ремонта (замены) по факту выхода из строя, который является более ресурсоемким и трудозатратным в сравнении с современным подходом, ориентированным на реальное состояние оборудования. Данный подход заключается в мониторинге, измерении или расчете актуального состояния оборудования для своевременного обнаружения и исправления причин отказов оборудования.

Далее предлагается выбор оптимального комбинированного подхода, в основе которого лежит методика, которая в том числе позволяет рассчитать

и обосновать количество достаточного персонала для организации качественного технического обслуживания.

Процесс внедрения современной системы управлением ТОиР средствами КИПиА разделяется на две основные задачи:

- разработка, поддержка и оптимизация нормативов обслуживания;
- внедрение информационной системы, которая поддерживает хранение и накопление фактических

показателей, а также может оптимизировать производственный процесс организации ТОиР.

Описание процесса организации работ основано на опыте по разработке и внедрению отечественного программного обеспечения «Система автоматизации и контроля выполнения работ». Процесс организации ТОиР на промышленном предприятии можно изобразить в виде схемы замкнутого контура управления, представленной на рис. 1.

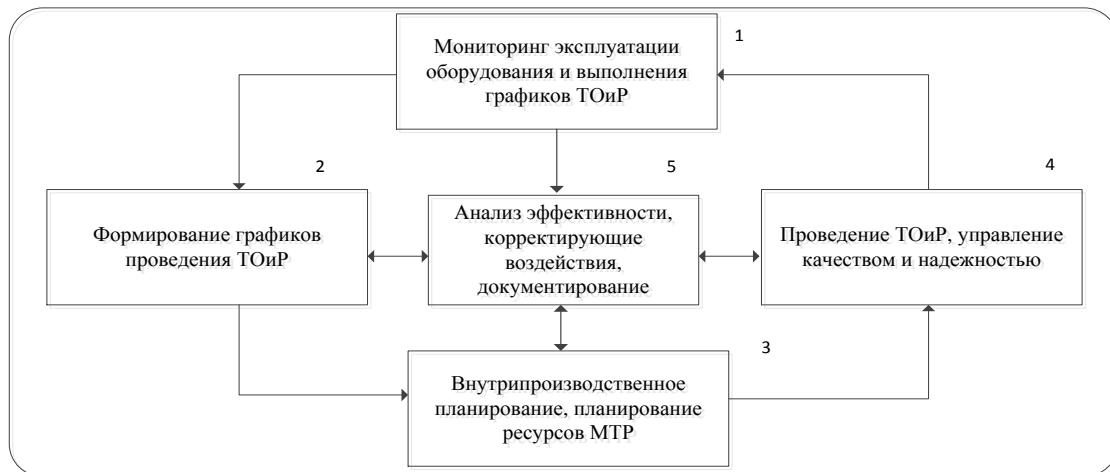


Рис. 1. Замкнутый контур управления при организации процесса ТОиР

Основным источником для любой системы управления производством является достоверная информация с разнородных средств измерения, датчиков и преобразователей. В отличие от организации обслуживания ИТ-инфраструктуры, где практикуется заключение сервисных контрактов на основе соглашения об уровне сервиса (SLA) и показателей качества, рассчитываемых на основе системы метрик, организация технического обслуживания, поверки и калибровки первичных датчиков и средств автоматизации, как правило, базируется на нормативах временных затрат трудовых ресурсов.

Ввиду отсутствия единого классификатора-справочника по продолжительности операций состав и структура набора работ обусловлена типом устройства, методом измерения и сложностью конструкции. Зачастую единственным источником является паспорт или документация на оборудование, рекомендации его производителя по периодичности и набору работ. Каждому предприятию приходится разрабатывать свою уникальную систему расчетов, основанную на мнении экспертов, а также регулярно проводить комплекс работ по составлению и обновлению технологических карт и нормативов. Проведенный анализ открытых и отраслевых источников позволяет сделать вывод об отсутствии актуальных нормативов, а последними основополагающими являются нормы времени, утвержденные в 90-х годах предыдущего столетия, в которых никак не могли быть учтены особенности современного уровня оборудования [2].

