

Типовые решения интеллектуальной технологии
комплексного мониторинга и адаптивного управления
механизированным фондом скважин

ARTLIFTCONTROL™

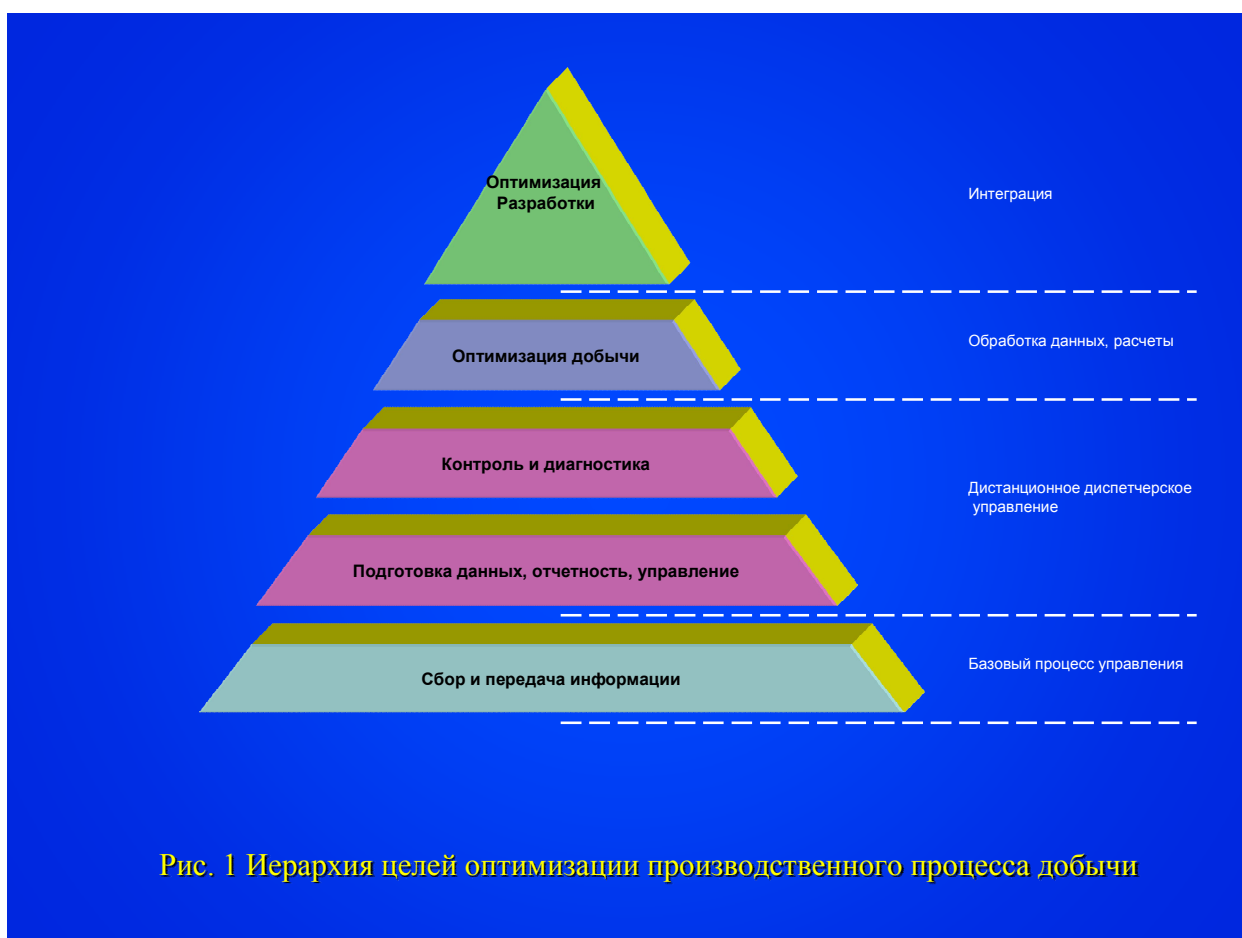


Cross-Automation, Ltd.
2015

Основная концепция

Технология комплексного мониторинга и адаптивного управления «ARTLIFTCONTROL™», предназначена для обеспечения оптимального ресурсосберегающего управления нефтедобывающими скважинами механизированного фонда на различных эксплуатационных режимах путём мониторинга подземных и наземных параметров их работы при помощи встроенных средств погружной и наземной телеметрии и адаптивного регулирования производительности насосного оборудования.

В целом «ARTLIFTCONTROL™» ориентирована на встраивание в информационно-управляющую технологическую вертикаль, которую в отраслевой прессе принято называть «пирамида задач», применительно к менеджменту в сфере разработки актива. (Рис. 1). При этом, учитывая, что на всех уровнях этой пирамиды имеется довольно большое разнообразие технологических данных и критериев оптимизации, построение автоматизированной системы, в полной мере покрывающей эти задачи, становится крупной, если не сказать глобальной проблемой, для решения которой требуется разработка большого количества подсистем, программных и, в некоторых случаях, аппаратных средств. Например, это наглядно подтверждается структурой создаваемой в ОАО «Газпром нефть» системы ЭРА, проектируемой как большой набор информационных модулей и подсистем, работающих на различных информационных уровнях. Например: система «Геобанк», система «Шахматка и техрежимы» и пр. на нижнем уровне, модуль учета анализа и прогноза осложнений и т.п. на аналитическом уровне, подсистема «Оптимум Памп» на уровне интеграции и т.д.



В связи с этим, каждая из подсистем может быть разработана и отлажена самостоятельной командой специалистов, тщательно исследующих конкретную задачу и профессионально решающих набор узко-специфических проблем.