Ввиду быстрого выведения на рынок электронного и микропроцессорного оборудования многие производители из-за ограниченного срока эксплуатации не всегда обладают рекомендациями и методиками его обслуживания. Тем не менее обязательное и качественное выполнение ТО средств КИПиА, проверок и инспекционных обходов является залогом работы основного технологического оборудования, недопущения технологических аварий и простоев.

Наиболее сложной задачей, которую необходимо решить в рамках внедрения подобной системы, является обеспечение качества и своевременности проведенного обслуживания, а с учетом ручной обработки и косвенного подтверждения работ при массовом активировании работ на десятках или сотнях распределенных объектах в ограниченный промежуток времени это не представляется возможным. При расследованиях нештатных ситуаций очень тяжело восстановить хронологию предыдущих событий и тем более оценить влияние некачественного проведения работ.

Автоматизированное формирование норм трудозатрат. Разработанная методика

Нормативное время обслуживания датчиков и приборов состоит из прямых затрат персонала определенной категории в зависимости от сложности, использования материалов, при необходимости услуг производителя оборудования, а также учитывает различные условия выполнения работ или оказания услуг (удаленность, сезонность, стесненность и пр.) [11, 12].

Нормы времени с учетом коэффициентов рассчитываются следующим образом:

$$H_k = H \left(1 + \sum_{i=1}^N K_i \right), \quad (1)$$

где H_k – норма времени с учетом коэффициентов, чел./ч; H – нормы времени в соответствии с экспертной оценкой либо информацией от производителя оборудования, чел./ч; K_i – корректирующие коэффициенты.

Для расчета производственной программы и определения (обоснования) необходимой численности персонала для организации обслуживания определяются схема ТОиР, соответствующий набор разных видов ТО в год на основе технологических карт и требований нормативных документов к периодичности ТО.

Следующий шаг – нормы времени для определенного вида ТО умножаются на количество по каждой категории специалистов, а затем умножаются на количество единиц оборудования (ПО) на технологическом объекте.

При отклонении от нормальных условий труда от рабочих условий к нормам времени применяются вышеописанные корректирующие коэффициенты.

При проведении изучения и исследования производственной деятельности и сопутствующей данному процессу сопутствующей и эксплуатационной документации разработана методика формирования норм трудозатрат на техническое обслуживание и ремонт средств КИПиА, которая в последующем была реализована в программном обеспечении и содержит следующие аспекты:

- набор базовых норм, подготовленный на основе открытых источников;
- содержит основные классификационные группы с определением оборудования в зависимости от категорий сложности оборудования;
- предложен подход для расчета базовых норм времени для рационального режима обслуживания и ранее не эксплуатируемого оборудования.

В современных условиях совершенствования элементной базы и технологических платформ происходит постоянное обновление техники и технологий. Кроме того, в связи с различной номенклатурой и производственных средств КИПиА ввиду, как правило, обезличенности в момент приобретения, тем не менее идентичных по конструкции, нормирование всего спектра средств КИПиА является трудоемким и продолжительным процессом, поэтому одним из подходов является применение норм по принципу аналогии и применимости. С целью снижения затрат на разработку и повышения эффективности использования нормативов рационально применять коэффициент применимости, который отражает схожесть конструкций и трудоемкость операций при техническом обслуживании средств КИПиА. В таблице приведены базовые категории технической сложности оборудования КИПиА, характерные для нефтедобывающих предприятий.

В качестве пояснения можно привести следующий пример: чем технически сложнее прибор и выше требования к его метрологическим характеристикам, тем выше категория технической сложности. Каждой единице оборудования присваивается коэффициент технической сложности.