По сути, команда, работающая над «ARTLIFTCONTROL™» представляет собой центр компетенции по выбранному направлению. Этим направлением является разработка подсистемы, в структуре описанной информационной вертикали, отвечающей за оптимальное управление погружным оборудованием добывающих скважин с точки зрения следующих критериев оптимизации:

- увеличение дебитов скважин (адаптация под условия притока);
- снижение энергозатрат на подъем жидкости (энергоэффективность);
- увеличение ресурса подземного оборудования (МРП);

Управляющим фактором, на который воздействует подсистема, является производительность (подача) внутрискважинных насосов - УЭЦН, ШГН и пр.

Учитывая противоречивость указанных критериев, выражающаяся в несовпадении, в общем случае, оптимальных значений единственного управляющего параметра для каждого из них в отдельности, возникает сложная задача выработки комплексного критерия, учитывающего все факторы в сбалансированном виде. Кроме того, алгоритмы расчета оптимумов для каждого критерия в отдельности, сами по себе весьма сложны и требуют учета большого количества статических и динамических параметров. Также необходимо учесть, что инерционность процессов, влияющих на оптимизируемые параметры, существенно дифференцирована и может составлять от нескольких секунд (например, влияние перегрузки по току погружного двигателя на ресурс ПЭД и установки в целом) до месяцев (например, влияние величины притока из пласта на развитие скин-фактора в призабойной зоне). В связи с этим, важнейшими условиями эффективно работающей подсистемы является оптимальное распределение алгоритмического обеспечения между инструментальными уровнями в пирамиде программно-технических средств, реализующих задачи управления, а также, качество самих алгоритмов (Рис.2).



Рис.2 Инструментальные средства оптимизации управления

Но сколь совершенны не были бы вычислительные и управляющие алгоритмы в такого рода системе, для их успешного функционирования должен быть налажен высокоэффективный обмен данными непосредственно с объектом, т.е. с наземным и подземным скважинным оборудованием, учитывая, что подсистема должна получать данные и выдавать управляющие воздействия в режиме реального времени.

Таким образом, первоочередной и важнейшей задачей становится создание высококачественного комплекса промышленной телемеханики, отвечающего заданным требованиям быстродействия, гибкости и алгоритмической наполненности. Наш многолетний опыт от НИОКР до внедрения пилотных образцов интеллектуальных информационно-управляющих систем для механизированной добычи на различных объектах в Западной Сибири показал, что в абсолютном большинстве случаев штатная промышленная телемеханика, спроектированная и внедренная в 90-е, 2000-е годы не пригодна для решения поставленных задач. Но, что особенно важно, часто ее модернизация, ведущаяся уже в сегодняшнее время на многих объектах в отрасли, состоящая по большей части в модернизации и увеличении пропускной способности каналов связи и подключении к ним дополнительных источников технологических данных (например, параметров станций управления погружными насосами, подземных термо-манометрических систем), так же не в полной мере отвечает заданным требованиям.

Дело в том, что сама архитектура стандартных систем телемеханики, в лучшем случае строящихся по принципам классических распределенных АСУТП, а зачастую не соответствующая даже такому уровню, не дает возможности создать на их базе эффективно работающую интеллектуальную систему мониторинга и адаптивного управления механизированным фондом скважин. Причина, прежде всего, в отсутствии гибкости, невозможности оптимально распределить алгоритмическое обеспечение между программно-аппаратными уровнями, сложности взаимодействия со смежными подсистемами.

Поэтому с самого начала мы поставили себе целью создать и освоить в серийном производстве специализированный комплекс телемеханики, наиболее полно отвечающий требованиям разрабатываемой технологии. Такой комплекс нами был создан и отработан в реальной эксплуатации. С точки зрения соответствия задачам построения интеллектуальных систем мониторинга и управления, адаптированности к особенностям технологической инфраструктуры на Российских нефтепромыслах, соотношение цена \ качество, он, на сегодняшний день, является лучшим в отрасли. Главным принципиальным отличием его от «классических» систем телемеханики является высокая степень специализированности. Подобно тому, как на нефтеперерабатывающих заводах внедряются системы мониторинга состояния динамического оборудования (такие, как системы вибромониторинга КОМПАКС®), которые не являются частью АСУТП или ПАЗ технологических установок, а представляют собой самостоятельные законченные системы, программно-технический комплекс, применяемый нами (ПТК ArtLiftControl™), является специализированным набором средств, разработанных под конкретную технологическую задачу. При этом, в случае необходимости, он полностью покрывает требования стандартной промышленной телемеханики и может внедряться на реальных объектах как параллельно с существующей системой, так и вместо нее (во время ее реконструкции или на вновь вводимых объектах).

Концепция, заложенная в основу технологии, состоит из следующих принципиальных подходов:

1. «ARTLIFTCONTROL™» является комплексным решением, включающим в себя методологическое, алгоритмическое, математическое (информационное), программное и аппаратное обеспечение. При этом базовым средством реализации технологии на конкретном объекте является программно-технический комплекс (ПТК) «ArtLiftControl™», состав и исполнение которого варьируется в зависимости от требований заказчика и инфраструктуры объекта и смежных систем.

2. Важнейшим условием успешности внедрения является способность системы адаптироваться ко всем типам наземного и подземного оборудования, эксплуатируемого на

промыслах компании. Этот фактор позволяет обеспечить максимальный охват механизированного фонда без больших капитальных затрат на замену смежного оборудования;

3. Универсальность (гибкость) внедряемой системы, обеспечиваемая наличием постоянного и переменного составов оборудования и программных модулей, позволяющих модифицировать систему при проектной привязке к конкретному объекту, путём добавления или замены элементов без нарушения целостности основного состава ПТК. Такой подход позволяет при промышленном внедрении выбирать максимально экономичный вариант комплектации для существенно различного по своим характеристикам скважинного фонда – высоко-, низко-, средне – дебитного, с различными видами осложнений и т. д.;

4. Максимальная дружелюбность программных интерфейсов ПТК, позволяющая производить конфигурацию и настройку программного и аппаратного обеспечения системы в процессе эксплуатации силами конечных пользователей (технологических служб) без привлечения программистов и системщиков. Это качество позволяет максимально эффективно настраивать работу комплекса в условиях частой смены наземного и подземного оборудования скважин.