Несмотря на выявление значительного количества оборудования с аналогичными характеристиками, этого недостаточно ввиду наличия как функциональных, так и конструктивных различий. Для оставшихся категорий при разработке нормативов необходимо учесть следующие аспекты:

- требуется провести классификацию по назначению прибора или датчика (расходомеры, измерители различных физических величин, измерители уровня, сигнализаторы, регистраторы и т.п.);
- присвоить выделенным группам категории технической сложности согласно таблице.

Наиболее примитивному оборудованию присваивается категория низшей технической сложности по аналогии и принимается за базис.

Принимаем $H_{вр}^{база} = H_{вр}^I$, $K_i = 1$, $H_{вр}^{база}$ – норма времени, принятая за базовую, чел./ч; $H_{вр}^I$ – норма времени, принятая в качестве средней нормы, чел./ч.

Исходя из этого, базисная (первая) категория технической сложности (КТС), определяется по формуле, чел./ч;

$$I_{ср}^i = \sum_{i=1}^N H_{вр_п}^I / n, \quad (2)$$

$H_{вр_п}^I$ – норма времени n прибора или датчика, базисной КТС в рассматриваемой группе, чел./ч; n – количество приборов или датчиков для базисной КТС (категории технической сложности), шт.

Следующим шагом необходимо для существующих нормативов произвести расчет коэффициентов K_2 , K_3 для каждой выбранной группы:

$$K_2 = H_{ср}^2 / H_{ср}^1, \quad (3)$$

$$K_3 = H_{ср}^3 / H_{ср}^1, \quad (4)$$

в которых значения $H_{ср}^2$, $H_{ср}^3$ – это средние нормы времени более высоких уровней технической сложности.

При необходимости добавления нового прибора или датчика для определения нормы используется следующий алгоритм.

Проводится классификация прибора или датчика по функциональному назначению на основе технического описания или паспорта устройства с отнесением к ранее выделенным группам. При отсутствии подходящей создается новая функциональная группа. На основе экспертной оценки данному устройству присваивается КТС. Производится расчет нормы времени на техническое обслуживание прибора или датчика по следующим формулам:

$$H_{вр}^1 = H_{вр}^6, \quad (5)$$

$$H_{вр}^2 = H_{вр}^6 \times K_2, \quad (6)$$

$$H_{вр}^3 = H_{вр}^6 \times K_3, \quad (7)$$

где $H_{вр}^n$ – нормы времени на техническое обслуживание приборов и датчиков разных категорий сложности, чел./ч.,

Когда в рассматриваемой группе отсутствует базисная норма времени $H_{вр}^б$, расчет необходимо производить по формулам (8), (9):

$$H_{вр}^2 = H_{ср}^2, \quad (8)$$

$$H_{вр}^3 = H_{ср}^3, \quad (9)$$

При невозможности применения формул (5)–(9) для нового средства КИПиА применяется метод натурального наблюдения проведения хронометража и составление фотографии рабочей операции или рабочей смены.

Применение разработанной методики и основанного на ней программного обеспечения автоматизированного формирования нормативов трудозатрат обеспечивает информационную поддержку связанных с планированием мероприятий технического обслуживания задач управления [7, 8].

Классификация технической сложности оборудования КИПиА

| КТС | Характеристики оборудования |
|----------------|--|
| К ₁ | Датчики физических величин, регулирующие клапаны, и запорная арматура, источники бесперебойного питания, конверторы сигналов, приборы систем обработки информации, в том числе передающие на дальние расстояния устройства, которые характеризуются: – локальным контролем, только измерением параметров и состояния технологического объекта; – одноконтурным регулированием; – примитивным логическим управлением |
| К ₂ | В дополнение функций, характерных для категории К ₁ : – ведение трендов, проведение архивирования данных; – вычисление отдельных показателей технологического объекта; – реализация многоуровневого автоматического регулирования на программном уровне; – поддержка открытых протоколов обмена; – наличие встроенных функций конфигурации при помощи сервисного программного обеспечения; – возможность непосредственного измерения технологических параметров, отличающихся методами и способами измерения |
| К ₃ | В дополнение функций, характерных категории для К ₁ , К ₂ : – возможность мониторинга и анализа состояния технологического процесса по его модели (распознавание кризисных ситуаций, диагностика и прогнозирование аварийных состояний); – возможность подбора режима управления установившимися режимами в статических состояниях или переходными процессами; – возможность управления быстропротекающими процессами в критических условиях или управления с адаптацией (самообучением и изменением алгоритмов и параметров) |

Описание разработанного и адаптированного программного обеспечения

Практически любое крупное нефтегазодобывающее предприятие имеет распределенную структуру с большим количеством технологических объектов и

площадок, разнородным набором первичных датчиков и средств автоматизации, общее количество которых может превышать 100 тыс. позиций. Поэтому система должна позволять автоматизированно планировать, контролировать на основе внутренних алгоритмов качество работ, а также по заданным критериям определять значение коэффициентов достоверности для проведения расчетов за услуги, оказанные по договору.

Одним из источников для актуализации данных в системе является наличие интеграции промышленных баз данных с геоинформационной системой предприятия (ГИС) в части поддержки актуальной топографической подложки и постоянного обновления объектов инфраструктуры, что зачастую является закрытой информацией предприятия, отсутствует в открытых источниках и картографических сервисах [6]. Функциональная схема информационной системы, а также взаимодействие ее основных элементов изображены на рис. 2.

Обязательным элементом для системы является наличие цифровой идентификации – каждая единица, подлежащая обслуживанию, маркируется цифровым идентификатором, позволяющим аппаратное считывание. Могут быть использованы различные метки, такие как NFC (RFID), QR-коды, Bluetooth-метки. Наличие цифрового идентификатора позволяет проводить работы строго на нужном оборудовании, кроме того, данный идентификатор будет всегда использоваться как уникальный код при проведении заявок и аварийных работ и отслеживании жизненного цикла оборудования.

Персонал проводит работы, применяя мобильные устройства (смартфоны с NFC-считыванием) со специально разработанным нативным Android-приложением. Каждая работа строго регламентирована чек-листом, который определяет, какие операции и в каком порядке надо проводить для достижения надлежащего качества работы. Чек-лист формируется на основе типовой технической карты с добавлением операций по истории эксплуатации оборудования.

Фиксируются время начала / окончания каждой операции, чтение цифрового идентификатора, позиция геолокации, фотофиксация, внесение комментариев и т.п.

Система использует специально разработанную промышленную базу данных регистрации событий («БДРС») с технологией блокчейн. Использование преимущества блокчейна позволяет использовать систему в бизнес-процессах с несколькими сторонами-участниками и обеспечивает арбитражность процессов (каждая из сторон имеет возможность независимого контроля зафиксированной информации). Данные сохраняются без возможности дальнейшего редактирования и удаления. Все события связаны между собой цепочкой hash-сумм, и копии «БДРС» формируются у всех заинтересованных сторон (возможно формирование арбитражной копии на независимом источнике хранения) [14, 15].