5. Обеспечение возможности дальнейшего наращивания функций системы путём добавления программных модулей верхнего уровня, интеграции в единую систему информатизации рабочих мест специалистов технологической вертикали предприятия, наращивания функций системы путем подключения других объектов телемеханизации (ППД, ДНС, УПСВ), а также, сопряжения с MES - уровнем информационного обеспечения компании.

Программно-Технический комплекс

ПТК ArtLiftControl™ представляет собой специализированный программно-аппаратный комплекс, выстроенный по иерархическому принципу. Все оборудование, входящее в состав ИТК, сертифицировано и имеет соответствующее климатическое исполнение. Информационно-организационная структура ПТК ArtLiftControl™ разработана на основе анализа мирового опыта в данной области, встраивается в 5-ти уровневую модель организации систем удаленного мониторинга, и в целом, в совокупности со смежными информационными системами, применяемыми в НК, соответствует концепции интеллектуального месторождения.

Состав и структура комплекса

Состав (комплектация) комплекса охватывает следующие основные модули (часть из них может иметься в составе существующей комплектации объекта, часть поставляется в составе ПТК):

- 1 Постоянный набор:
 - 1.1 Контроллеры уровня КП (контролируемых пунктов);
 - 1.2 Блоки бесперебойного питания;
 - 1.3 Модули связи с погружной телеметрией (при наличии);
 - 1.4 Модули связи с наземной телеметрией (устьевой) (при наличии);
 - 1.5 Внутрикустовой канал связи – беспроводной (радиомодемы) либо кабельный;
 - 1.6 Каналы передачи данных для связи с центром(диспетчерский пункт ЦДНГ) – Radio-ethernet (Аппаратура ШПД, высокоскоростные модемы, аппаратура TETRA), модемы GPRS, FM радиостанции;
 - 1.7 Серверы центрального уровня (ЦДНГ) - сервер управления, сервер баз данных;
 - 1.8 Программные модули контроля и управления уровня КП;
 - 1.9 Программные модули управления и архивирования данных центрального уровня;
 - 1.10 Программные модули рабочих мест (АРМ) специалистов ТПДН.
 - 1.11 Программные модули удаленных АРМ специалистов УДНГ.

- 2 Переменный набор:
 - 2.1 Станции управления погружными насосами с встроенными преобразователями частоты или без них (не входят в поставку, существующее на объекте оборудование);
 - 2.2 Модули погружной телеметрии (по наличию, не входят в поставку, существующее на объекте оборудование);
 - 2.3 Программные модули стыка с SCADA системой промысла (промышленной телемеханикой).
 - 2.4 Программные модули справочных данных и шлюзы между базами данных ПТК «ArtLiftControl™» и ИС верхнего уровня.

Программные модули подсистемы, в случае совместной работы, стыкуются с имеющейся SCADA системой промысла и взаимодействуют с ней на уровне центрального сервера. В случае полной замены промышленной телемеханики, ПТК «ArtLiftControl™» берет на себя весь функционал.

Программные модули центрального сервера выполняют стыковку (обмен данными) со смежными информационными системами, в т.ч. более высоких уровней иерархии.

Реализация системы мониторинга и управления на базе ПТК «ArtLiftControl™» на конкретном технологическом объекте может существенно варьироваться в зависимости от топологии объекта, требований заказчика и имеющихся условий, таких как возможности программно-технических средств, уже существующих на объекте, требуемая скорость реакции компонентов системы, протяженность и пропускная способность каналов связи, сопоставление конечных рисков с комплексным уровнем надежности, обеспечиваемых конкретным уровнем системы, степень интеграции в информационные системы верхнего уровня и др.

Некоторые из модулей, входящих в переменный набор, могут отсутствовать в комплектации конкретных скважин.

Начальная структура комплекса определяется при проектировании / поставке, в зависимости от имеющегося в наличии на конкретном объекте оборудования и требований заказчика.

Один из типовых вариантов структуры ПТК показан на схеме рис. 3.