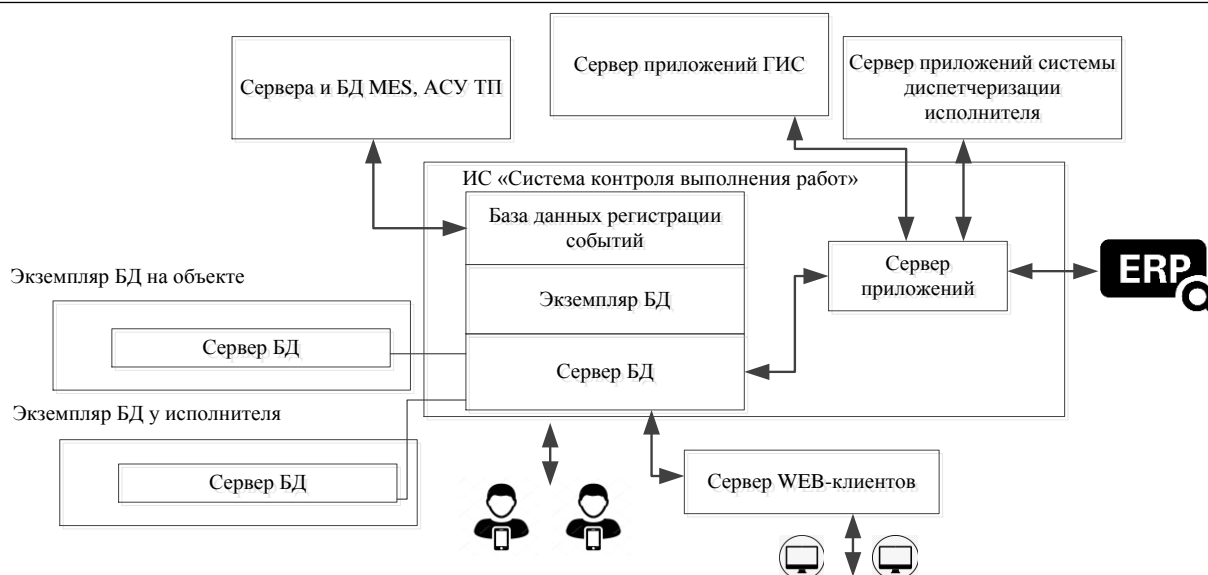


Рис. 2. Функциональная схема информационной системы

Первоначально в системе создаются графики периодического технического обслуживания на основе нормативных сроков и видов технического обслуживания (ТО) с учетом сроков предыдущих работ, назначение нарядов на работы, проведение инспекционного контроля, а также результаты выполнения и оценки осуществляются через формирование связанных экранных форм. Доступ к календарному плану позволяет лицам, принимающим решения в ТОиР, получить информацию о количестве выполненных и невыполненных работ (по назначенным срокам), а также при необходимости изменять сроки проведения работ.

Механизм автоматических алгоритмов проверки (контрольных процедур) запускается сразу, после завершения каждой работы и оценивает достоверность ее выполнения по полученным сообщениям. Проверяются все существенные моменты (определяемые экспертами пользователя на момент адаптации системы), например: считывание метки прибора, геолокация, наличие фотофиксации, длительность выполнения отдельных операций, события в SCADA-системах, информация, накопленная в SMART-приборах.

По результатам работы контрольных процедур отбираются достоверные работы для формирования акта приема-сдачи работ, а также применяется коэффициент на оценку качества, в дальнейшем эти данные используются в системе ERP, для осуществления операций по учету и принятию работ и услуг, а в случае дефектов формируется заявка на закупку необходимых комплектующих.

Состав и элементы системы

Сервер базы данных регистрации событий. Обеспечивает ведение экземпляра «БДРС», распределенное хранение, обслуживание запросов клиентов (транспортный уровень TCP/IP). Реализованы специализированные команды для приема сообщений о событиях и выдачу данных по запросам (включая отработку выбора по условию). Поддер-

живает обмен сообщениями в формате .xml, а также многопоточность. Обеспечивает сохранение событий как цепочку записей блокчейн с расчетом hash-сумм по алгоритму SHA-256. Hash-функция – функция, осуществляющая преобразование массива входных данных произвольной длины в (выходную) битовую строку установленной длины, выполняемое определенным алгоритмом [13].

Мобильное приложение (android). Выполняет получение от сервера «БДРС» распределенных для данного пользователя (предварительная авторизация) работ с чек-листами. Ведет процесс выполнения операций чек-листа с фиксированием времени начала / окончания, чтением цифрового идентификатора (NFC-меток), фотофиксацией, вводом комментариев, геолокацией по датчикам (GPS, GLONASS). Обработывается тип операций «опрос» (с заранее предопределенными вариантами ответа, включая инструктаж-допуск к дальнейшей работе только при верных ответах и дефект-выбор, при котором фиксируется некондиционное состояние оборудования и формируется сообщение о дефекте для дальнейшего проведения ремонта). Отправляет на сервер зафиксированные события как в on-line, так и в off-line режимах (при отсутствии связи). Обеспечивает «ориентирование в поле» – идентификацию оборудования чтением метки и поиском наименования оборудования и его характеристик в «БДРС».

Веб-сервис доступа клиентов. Обеспечивает пользовательский интерфейс для настройки системы (доступ администратора) и оперирования данными: просмотр в структурированном виде оборудования, технических мест, работ и связанных с ними событий, результатов оценки смарт-контрактами, создание работ.

Сервер приложений. Отдельное приложение на серверной части системы, которое обеспечивает передачу / прием данных из сторонних систем, отправку отчетов по электронной почте, получение данных о погоде в местах расположения объектов,

выполнение автоматических алгоритмов (смарт-контрактов).

Технический базис

Сервер блокчейн базы данных, мобильное приложение, back-end web-доступа разрабатываются в RAD Studio 10.3 Rio. За счет высокоэффективного компилятора и поддержки кроссплатформенности RAD Studio обеспечивает возможность разработки с едиными исходными текстами для различных операционных систем (Windows, Android, iOS, MacOS) и при компиляции получать нативные для данных ОС приложения.

В качестве фреймворка для front-end при веб-доступе использован UniGUI. Данный фреймворк хорошо интегрирован с RAD Studio, что позволяет проводить разработку web-доступа в одной среде разработки без использования дополнительных средств, что повышает продуктивность.

Заключение

Основным эффектом от внедрения системы и применения предложенной методики является снижение простоев и аварийности основного оборудования за счёт раннего выявления потенциальных отказов и проведения гарантированного технического обслуживания оборудования КИПиА. Снижение расходов на ТОиР достигается за счёт оптимизации бизнес-процессов на основе достоверной информации о факте выполнения работ, об их качестве (соответствии регламенту) и затраченных трудовых ресурсах. Разработана методика для определения трудозатрат и обоснования численности необходимого для организации работ персонала, а также при вводе нового, ранее не использованного оборудования.

В настоящее время в АО «Самаранефтегаз» проводится испытание и дальнейшая адаптация, подбор наилучшего сценария функционирования системы, по результатам работы которой можно будет сделать окончательные выводы о полученном экономическом эффекте и возможности тиражирования данного подхода на другие бизнес-процессы предприятия. Уже сейчас очевидно, что предложенные подходы актуальны и востребованы в процессах перехода к электронному обмену документами, независимой оценки качества работ, а также способствуют оперативному взаимодействию как внутри предприятия, так и при ведомственном и надзорном контроле. Кратно снижаются затраты времени на документирование, снижается зависимость от конкретных персоналий, путем доступного описания работ и быстрого обучения персонала.

По результатам накопленной статистики появился инструмент, позволяющий гибко изменять нормативы обслуживания с учетом анализа накопленной информации о фактических затратах, прогнозировать отказы оборудования, а также осуществлять расчеты реальной нагрузочной выработки оборудования и его реального ресурса.

Литература

1. Черняев Д.С. Роль цифровых технологий в разведке, добыче и транспортировке нефтегазовых продуктов /

Д.С. Черняев, Д.Е. Намиот // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т.7, № 11.

2. Воробьев А.Е. Цифровизация нефтяной промышленности: «интеллектуальный» нефтепромисел / А.Е. Воробьев, Х. Тчаро, К.А. Воробьев // Вестник Евразийской науки. – Режим доступа: <https://esj.today/PDF/77NZVN318.pdf>, свободный (дата обращения: 01.10.2020)

3. Еремин Н.А. Настоящее и будущее интеллектуальных месторождений / Н.А. Еремин, А.Н. Дмитриевский, Л.И. Тихомиров // Нефть. Газ. Новации. – 2015. – № 12. – С. 44–49.

4. Типовые нормы времени на монтаж контрольно-измерительных приборов и средств автоматики в нефтяной промышленности (утв. приказом Миннефтепрома СССР от 29.09.1987 № 692). – Режим доступа: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_14308.htm, свободный (дата обращения: 09.10.2020).