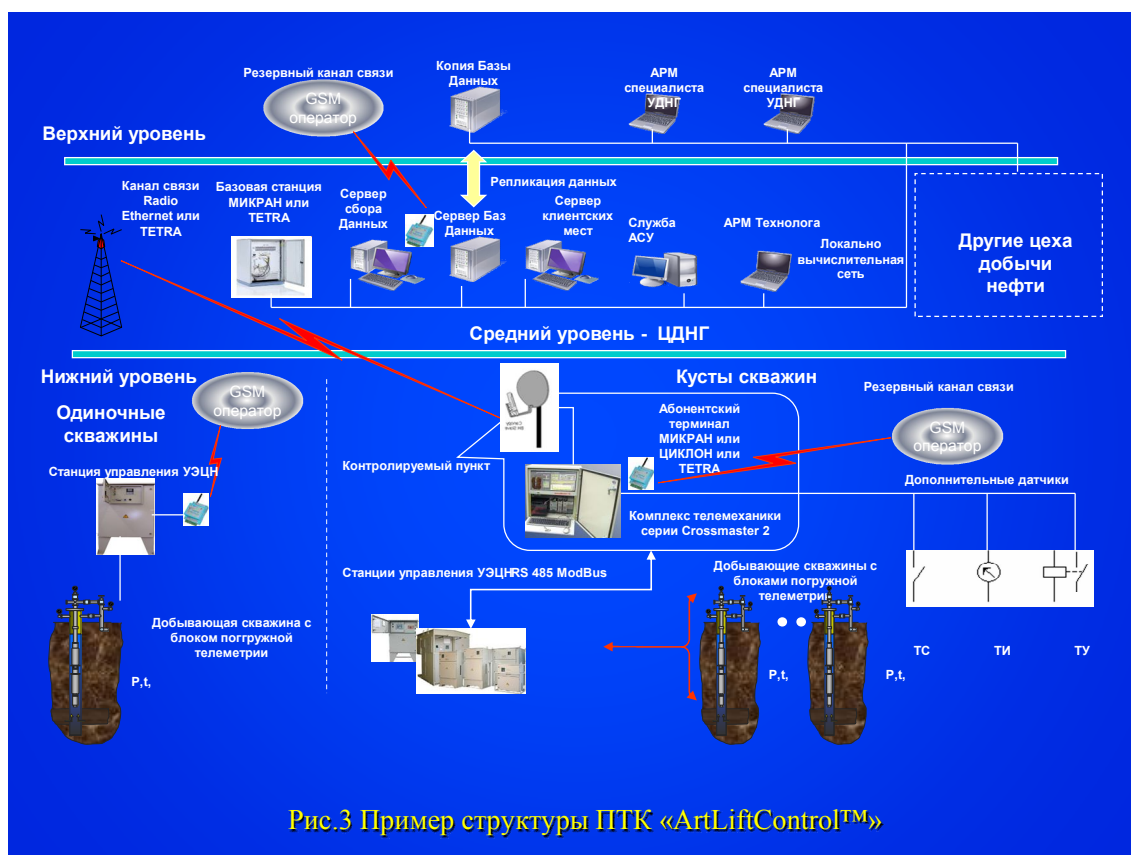


Рис.3 Пример структуры ПТК «ArtLiftControl™»

Особенностью данного состава является использование специализированных кустовых контроллеров «Crossmaster 2» и каналов связи, поддерживающих Ethernet. Выбор конкретной аппаратуры связи и уточнение ее характеристик выполняются на стадии проектной привязки. Это могут быть радиорелейные линии связи, широкополосный радиоканал, высокоскоростные радиомодемы, терминалы в стандарте TETRA. В качестве резервного (а в некоторых случаях и как основного) могут быть использованы GSM каналы связи (GPRS).

Программное обеспечение кустового уровня состоит из модулей сопряжения с периферийным кустовым оборудованием, первичной обработки и хранения данных.

В качестве сервера обмена данными используется специализированная программа SEMAC-server¹, функционирующая на отдельном серверном компьютере. На нем же устанавливается сервер управления в реальном времени режимами скважин и обслуживания клиентских мест ПТК «ArtLiftControl™», а также, ведется специализированная база данных ПТК «ArtLiftControl™» на базе MS SQL-server или Oracle Database.

Ядром программного обеспечения системы являются специализированные программные модули пакета SEMAC v2.0, поставляемые ООО «Кросс-Автоматика». Данное программное обеспечение спроектировано специально для задач мониторинга и управления УЭЦН и обладает следующими достоинствами:

- гибкая конфигурация, настройка на переменный состав скважинного оборудования силами пользователя;
- встроенная математическая модель системы пласт (призабойная зона) – УЭЦН – лифт;
- возможность реализации большого количества специализированных управляющих режимов в реальном времени, одновременно для группы скважин;
- наличие развитых сервисных режимов;
- драйверы обмена со всеми распространенными видами скважинного и кустового оборудования;
- возможность организации как локальных, так и удаленных рабочих мест, в т. ч. связанных по сети INTERNET;
- возможность наращивания функциональных возможностей путем добавления диагностических, аналитических, экспертных модулей;

Технологические АРМ реализованы в виде специализированных программных приложений на базе пакета SEMAC, устанавливаемых на компьютерах клиентских мест и взаимодействующих с центральным сервером ПТК «ARTLIFTCONTROL™» и сервером баз данных по корпоративной локальной сети. Предусматриваются локальные и удаленные клиентские места. Под удаленными клиентскими местами понимаются компьютеры, находящиеся за пределами цеха добычи (ЦДНГ, ТПДН и т.п.). На них устанавливаются АРМ с отключенными функциями управления и расширенным перечнем объединительных форм (мнемосхем). Такой подход обусловлен концепцией, согласно которой оперативное управление эксплуатационными режимами конкретных скважин является прерогативой технологического персонала ТПДН, а для специалистов уровня ДДНГ делается упор на сводный контроль, аналитику и супервайзинг. Учитывая, что в общем случае, канал связи между отдельными ТПДН и центральным офисом может иметь большую загруженность или относительно низкую пропускную способность, предусматривается возможность организации репликации технологических данных ПТК «ARTLIFTCONTROL™» на отдельный сервер данных, находящийся в центральном офисе. В этом случае удаленные клиентские места подключаются к такому серверу, для обеспечения хорошей производительности ПО.

¹ Комплекс программ «SEMAC» - Программное обеспечение ф. «Кросс Автоматика» г. Омск

Выполняемые функции

1. Непрерывный дистанционный опрос, визуализация и архивирование технологических, электрических и энергетических параметров работы скважин и скважинного оборудования, а также, реализация одного из управляющих или сервисных режимов по выбору оператора²:
 - 1.1. Автоматический (без участия оператора) вывод на установившийся режим подключенных скважин путём контроля текущих параметров скважины и насосной установки, сопоставления их с априорно заданными и рассчитанными значениями соответствующих параметров и выдачи управляющих воздействий на установку по результатам этого сопоставления;
 - 1.2. Установка любого нового значения забойного давления, поддержание (автоматическое регулирование) заданного значения забойного давления;
 - 1.3. Установка максимального дебита скважины (с ограничением по допустимым режимам работы насосной установки);
 - 1.4. Работа в оптимизированном режиме АПВ (для скважин, работающих с АПВ);
 - 1.5. Автоматическое снятие фактической напорной характеристики погружной установки (УЭЦН) в окрестности рабочей точки.
 - 1.6. Автоматическое снятие фактической приточной характеристики (фрагмента индикаторной диаграммы) скважин в окрестности рабочей точки;
2. Вычисление и индикация необходимых расчетных параметров по значениям измеряемых параметров, таких, как забойное давление, динамический уровень, потребляемая мощность и нагрузка ПЭД, тепловые параметры и т. д. Полный перечень вычисляемых параметров, в зависимости от комплектации конкретных скважин определяется и согласовывается с Заказчиком на стадии реализации проекта.
3. Вычисление по косвенным параметрам текущего и накопленного дебита скважин.
4. Дистанционное чтение и задание уставок на все типы станций управления УЭЦН, поддерживающие обмен с внешними устройствами по цифровому каналу.
5. Ведение базы данных наземного и подземного оборудования скважин с фиксацией паспортных и расчетных характеристик.
6. Реализация на период эксплуатации скважины всех необходимых защит и блокировок, определяемых стандартными требованиями к режимам эксплуатации насосных установок.
7. Передача контролируемых и прием управляющих параметров на/от удаленные рабочие места (уровень руководства) в случае подключения к компьютерной сети.

Программное обеспечение

Программное обеспечение «ARTLIFTCONTROL™» состоит из следующих функциональных блоков:

- Программного обеспечения полевого уровня для локального сбора и подготовки данных на площадках скважин и оперативного управления и защиты скважинного оборудования.
- Программного обеспечения для организации эффективного обмена данными измерений и команд.
- Программного обеспечения хранения данных (базы данных)
- Программного обеспечения анализа и оптимизации процесса добычи.
- Программ клиентских рабочих мест – окна визуализации и отчетные формы для персонала.
- Модулей сопряжения со смежными информационными системами.

Отличительными особенностями программного обеспечения ПТК ArtLiftControl™ являются встроенные интеллектуальные алгоритмы подстройки сервера обмена и станций

² Управляющие режимы реализуются полностью или в ограниченном составе для различных скважин в зависимости от их укомплектованности средствами телеметрии и ПЧ.

сбора данных под условия связи. Алгоритмы первичной обработки и интеллектуального прореживания данных с наиболее точной фиксацией переходных процессов на скважине при существенном сокращении нагрузки на каналы связи и средства хранения данных. Алгоритмы поддержания заданных режимов работы при пропадании связи с верхним уровнем.

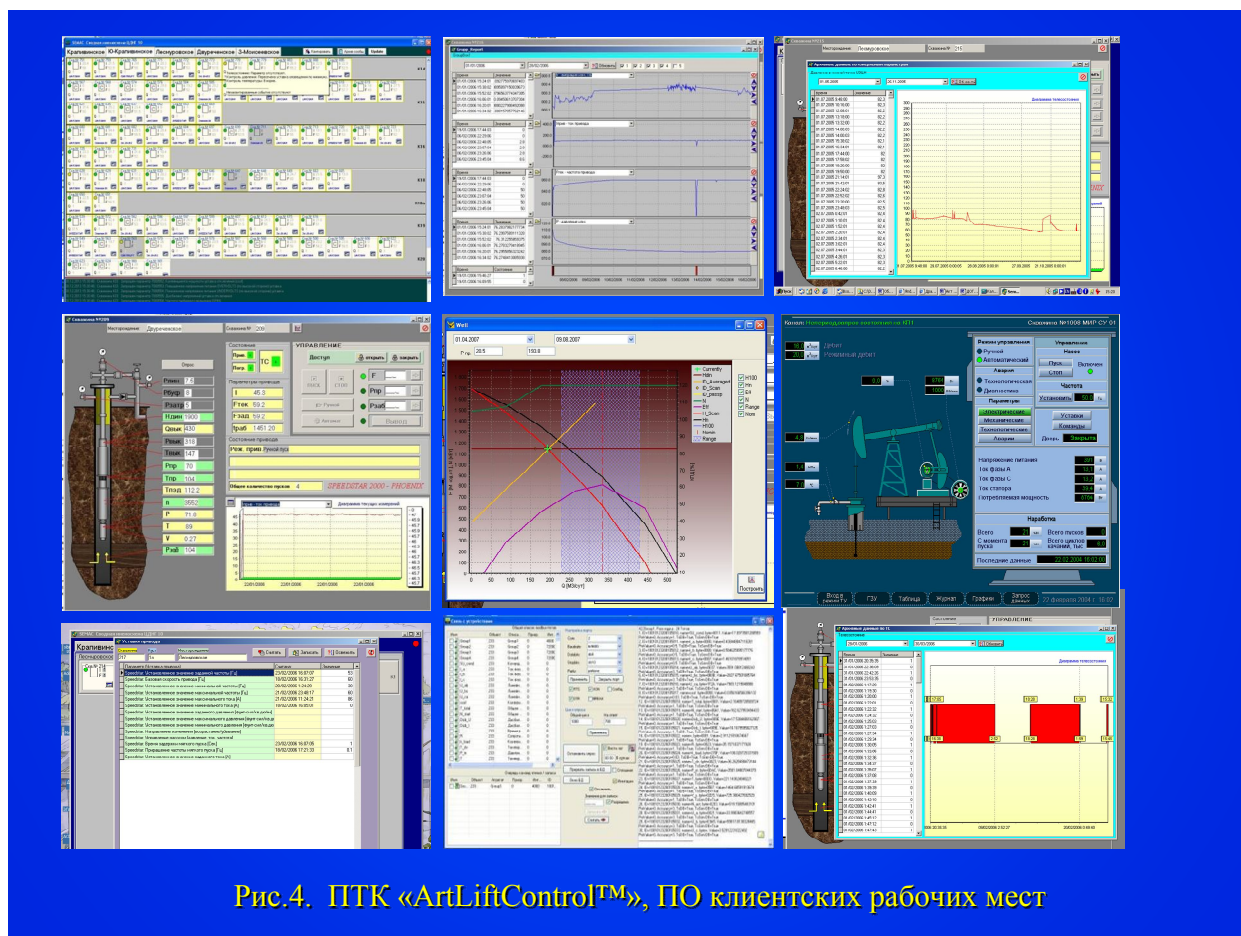


Рис.4. ПТК «ArtLiftControl™», ПО клиентских рабочих мест

Программное обеспечение полевого уровня - SEMAC-CP обеспечивает работу с оконечными устройствами системы мониторинга – сбор данных, предварительную обработку, выдачу управляющих воздействий.