5. Кошкин А.И. Разработка информационной системы учета технического обслуживания систем КИПиА, АСУТП и метрологии / А.И. Кошкин, Е.А. Попов // Информационные технологии в управлении и экономике. – 2017. – Т. 2, вып.7. – С. 45–57.

6. Чесалин Д.С. Выбор автоматизированной системы управления предприятиями нефтегазового комплекса // Бизнес в законе. – 2010. – № 5. – С. 306–307.

7. Silivant D. Reliability centered maintenance cost modeling: Lost opportunity cost // Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS). – Palm Harbor, USA, 2015. – article № 7105111.

8. Гаврилов А.А. Дополнительные возможности в организации технического обслуживания и ремонта оборудования на нефтеперерабатывающем заводе / А.А. Гаврилов, А.А. Минаков // Изв. Самар. научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 5(2). – С. 266–271.

9. Mainkar M.S. Maintenance Management System Effective Tool to Progress and Reach Total Productive Maintenance & Six Sigma Business Development Strategies/ M.S. Mainkar, R.K. Rathod // International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA). – Seoul, South Korea, 2017. – Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7985593> (дата обращения: 09.10.2020).

10. Rastegari A. Maintenance decision making, supported by computerized maintenance management system / A. Rastegari, M. Mobin // Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS). – Tucson, USA, 2016. – Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=74480867985593> (дата обращения: 09.10.2020).

11. Любченко А.А. Статистическое моделирование качественных показателей эксплуатации и технического обслуживания средств железнодорожной электросвязи в среде AnyLogic / А.А. Любченко, Е.Ю. Копытов, А.А. Богданов // Доклады ТУСУР. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 98–108.

12. Жданов В.В. Проблемы расчета показателей достаточности и оптимизации запасов в системах ЗИП / В.В. Жданов, Д.К. Авдеев, А.Н. Тихменев // Надежность. – 2011. – № 3 (38). – С. 53–60.

13. Хеш-функция [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Хеш-функция>, свободный (дата обращения: 03.09.2020).

14. Блокчейн для «Приразломной». «Газпром нефть» применила технологию блокчейн в логистике // Отраслевой журнал «Сибирская нефть». – 2018. – № 3/150. – С. 52–53. – Режим доступа: <http://www.gazpromneft.ru/files/journal/SN150.pdf>, свободный (дата обращения: 02.10.2020).

15. Как Blockchain может применяться в нефтегазовой отрасли? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://miningbitcoinguide.com/>, свободный (дата обращения: 03.11.2020).

Мехтiev Эльчин Мехтievич

Аспирант каф. механизации, автоматизации и энергообеспечения строительства Самарского государственного технического университета Нач. управления ИТ АО «Самаранефтегаз» Волжский пр-т, 50, г. Самара, Россия, 443071
Тел.: +7-987-986-20-05
Эл. почта: MekhtievEIM@samng.rosneft.ru

Mekhtiev E.M.

Modern approaches in creating systems to manage the maintenance of control and measuring devices and automation at oil and gas production enterprises

The article presents the issues related to the architecture design of the control systems for maintenance and automation of measurement equipment, that includes various subsystems and elements as components for the organization of business processes for the maintenance of large industrial enterprises. Those systems take into account the current realities when creating complex digital models and the place of such systems in the information space. The functional requirements that the control system must meet during implementation are defined, and the approaches to the development and updating of service standards are proposed. Taking into account the general trend that consists in the increasing amount of information collected and processed from the field level, a variety of technological objects, as well as the increasing autonomy and complexity of control systems, the task of organizing timely maintenance and repair, and processing of the results using traditional methods, is becoming unsolvable. The ensuring of an independent assessment of the quality and timeliness of work, the impossibility of misrepresenting information about the service is becoming the key point to build transparent relationships in service organization. This article describes the methods and algorithms of business processes necessary to design and implement such systems. Based on the described methodology, an information system was developed, and an assessment of the economic effect was carried out using the results of its implementation and adaptation.

Keywords: maintenance management system, MRO, maintenance standards, business processes.

doi: 10.21293/1818-0442-2021-24-1-55-61

References

1. Chernyaev D.S., Namiot D.E. The role of digital technologies in the development, production and transportation of oil and gas products. *International Journal of Open Information Technologies* ISSN –2019, vol. 7, no. 11.
2. Vorobiev A.E., Tcharo H., Vorobiev K.A. Digitalization of the oil industry: «intellectual» oil industry-villages. *Bulletin of the Eurasian Science*. Available at: <https://esj.today/PDF/77NZVN318.pdf> (Accessed: October 10, 2020).
3. Eremin N.A., Dmitrievsky A.N., Tikhomirov L.I. *Present and future of intellectual deposits*. Oil. Gas. Innovations, 2015, no. 12, pp. 44–49.

4. Standard time standards for the installation of control and measuring devices and automation equipment in the oil industry (approved by the Order of the Ministry of Oil Industry of the USSR of 29.09.1987 № 692). Available at: http://www.lbussr.ru/doc_ussr-/usr_14308.htm (Accessed: October 09, 2020).

5. Koshkin A.I., Popov E.A. Development of an information system for accounting for technical maintenance of instrumentation and control systems, automated control systems and metrology. *Information Technologies in Management and Economics*, 2017, vol. 2, Is. 7, pp. 45–57.

6. Chesalin D.S. The choice of an automated system for managing oil and gas complex enterprises. *Business in Law*, 2010, no. 5, pp. 306–307.

7. Silivant D. Reliability centered maintenance cost modeling: Lost opportunity cost *Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*. Palm Harbor, USA, 2015, article № 7105111.

8. Gavrilov A.A., Minakov A.A. Additional opportunities in the organization of maintenance and repair of equipment at the oil refinery, *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2009, vol. 11, no. 5(2), pp. 266–271.

9. Mainkar M.S., Rathod R.K. Maintenance Management System Effective Tool to Progress and Reach Total Productive Maintenance & Six Sigma Business development Strategies. *International Conference on Industrial Engineering, management Science and Application (ICIMSA)*. Seoul, South Korea, 2017. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7985593> (Accessed: October 9, 2020).

10. Rastegari A., Mobin M. Maintenance decision making, supported by computerized maintenance management system. *Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*. Tucson, USA, 2016. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7448086> 7985593 (Accessed: October 9, 2020).

11. Lyubchenko A.A., Kopytov E.Yu., Bogdanov A.A. Statistical modelling of the quality indicators of operation and maintenance funds railway telecommunications environment AnyLogic, *Proceedings of TUSUR University*, 2018, vol. 21, no. 4, pp. 98–108.

12. Zhdanov V.V. Avdeev D.K., Tikhmenev A.N. Problems of calculation of indicators of sufficiency and inventory optimization systems *ZIP Reliability*, 2011, no. 3 (38), pp. 53–60.

13. Hash-function [Electronic resource]: Wikipedia. Free encyclopedia. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Хеш-функция> (Accessed: September 03, 2020).

14. Blockchain for Prirazlomnaya. Gazprom Neft uses blockchain technology in logistics// *Industry magazine «Siberian Oil»*, 2018, no. 3/150, pp. 52–53, Available at: <http://www.gazpromneft.ru/files/journal/SN150.pdf> (Accessed: October 3, 2020).

15. How can Blockchain be applied in the oil and gas industry? (Electronic resource). Available at: <https://miningbitcoinguide.com/> (Accessed: November 3, 2020).

Eltchin M. Mekhtiev

Postgraduate student, Department Mechanization, Automation and Energy Supply of Construction, Samara State Technical University
Head of IT Department of Samaraneftgaz JSC
50, Volzhsky pr., Samara, Russia, 443071
Phone: +7-987-986-20-05
Email: MekhtievEIM@samng.rosneft.ru