Важными особенностями ПО SEMAC-CP являются:

- Удобное, визуально ориентированное конфигурирование;
- Возможность удаленного администрирования и обслуживания, включая смену конфигурации и установку обновлений;
- Предварительная обработка собираемых технологических данных, уплотнение потока данных для уменьшения трафика;
- Ведение локальной (кустовой) базы данных, позволяющей не только сохранять архивы значений, но и работать с данными непосредственно на КП – производить отбор, просматривать архивы в табличном и графическом виде, прореживать, выделять важные фрагменты и т.д.;
- Управление как удаленно, так и локально (непосредственно на площадке) чтением отдельных параметров и записью уставок, причем в удобном визуальном интерфейсе, что обеспечивает эффективную работу технологического персонала, особенно при выполнении сложных операций, таких, как вывод скважины на режим, а также, существенно облегчает наладку и сервисное обслуживание ИТК.

Модуль конфигурации базируется на открытой форме описания объекта в формате XML, что, в частности, позволяет легко описывать новые протоколы обмена с устройствами (modbus – протоколы) без участия программистов и покупки дополнительных компонент.

Серверное программное обеспечение ИТК СМР УЭЦН выполняет функцию обмена данными между уровнями ИТК, рассылку оповещений, ведение базы данных, реализацию управляющих алгоритмов.

Серверное ПО обеспечивает инвариантность по отношению к аппаратной реализации, обеспечивает стыковку со смежными информационными системами (SCADA системами, ИС верхнего уровня).

Серверное ПО непрерывно совершенствуется, путем разработки стыковочных модулей, привязки к различным каналам связи, повышения удобства конфигурирования и обслуживания.

Программное обеспечение клиентских рабочих мест (АРМ) тщательно проработано под нужды технологического и сервисного персонала. Клиентские АРМ рассчитаны на быструю и удобную работу, имеют максимально сжатый и интуитивно понятный интерфейс. АРМ специалистов обеспечивают оперативный просмотр текущей информации по каждой отдельной скважине и по фонду в целом (на групповых вкладках). (Рис. 4).

- Наглядная визуализация:
 - ✓ Обобщенная и детализированная информация на мнемосхемах
 - ✓ Быстрый и удобный просмотр архивов, трендов в табличном и графическом виде
 - ✓ Аналитические и диагностические функции
 - ✓ Управляющие воздействия с экранных форм
- Гибкая и удобная конфигурация
 - ✓ Хранение конфигурации и настроек в открытом формате XML
 - ✓ Встроенная поддержка настройки протоколов обмена с любыми новыми ModBus устройствами
- Работа одновременно с несколькими базами данных в режиме реального времени
- Генерация сводных и отчетных форм по требованию заказчика
- Экспорт данных в другие приложения и базы данных

Комплекс телемеханики Crossmaster™

Предприятием разработан, сертифицирован и освоен в серийном производстве комплекс средств телемеханики Crossmaster™.

Комплекс предназначен для построения многоуровневых иерархических автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), и выполняет все необходимые функции в соответствии с ГОСТ 26.205-88. При этом, комплекс спроектирован с учетом особенностей и требований связанных с работой в составе интеллектуальных систем на территориально распределенных объектах. Это делает его удобным для построения систем мониторинга и управления в нефтедобыче.

Комплекс представляет из себя набор программных и аппаратных средств и осуществляет сбор и первичную обработку информации, специальную обработку данных (сжатие, интеллектуальное прореживание), переключение между основным и резервными каналами связи, управление приводами (по заданному режиму), защиты, блокировки, авторегулирование, ведение оперативной базы данных сигналов, развитый пользовательский и сервисный интерфейсы.

Программное обеспечение нижнего уровня, работающее под операционной системой Windows Embedded, поддерживает всевозможные линейки IBM совместимого оборудования, подбираемые по желанию заказчика.

Отличительной особенностью Crossmaster 2™ является относительно мощный и гибкий контроллер на нижнем уровне, поддерживающий высокоуровневое программирование, что дает возможность переноса на уровень кустовой площадки или отдельной скважины достаточно сложных и развитых алгоритмов управления. Эта особенность позволяет в рамках технологии ARTLIFTCONTROL™ добиваться оптимального распределения интеллектуального алгоритмического обеспечения между уровнями системы с точки зрения надежности,

себестоимости и функциональности. Такое оптимальное распределение функций обеспечивает лучшее соотношение функции/затраты по сравнению с другими конфигурациями, в т.ч. такими, как использование так называемых интеллектуальных станций управления УЭЦН, активно продвигаемых в настоящее время на Российском рынке.

В настоящее время программное обеспечение контроллеров Crossmaster 2™ обеспечивает полную инвариантность по отношению к составу наземного и подземного оборудования на кустовых площадках отечественных нефтепромыслов за счет предустановленных драйверов (протоколов) обмена со всеми, используемыми в отрасли видами и марками оборудования (Рис. 5.).



Аппаратная конфигурация контроллеров полностью покрывает имеющиеся потребности и предоставляет резерв для будущих расширений системы. Используются только качественные комплектующие изделия, прошедшие длительные испытания в условиях реального промысла.

Технико-экономическое обоснование

Технология ARTLIFTCONTROL™ рассчитана на получение выраженного экономического эффекта в следующих аспектах:

- Увеличение добычи нефти за счет сокращения простоев оборудования и эксплуатации скважин в режимах наиболее приближенных к потенциалу;
- Экономия электроэнергии и ресурсов за счет управления оборудованием на режимах с приближенными к максимальным значениям КПД;
- Увеличение наработки внутрискважинного оборудования за счет предотвращения нерасчетных эксплуатационных режимов, уменьшения неоправданных остановок, а также, за счет повышения уровня ответственности персонала;

- Сокращение трудозатрат технологического и обслуживающего персонала за счет удаленного контроля и управления, автоматизации большинства функций управления и настройки.

Можно выделить следующие факторы эффективности:

Информационная составляющая, определяемая кратным повышением информационной полноты (наблюдаемости, достоверности и быстродействия (оперативности) расширенного контроля технического состояния процесса эксплуатации скважин с учетом фактических гидродинамических параметров.

Регулирующая составляющая, заключающаяся в оптимизации эксплуатационного режима скважин (равновесных режимов системы «пласт – скважина – насосная установка») путем согласования добычной возможности пласта (характеристики притока) с производительностью насосной установки (характеристики истечения) путем регулирования частоты вращения ротора погружного электродвигателя.

Диагностическая составляющая, реализуемая за счет непрерывного мониторинга технического состояния насосной установки и скважины, в том числе по комплексным характеристикам.

Сокращение количества технологических операций за счет:

- Передача параметров со станций управления УЭЦН, ШГН (токов, напряжений, частоты и др.) в совокупности с расширенными диагностическими функциями позволяет сократить работу персонала по контролю за режимами работы погружной и наземной установки непосредственно на кустовой площадке.
- Наличие алгоритма автоматического вывода скважины на режим сокращает количество времени работы персонала на кустовой площадке при выводе скважины на режим.
- Применение погружных датчиков телеметрии (стационарных эхолотов) позволяет снизить количество операций по контролю уровня скважины, а наличие встроенного алгоритма пересчета давления в уровень и обратно позволяет отображать параметры в удобном (привычном) виде.
- Дистанционный контроль параметров буферного, затрубного давления и температуры дает дополнительную информацию о состоянии работы скважины и позволяет сократить работу персонала по контролю данных параметров непосредственно на кустовой площадке.
- Встроенный алгоритм расчета дебита скважины по косвенным параметрам с поверкой по АГЗУ позволяет получать непрерывный дебит между замерами АГЗУ и настроить АГЗУ на меньшее количество замеров дебита в сутки, что приведет к увеличению межремонтного периода АГЗУ.
- Вычислительная мощность Crossmaster позволяет обрабатывать одновременно с нескольких десятков станций управления с большой частотой снимаемые параметры по шине RS-485 и вести одновременный вывод на режим нескольких скважин. Непрерывный контроль параметров позволяет избежать некоторых остановок скважины, например, подстройка токов недогрузки/перегрузки при изменении частоты работы установки, предупреждение о приближении к уставкам отключения в момент, когда технологические службы могут вмешаться в режим работы установки и предупредить отключение. Вышесказанное приводит к росту МРП установки и сокращению присутствия персонала на кустовой площадке.
- Развитая логика ARTLIFTCONTROL™ позволяет следить за параметрами скважины по датчикам устьевого и погружной телеметрии и оказывать управляющее воздействие непосредственно на станцию управления УЭЦН, что, также, позволяет выявлять некоторые предаварийные режимы, такие как срыв подачи, предельные вибрации путем перевода работы погружной установки в другой более мягкий режим.

Технико-экономические показатели

ООО «Кросс-Автоматика» разработало шаблон и технико-экономического обоснования на внедрение ARTLIFTCONTROL™ на любом конкретном объекте.

В основу ТЭО были положены накопленные статистические данные по действующим системам. Нами в течение многих лет анализируются оперативные данные по охваченному фонду скважин, предоставляемые технологическими службами Заказчика.

На основании такого анализа выявляются факторы эффективности и проводится их числовая оценка.

Полученная оценка, сведенная к таким показателям, как прирост по добыче и сокращение оперативных затрат, применяется к стандартному расчету эффективности инвестиционного проекта, в соответствии с шаблоном, предоставленным управлением перспективного планирования Заказчика (Рис. 6.).

Показатели эффективности проекта	Ед. изм.	значение
Дисконтированный срок окупаемости, (DPP)	лет	1.37
Накопленный дисконтированный денежный поток NPV (дисконт 15%)	тыс.руб.	15 329
Внутренняя норма рентабельности (IRR)	%	315%
Норма доходности (PI)	д.ед	3.28
Инвестиции	тыс.руб.	6 737
PVI (приведенный объем инвестиций)	тыс.руб.	6 737



Рис. 6. Шаблон оценки экономической эффективности

Результат по действующим объектам показывает хорошую экономическую привлекательность проектов: срок окупаемости вложений около 1 года.

Прогнозируемые технико-экономические показатели обеспечиваемые системой:

1. Сокращение затрат на текущее технологическое обслуживание кустовой площадки на 2 – 3%;
2. Рост добычи нефти от 1 до 2%;
3. Увеличение среднего МРП охватываемых скважин на 3 –5%;
4. Сокращение средней стоимости ремонта погружного оборудования на 3-5%.
5. Срок окупаемости вложенных средств не более 1 года.

Структура затрат (ориентировочно)

Затраты на внедрение и эксплуатацию элементов технологии ARTLIFTCONTROL™ зависят от особенностей конкретного объекта, в первую очередь от его начальной оснащённости, а также, от полноты использования аппаратных и программных средств, входящих в предлагаемый набор.

В типовом варианте структура затрат при внедрении и дальнейшем сопровождении ПТК ArtLiftControl™ показана на Рис. 7.

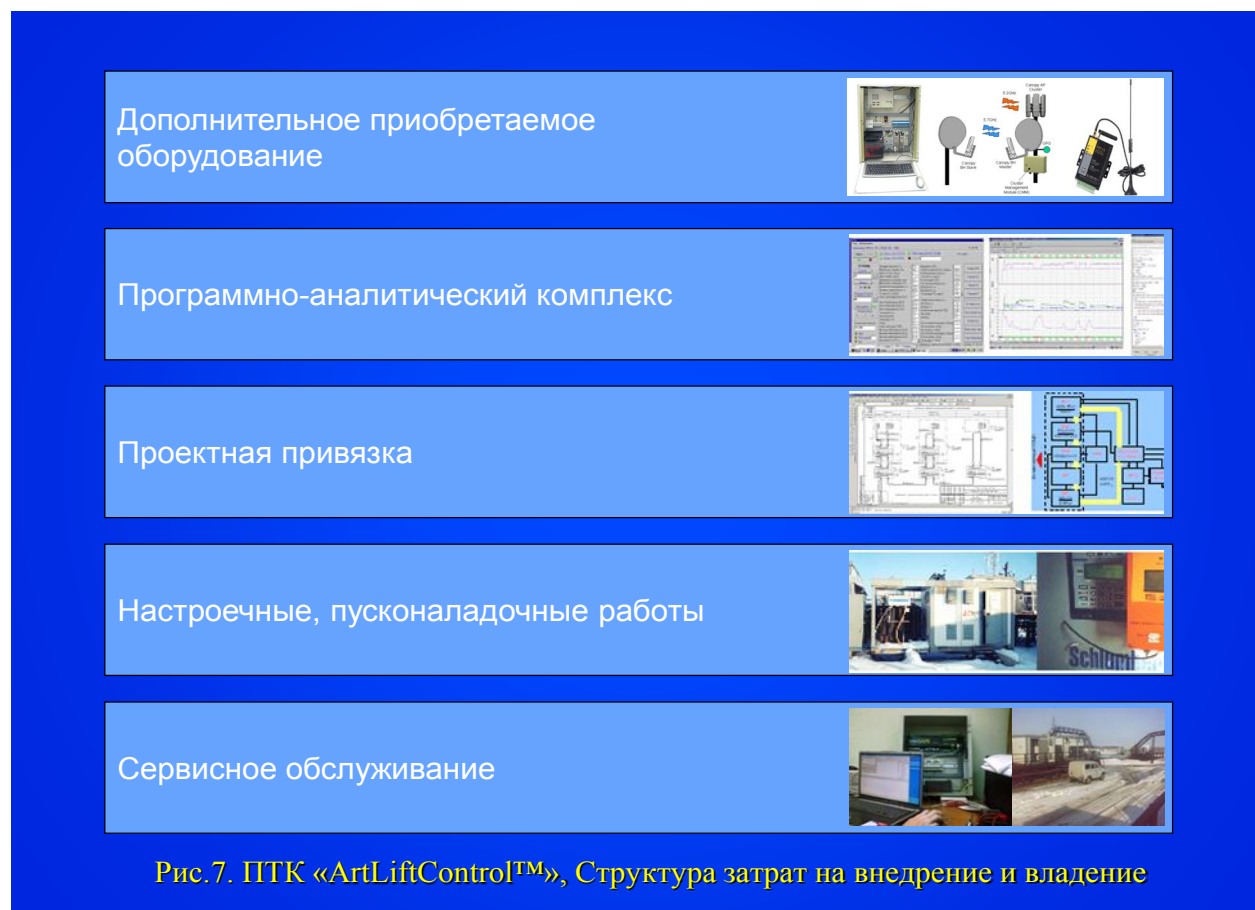


Рис.7. ПТК «ArtLiftControl™», Структура затрат на внедрение и владение

Все стадии работ от проектной привязки до поставки оборудования и сервисного обслуживания могут быть выполнены напрямую ООО «Кросс-Автоматика». Возможны, также, комбинированные варианты внедрения: поэлементно и в сотрудничестве со смежными организациями.

В зависимости от объема внедрения, типовая конфигурация (для объектов с кустовой топологией, без полной замены штатной телемеханики) обходится, ориентировочно:

№ п/п	В пересчете на единицу (объект внедрения)	Малый объект (50-100 кв.), тыс. руб.	Крупный объект (до 500 кв.) .), тыс. руб.
1	Месторождение, промысел	3500	8500
2	Кустовая площадка	350	200
3	Скважина	40	20

Условия поставки

Технология «ARTLIFTCONTROL™» может внедряться как поэлементно, так и комплексно. ООО «Кросс-Автоматика» готово тесно взаимодействовать с любым дочерним обществом крупных НК, а также с центральными научно-техническими подразделениями компаний на предмет проработки конкретных условий внедрения и требований к системе.

Возможно внедрение на пилотном объекте для проведения опытно-промышленных испытаний.

Объект вводится в эксплуатацию по договору, заключаемому между Заказчиком и Исполнителем. Работа выполняется поэтапно с составлением отчета по каждому этапу. Количество и продолжительность этапов определяются в ходе заключения договора. Ориентировочный срок запуска пилотного образца на объекте – 6 месяцев со дня вступления договора в силу.

После внедрения пилотного образца, стоимость подключения к комплексу каждой последующей кустовой площадки или одиночных скважин уточняется по данным, полученным при внедрении и эксплуатации на каждом конкретном объекте.

Возможно участие ООО «Кросс-Автоматика» в корпоративных инновационных проектах и НИОКР компании по разработке и внедрению элементов технологии в заданном направлении.

Также возможны любые иные варианты взаимодействия по договоренности с Заказчиком.

Заключение

Краткие показатели эффективности технологии:

ARTLIFTCONTROL™ приспособлена для решения нестандартных интеллектуальных задач управления технологическим процессом;

ARTLIFTCONTROL™ имеет встроенную математическую модель технологической установки и использует адаптивные алгоритмы управления оборудованием;

ARTLIFTCONTROL™ инвариантна к выбору каналов связи и линеек оборудования, использует стандартизированные протоколы обмена с нижним и верхним уровнями;

ARTLIFTCONTROL™ позволяет увеличить добычу нефти на 3-5% за счет оптимизации технологических режимов работы скважин и сокращения простоев;

ARTLIFTCONTROL™ имеет встроенную систему анализа состояния оборудования, сигнализирует о выходе параметров за заданные пределы, автоматически корректирует уставки защит и блокировок наземного скважинного оборудования по интеллектуальным алгоритмам;

ARTLIFTCONTROL™ позволяет вести круглосуточные наблюдения за скважинами как в пределах административного здания ЦДНГ, так и в любой точке месторождения оборудованного системой широкополосной связи.